

CONTENIDO

CONTROL DE EDICIONES	10
EDICIÓN 1.0 (30 DE DICIEMBRE DE 2021)	10
EDICIÓN 2.0 (14 DE ENERO DE 2022)	10
EDICIÓN 2.1 (27 DE ENERO DE 2022)	10
1. INTRODUCCIÓN	13
2. OBJETIVOS	13
2.1. OBJETIVO GENERAL	13
2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	13
3. RECOPIACIÓN DE DATOS DE TRÁFICO	14
3.1. DATOS HISTÓRICOS	14
3.1.1. CONTEOS HISTÓRICOS DE TRÁFICO	14
3.2. FACTORES DE EXPANSIÓN DE TRÁFICO	14
3.2.1. FACTOR MENSUAL.	15
3.2.2. FACTORES NOCTURNO Y DIARIO	15
3.3. CONTEOS VEHICULARES 2021	16
3.4. CONTEOS DISCRIMINADOS EN INTERSECCIÓN	16
3.5. CONTEOS PEATONALES	17
3.6. ENCUESTAS ORIGEN – DESTINO (O/D).	19
3.7. ENCUESTAS DE VELOCIDAD	20
3.7.1. VELOCIDADES PARA BLV. SUR.	20
3.7.2. VELOCIDAD PARA CA04N SENTIDO HACIA REDONDEL EL TRÉBOL.	22
3.7.3. VELOCIDADES PARA LA CA04S SENTIDO HACIA EL PUERTO.	25
3.7.4. UBICACIÓN DE PUNTOS DE CONTEOS	27
4. ANÁLISIS DE SITUACION ACTUAL	32
4.1. DETERMINACIÓN DEL TRÁFICO NORMAL AL AÑO BASE.	32
4.1.1. CARRETERA CA04S, TRAMO EL TRÉBOL -ÚTILA.	32
4.1.2. CARRETERA BLVD. SUR TRAMO 5ª AV. SUR- CA04S	33
4.1.3. CARRETERA CA04S, TRAMO BLV. SUR - DV. COMASAGUA	34
4.2. COMPOSICIÓN DEL TRÁFICO VEHÍCULAR	35
4.3. DETERMINACIÓN DE LA HORA DE MÁXIMA DEMANDA VEHICULAR	38
4.3.1. CARRETERA CA04S TRAMO EL TRÉBOL - R ÚTILA	38

4.3.2.	CARRETERA BLV. SUR TRAMO 5 AV. SUR - CA04S	39
4.3.3.	CARRETERA CA04S, TRAMO BLV. SUR - DV. COMASAGUA.	41
4.3.4.	REDONDEL ÚTILA.	42
4.3.5.	ROTONDA VÍA MADRID	44
4.3.6.	INTERSECCIÓN CA04S -BLVD. ORDEN DE MALTA	45
4.4.	ANÁLISIS DE CAPACIDAD VIAL DE LA SITUACION ACTUAL 2021.	47
4.4.1.	REDONDEL UTILA	47
4.5.	ANÁLISIS DE LAS ENCUESTAS ORIGEN - DESTINO	49
4.5.1.	ANÁLISIS DE ORIGEN Y DESTINO POR ACCESO A REDONDEL	52
5.	SOLUCIÓN DE PASO A DESNIVEL	55
5.1.	EFICIENCIA OPERATIVA DEL PASO A DESNIVEL AÑO BASE	55
6.	PROYECCIÓN DEL CRECIMIENTO DEL TRÁFICO	57
6.1.	TRÁFICO NORMAL	59
6.1.1.	EVOLUCIÓN CARRETERA CA04S TRAMO EL TRÉBOL - R. ÚTILA	59
6.1.2.	EVOLUCIÓN DEL TPDA CARRETERA BLV. SUR TRAMO 5 AV. SUR - CA04S	63
6.1.3.	EVOLUCIÓN DEL TPDA CARRETERA CA04S TRAMO BLV. SUR - DV. COMASAGUA	67
6.1.4.	FORMULACIÓN DEL MODELO ECONÓMTRICO DEL CRECIMIENTO DEL TRÁFICO NORMAL	71
6.1.5.	ANÁLISIS DE VARIABLE SOCIO ECONÓMICAS.	73
6.1.6.	HIPÓTESIS DEL CRECIMIENTO DEL TRÁFICO NORMAL.	75
6.2.	PROYECCIÓN DEL TRÁFICO NORMAL	77
6.2.1.	CARRETERA CA04S TRAMO EL TRÉBOL - R ÚTILA.	77
6.2.2.	CARRETERA BLV. SUR TRAMO 5 AV. SUR - CA04S	78
6.2.3.	BLV. CARRETERA CA04S, TRAMO BLV. SUR - DV. COMASAGUA	78
6.3.	TRÁFICO GENERADO O INDUCIDO.	79
6.3.1.	CARRETERA CA04S TRAMO EL TRÉBOL - R ÚTILA	79
6.3.2.	CARRETERA BLV. SUR TRAMO 5 AV. SUR - CA04S	80
6.3.3.	CARRETERA CA04S, TRAMO BLV. SUR - DV. COMASAGUA	80
6.4.	TRAFICO DESARROLLADO	81
6.4.1.	CARRETERA CA04S TRAMO EL TRÉBOL - R ÚTILA	83
6.4.2.	CARRETERA BLV. SUR TRAMO 5 AV. SUR - CA04S	83
6.4.3.	CARRETERA CA04S, TRAMO BLV. SUR - DV. COMASAGUA	84
6.5.	TRÁFICO TOTAL FUTURO	85
6.5.1.	CARRETERA CA04S TRAMO EL TRÉBOL - R ÚTILA	85
6.5.2.	PASO A DESNIVEL UTILA	86
7.	ANÁLISIS DE CAPACIDAD A FUTURO	87
8.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	89

8.1. CONCLUSIONES	89
8.2. RECOMENDACIONES	90

9. ADJUNTOS	90
--------------------	-----------

9.1. ADJUNTO No. 1: ANÁLISIS DE ACCIDENTABILIDAD	ADJUNTO No. 1 - 01
---	---------------------------

10. GLOSARIO	91
---------------------	-----------

INDICE DE FIGURAS

FIGURA 1: UBICACIÓN Y MOVIMIENTOS DE CONTEOS PEATONALES	17
FIGURA 2: FLUJO PEATONAL CADA 15 MINUTOS, POR ACCESO EN HORAS DE LA MAÑANA INTERSECCIÓN EN ZONA DE ESTUDIO	18
FIGURA 3: PEATONAL TOTAL CADA 15 MINUTOS, EN HORAS DE LA MAÑANA INTERSECCIÓN EN ZONA DE ESTUDIO.....	18
FIGURA 4: FLUJO PEATONAL CADA 15 MINUTOS, TOTAL DE INTERSECCIÓN EN ZONA DE ESTUDIO, EN HORAS DE LA TARDE	19
FIGURA 5: FLUJO PEATONAL CADA 15 MINUTOS, TOTAL DE INTERSECCIÓN EN ZONA DE ESTUDIO, EN HORAS DE LA TARDE	19
FIGURA 6: HISTOGRAMA DE FRECUENCIAS DE VELOCIDADES SOBRE BLVD SUR	21
FIGURA 7: POLÍGONO DE FRECUENCIA DE VELOCIDADES OBSERVADAS SOBRE BOULEVARD SUR-2021.....	21
FIGURA 8: CURVA DE FRECUENCIA ACUMULADA DE VELOCIDADES OBSERVADAS EN BOULEVARD SUR-2021	22
FIGURA 9: HISTOGRAMA DE FRECUENCIAS DE VELOCIDADES SOBRE CA04N SENTIDO HACIA REDONDEL EL TREBOL-2021	23
FIGURA 10: POLÍGONO DE FRECUENCIA DE VELOCIDADES OBSERVADAS SOBRE CA04N SENTIDO HACIA REDONDEL EL TRÉBOL--2021.....	24
FIGURA 11: CURVA DE FRECUENCIA ACUMULADA DE VELOCIDADES OBSERVADAS EN CA04N SENTIDO HACIA REDONDEL EL TREBOL-2021	24
FIGURA 12: HISTOGRAMA DE FRECUENCIAS DE VELOCIDADES SOBRE CA04S SENTIDO HACIA EL PUERTO-2021.....	26
FIGURA 13: POLÍGONO DE FRECUENCIA DE VELOCIDADES OBSERVADAS SOBRE CA04S SENTIDO HACIA EL PUERTO-2021.....	26
FIGURA 14: CURVA DE FRECUENCIA ACUMULADA DE VELOCIDADES OBSERVADAS EN CA04S SENTIDO HACIA EL PUERTO-2021	27
FIGURA 15: UBICACIÓN DE ENCUESTAS VEHICULARES EN CA04 Y BLVD. SUR	28
FIGURA 16: UBICACIÓN DE CONTEO MECANIZADO EN ZONA DE ESTUDIO, PANTALLA 1,2 Y 3	29
FIGURA 17: UBICACIÓN DE CONTEO DE INTERSECCIÓN EN BLVD. ORDEN Y MALTA Y CA04	29
FIGURA 18: UBICACIÓN DE CONTEO DE INTERSECCIÓN EN ROTONDA VÍA MADRID	30
FIGURA 19: COMPOSICIÓN DEL TRÁFICO VEHICULAR, CARRETERA CA04S TRAMO EL TRÉBOL – REDONDEL ÚTILA, AÑO 2021	36
FIGURA 20: COMPOSICIÓN DEL TRÁFICO VEHICULAR, CARRETERA BLVD. SUR TRAMO 5ª AV. SUR- CA04S. AÑO 2021	37
FIGURA 21: COMPOSICIÓN DEL TRÁFICO VEHICULAR, BLVD. SUR DV. COMASAGUA, AÑO 2021.....	37

FIGURA 22: COMPORTAMIENTO DEL FLUJO VEHICULAR EN LA CARRETERA CA04S, TRAMO EL TRÉBOL – REDONDEL ÚTILA, AÑO 2021	38
FIGURA 23: COMPORTAMIENTO DEL FLUJO VEHICULAR EN LA CARRETERA BLVD SUR TRAMO 5 AV.-CA04S, AÑO 2021	40
FIGURA 24: COMPORTAMIENTO DEL FLUJO VEHICULAR EN EL CA04S, TRAMO BLV. SUR - DV. COMASAGUA, AÑO 2021	41
FIGURA 25: FLUJO VEHICULAR PARA REDONDEL ÚTILA 2021, A.M.	43
FIGURA 26: FLUJO VEHICULAR EN REDONDEL ÚTILA 2021, P.M.	43
FIGURA 27: FLUJO VEHICULAR ROTONDA VÍA MADRID. 2021, A.M.	44
FIGURA 28: FLUJO VEHICULAR ROTONDA VÍA MADRID. 2021, P.M.	45
FIGURA 29: FLUJO VEHICULAR INTERSECCIÓN BLVD. ORDEN DE MALTA. 2021, A.M.	46
FIGURA 30: FLUJO VEHICULAR INTERSECCIÓN BLVD. ORDEN DE MALTA. 2021, P.M.	46
FIGURA 31: SIMULACIÓN DE TRÁFICO REDONDEL UTILA 2021.	48
FIGURA 32: UBICACIÓN DE PUNTO DE ENCUESTA O/D. E1	49
FIGURA 33: UBICACIÓN DE PUNTO DE ENCUESTA O/D. E2	49
FIGURA 34: UBICACIÓN DE PUNTO DE ENCUESTA O/D. E3	49
FIGURA 35: UBICACIÓN DE PUNTO DE ENCUESTA O/D. E4	49
FIGURA 36: MOTIVO DEL VIAJE	50
FIGURA 37: FRECUENCIA DE LOS VIAJES	51
FIGURA 38: DE O/D CA04 LADO NORTE	52
FIGURA 39: DE O/D BLVD. SUR LAS COLINAS	53
FIGURA 40: DE O/D CA04 COMBINACIÓN DE E3 Y E4	53
FIGURA 41: DE O/D CA04 COMBINACIÓN DE E3 Y E4	54
FIGURA 42: REPRESENTACIÓN GRÁFICA DEL PASO A DESNIVEL UTILA	55
FIGURA 43: SIMULACIÓN DEL PASO A DESNIVEL UTILA AÑO 2021	57
FIGURA 44: COMPOSICIÓN DEL TRÁFICO TOTAL	58
FIGURA 45: EVOLUCIÓN DEL TPDA EN LA ZONA EN ESTUDIO Y PROYECCIÓN DEL MODELO DE REGRESIÓN CON TENDENCIA LINEAL	60
FIGURA 46: EVOLUCIÓN DEL TPDA EN LA ZONA EN ESTUDIO Y PROYECCIÓN DEL MODELO DE REGRESIÓN CON TENDENCIA LOGARÍTMICA	61
FIGURA 47: EVOLUCIÓN DEL TPDA EN LA ZONA EN ESTUDIO Y PROYECCIÓN DEL MODELO DE REGRESIÓN CON TENDENCIA EXPONENCIAL	61
FIGURA 48: EVOLUCIÓN DEL TPDA EN LA ZONA EN ESTUDIO Y PROYECCIÓN DEL MODELO DE REGRESIÓN CON TENDENCIA POTENCIAL	62
FIGURA 49: EVOLUCIÓN DEL TPDA EN LA ZONA EN ESTUDIO Y PROYECCIÓN DEL MODELO DE REGRESIÓN CON TENDENCIA POLINÓMICA	62
FIGURA 50: EVOLUCIÓN DEL TPDA EN LA ZONA EN ESTUDIO Y PROYECCIÓN DEL MODELO DE REGRESIÓN CON TENDENCIA LINEAL	64
FIGURA 51: EVOLUCIÓN DEL TPDA EN LA ZONA EN ESTUDIO Y PROYECCIÓN DEL MODELO DE REGRESIÓN CON TENDENCIA LOGARÍTMICA	65
FIGURA 52: EVOLUCIÓN DEL TPDA EN LA ZONA EN ESTUDIO Y PROYECCIÓN DEL MODELO DE REGRESIÓN CON TENDENCIA EXPONENCIAL	65
FIGURA 53: EVOLUCIÓN DEL TPDA EN LA ZONA EN ESTUDIO Y PROYECCIÓN DEL MODELO DE REGRESIÓN CON TENDENCIA POTENCIAL	66
FIGURA 54: EVOLUCIÓN DEL TPDA EN LA ZONA EN ESTUDIO Y PROYECCIÓN DEL MODELO DE REGRESIÓN CON TENDENCIA POLINÓMICA	66
FIGURA 55: EVOLUCIÓN DEL TPDA EN LA ZONA EN ESTUDIO Y PROYECCIÓN DEL MODELO DE REGRESIÓN CON TENDENCIA LINEAL	68

FIGURA 56: EVOLUCIÓN DEL TPDA EN LA ZONA EN ESTUDIO Y PROYECCIÓN DEL MODELO DE REGRESIÓN CON TENDENCIA LOGARÍTMICA	69
FIGURA 57: EVOLUCIÓN DEL TPDA EN LA ZONA EN ESTUDIO Y PROYECCIÓN DEL MODELO DE REGRESIÓN CON TENDENCIA EXPONENCIAL	69
FIGURA 58: EVOLUCIÓN DEL TPDA EN LA ZONA EN ESTUDIO Y PROYECCIÓN DEL MODELO DE REGRESIÓN CON TENDENCIA POTENCIAL.....	70
FIGURA 59: TENDENCIA POLINÓMICA EN LA ZONA EN ESTUDIO Y PROYECCIÓN DEL MODELO DE REGRESIÓN CON TENDENCIA POLINÓMICA.....	70
FIGURA 60: CURVA DE DISPERSIÓN TPDA – PIB CARRETERA CA04S TRAMO EL TRÉBOL - R. ÚTILA	72
FIGURA 61: CURVA DE DISPERSIÓN TPDA – PIB CARRETERA BLV. SUR TRAMO 5º AV SUR – CA04S.....	72
FIGURA 62: EVOLUCIÓN DEL PIB.....	75
FIGURA 63: EVOLUCIÓN DEL USO DE SUELOS	81
FIGURA 64: TRÁFICO HORA PICO AM, 2042	86
FIGURA 65: TRÁFICO HORA PICO PM, 2042	87
FIGURA 66: SIMULACIÓN DEL PASO A DESNIVEL UTILA, AÑO 2027 Y SU PUNTO CRÍTICO	88

INDICE DE FOTOGRAFÍAS

FOTOGRAFÍA 1: INSTALACIÓN DE CONTEO MECANIZADO BLV. SUR	30
FOTOGRAFÍA 2: UBICACIÓN DE CONTEO MECANIZADO CA04S, TRAMO NORTE	31
FOTOGRAFÍA 3: INSTALACIÓN DE CONTEO MECANIZADO CA04S, ZONA SUR	31
FOTOGRAFÍA 4: REALIZACIÓN DE ENCUESTA OD BLV SUR	31
FOTOGRAFÍA 5: REALIZACIÓN DE ENCUESTA OD, CA04S ZONA SUR	32

INDICE DE TABLAS

TABLA 1: TPDA HISTÓRICO CARRETERA CA04S TRAMO EL TRÉBOL- R. ÚTILA	14
TABLA 2: TPDA HISTÓRICO CARRETERA BLVD. SUR TRAMO 5ª AV. SUR-CA04S	14
TABLA 3: TPDA HISTÓRICO CARRETERA BLVD. SUR -DV. COMASAGUA	14
TABLA 4: RELACIÓN TPDM-TPDA (FACTOR MENSUAL) ESTACIÓN PERMANENTE LA LIBERTAD, AÑO 2015	15
TABLA 5: RELACIONES DE FACTOR NOCTURNO Y DIARIO PARA LA CARRETERA CA04S TRAMO TRÉBOL - ÚTILA	15
TABLA 6: RELACIONES DE FACTOR NOCTURNO Y DIARIO PARA LA CARRETERA BLVD. SUR TRAMO 5ª AV. SUR-CA04S	15
TABLA 7: RELACIONES DE FACTOR NOCTURNO Y DIARIO PARA LA CARRETERA BLVD. SUR -DV. COMASAGUA	16
TABLA 8: VOLUMEN DE PERSONAS POR HORA DE MÁXIMA DEMANDA PEATONAL P1 DURANTE LA MAÑANA Y EN LA TARDE	17
TABLA 9: RESUMEN DATOS DE VELOCIDAD	20
TABLA 10: PARÁMETROS DE VELOCIDAD EN BLVD. SUR-2021	22
TABLA 11: RESUMEN DATOS DE VELOCIDAD	23
TABLA 12: PARÁMETROS DE VELOCIDAD EN CA04N SENTIDO HACIA REDONDEL EL TREBOL-2021	25
TABLA 13: RESUMEN DATOS DE VELOCIDAD	25
TABLA 14: PARÁMETROS DE VELOCIDAD CA04S SENTIDO HACIA EL PUERTO-2021	27
TABLA 15: PUNTO DE CONTEO VEHICULAR	28
TABLA 16: TP12, CARRETERA CA04S SENTIDO HACIA REDONDEL ÚTILA. AÑO 2021	32

TABLA 17: TP12, CARRETERA CA04S SENTIDO HACIA REDONDEL EL TRÉBOL. AÑO 2021	33
TABLA 18: TP12, CARRETERA CA04S AMBOS SENTIDOS. AÑO 2021	33
TABLA 19: TPDA CARRETERA CA04S TRAMO REDONDEL EL TRÉBOL- ÚTILA. AÑO 2021	33
TABLA 20: TP12, CARRETERA BLVD. SUR HACIA 5ª AV. SUR. AÑO 2021	33
TABLA 21: TP12, CARRETERA BLVD SUR HACIA CA04S. AÑO 2021	34
TABLA 22: TP12, CARRETERA BLVD SUR AMBOS SENTIDOS. AÑO 2021	34
TABLA 23: TPDA CARRETERA BLVD. SUR, TRAMO 5 AV. SUR-CA04S. AÑO 2021	34
TABLA 24: TP12, CARRETERA CA04S, HACIA EL PUERTO. AÑO 2021	34
TABLA 25: TP12, CARRETERA CA04S, HACIA REDONDEL ÚTILA. AÑO 2021	35
TABLA 26: TP12, CARRETERA CA04S. AMBOS SENTIDOS. AÑO 2021	35
TABLA 27: TPDA CARRETERA CA04S TRAMO BLVD. SUR-DV. AÑO 2021	35
TABLA 28: COMPOSICIÓN DEL TRÁFICO VEHICULAR, CARRETERA CA04S TRAMO EL TRÉBOL - ÚTILA, AÑO 2021	35
TABLA 29: COMPOSICIÓN DEL TRÁFICO VEHICULAR, CARRETERA BLVD SUR 5 AV. SUR- CA04S, AÑO 2021	35
TABLA 30: COMPOSICIÓN DEL TRÁFICO VEHICULAR, BLVD. SUR – DV. COMASAGUA, AÑO 2021	36
TABLA 31: TRÁFICO PROMEDIO DE 24 HORAS, LA CARRETERA CA04S TRAMO EL TRÉBOL- ÚTILA, AÑO 2021	39
TABLA 32: TRÁFICO PROMEDIO DE 24 HORAS, LA CARRETERA BLVD SUR TRAMO 5 AV.-CA04S, AÑO 2021	40
TABLA 33: TRÁFICO PROMEDIO DE 24 HORAS CARRETERA CA04S, TRAMO BLV. SUR - DV. COMASAGUA, AÑO 2021	42
TABLA 34: EFICIENCIA OPERATIVA REDONDEL UTILA 2021 HORA PICO AM	47
TABLA 35: EFICIENCIA OPERATIVA REDONDEL UTILA 2021 HORA PICO PM	48
TABLA 36: NÚMERO TOTAL DE ENCUESTAS REALIZAS POR ESTACIÓN Y SUMATORIO TOTAL REALIZADAS	49
TABLA 37: RESUMEN DE MOTIVO Y FRECUENCIA VIAJE	50
TABLA 38: MATRIZ FRECUENCIA DE VIAJE E-1	51
TABLA 39: MATRIZ FRECUENCIA DE VIAJE E-2	51
TABLA 40: MATRIZ FRECUENCIA DE VIAJE E-3	51
TABLA 41: ANÁLISIS DE O/D. ENTRADA CA04 LADO NORTE. E1	52
TABLA 42: ANÁLISIS DE O/D. ENTRADA CA04 LADO NORTE. E2	52
TABLA 43: ANÁLISIS DE O/D. ENTRADA CA04 LADO SUR. COMBINACIÓN DE E3 Y E4	53
TABLA 44: ANÁLISIS DE O/D. ENTRADA CA04 LADO SUR. COMBINACIÓN DE E3 Y E4	54
TABLA 45: EFICIENCIA OPERATIVA 2021REDONDEL INTEGRACIÓN I ALTERNATIVA 1 A.M	56
TABLA 46: EFICIENCIA OPERATIVA 2021REDONDEL INTEGRACIÓN I ALTERNATIVA 1 P.M	56
TABLA 47: EFICIENCIA OPERATIVA CARRIL DE ACELERACIÓN SUR, AÑO 2021 AM	56
TABLA 48: EFICIENCIA OPERATIVA CARRIL DE ACELERACIÓN SUR, AÑO 2021 PM	56
TABLA 49: EVOLUCIÓN DEL TPDA CARRETERA CA04S TRAMO EL TRÉBOL - R. ÚTILA	59
TABLA 50: TENDENCIAS DEL CRECIMIENTO DEL TPDA CARRETERA CA04S TRAMO EL TRÉBOL - R. ÚTILA	60
TABLA 51: TPDA AJUSTADO CARRETERA CA04S TRAMO EL TRÉBOL - R. ÚTILA	63
TABLA 52: EVOLUCIÓN DEL TPDA CARRETERA BLV. SUR TRAMO 5 AV. SUR - CA04S	63
TABLA 53: TENDENCIAS DEL CRECIMIENTO DEL TPDA CARRETERA BLV. SUR TRAMO 5 AV. SUR - CA04S	64
TABLA 54: TPDA AJUSTADO CARRETERA BLV. SUR TRAMO 5 AV. SUR - CA04S	67
TABLA 55: EVOLUCIÓN DEL TPDA CARRETERA CA04S TRAMO BLV. SUR - DV. COMASAGUA	67
TABLA 56: TENDENCIAS DEL CRECIMIENTO DEL TPDA CARRETERA CA04S TRAMO BLV. SUR - DV. COMASAGUA	68
TABLA 57: TPDA AJUSTADO CARRETERA BLV. SUR TRAMO 5 AV. SUR - CA04S	71
TABLA 58: CRECIMIENTO POBLACIONAL DEL DEPARTAMENTO	74
TABLA 59: EVOLUCIÓN DEL PIB 2000-2019 A PRECIOS CONSTANTES 1990	74
TABLA 60: TASAS DEL CRECIMIENTO DEL PIB	75
TABLA 61: TASAS DE CRECIMIENTO PARA TRÁFICO NORMAL. HIPÓTESIS 1	76

TABLA 62: TASAS DE CRECIMIENTO PARA TRÁFICO NORMAL. HIPÓTESIS 2	76
TABLA 63: CRECIMIENTO DEL TRÁFICO NORMAL, CARRETERA CA04S TRAMO EL TRÉBOL - R ÚTILA, (TASAS UTILIZADAS CONFORME TABLA 50)	77
TABLA 64: CRECIMIENTO DEL TRÁFICO NORMAL, CARRETERA BLV. SUR TRAMO 5 AV. SUR - CA04S (TASAS UTILIZADAS CONFORME TABLA 53)	78
TABLA 65: CRECIMIENTO DEL TRÁFICO NORMAL, CARRETERA CA04S, TRAMO BLV. SUR - DV. COMASAGUA (TASAS UTILIZADAS CONFORME TABLA 56)	78
TABLA 66: TRÁFICO GENERADO O INDUCIDO, CARRETERA CA04S TRAMO EL TRÉBOL - R ÚTILA (TASA 5%)	79
TABLA 67: TRÁFICO GENERADO O INDUCIDO, CARRETERA BLV. SUR TRAMO 5 AV. SUR - CA04S. (TASA 5%)	80
TABLA 68: TRÁFICO GENERADO O INDUCIDO, CARRETERA CA04S, TRAMO BLV. SUR - DV. COMASAGUA. (TASA 5%)	80
TABLA 69: EVOLUCIÓN DEL CAMBIO DE USO DE SUELO DURANTE LOS ÚLTIMOS 10 AÑOS	82
TABLA 70: ESTIMACIÓN DEL TRÁFICO DESARROLLADO DEBIDO AL CAMBIO DE USO DE SUELO EN LA ZONA	82
TABLA 71: ESTIMACIÓN DEL TRÁFICO DESARROLLADO POR CAMBIO DE USO DE SUELO Y SU ASIGNACIÓN. 2042	82
TABLA 72: TRÁFICO DESARROLLADO, CARRETERA CA04S TRAMO EL TRÉBOL - R ÚTILA	83
TABLA 73: TRÁFICO DESARROLLADO, CARRETERA BLV. SUR TRAMO 5 AV. SUR - CA04S	83
TABLA 74: TRAFICO DESARROLLADO, CARRETERA CA04S, TRAMO BLV. SUR - DV. COMASAGUA	84
TABLA 75: TRÁFICO TOTAL, CARRETERA CA04S TRAMO EL TRÉBOL - R ÚTILA	85
TABLA 76: TRÁFICO TOTAL, CARRETERA BLV. SUR TRAMO 5 AV. SUR - CA04S	85
TABLA 77: TRÁFICO TOTAL, CARRETERA CA04S, TRAMO BLV. SUR - DV. COMASAGUA	86
TABLA 78: EFICIENCIA OPERATIVA REDONDEL UTILA 2027	87
TABLA 79: EFICIENCIA OPERATIVA CARRIL DE ACELERACIÓN SUR, AÑO 2027	88
TABLA 80: EFICIENCIA OPERATIVA CARRIL DE ACELERACIÓN SUR, AÑO 2042	89

CONTROL DE EDICIONES

Edición 1.0 (30 de diciembre de 2021)

Entrega de avance 1

Edición 2.0 (14 de enero de 2022)

Entrega de Informe completo correspondiente a Estudio de Tráfico

Edición 2.1 (27 de enero de 2022)

Contiene la corrección de las observaciones realizadas por la Supervisión en la nota CONSULTA-ECON/CO-101-2021/20012022_002

OBSERVACION 1:

1- Las tablas de velocidad, no tienen completo el dato de la desviación de la velocidad:



DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE PASO A DESNIVEL EN INTERSECCIÓN ENTRE LAS RUTAS CA04S – LIB04W, CARRETERA AL PUERTO DE LA LIBERTAD, SOBRE REDONDEL ÚTILA, MUNICIPIO DE SANTA TECLA, LA LIBERTAD.

Tabla 12: Parámetros de velocidad en CA04N sentido hacia Redondel El Trébol-2021

	Km/H
Velocidad Promedio	72.16
Desviación estandar	15.18
Error estandar de la media	0.02
Velocidad 95% confiabilidad	72.16 ± 0

La tabla anterior nos presenta el resumen del análisis de los datos obtenidos de velocidad sobre CA04N sentido hacia Redondel El Trébol, de lo cual podemos afirmar con una confiabilidad del 95% que la velocidad promedio de la carretera es de 72.16 +- 0.1 km/h, la velocidad cuenta con una desviación estándar de 15.18 km/h.

R/ Se acepta observación, se corrigió

OBSERVACION 2:

2- Se solicita la verificación del vehículo T3S4, pues no corresponde con la configuración estándar de SIECA

Urb. Lomas de Altamira, Calle
San Salvador, El
PRX-15

Sentido 1: Hacia Redondel Utila				Codigo: P1											
DIA	FECHA	LIVIANO	PICK UP	MICROBUS	AUTOBUS	C2	C3	T2S1	T2S2	T2S3	T3S2	T3S3	T3S4	TOTAL	
Lunes	13/dic./21	23888	6110	900	112	1175	307	0	1	0	156	56	3	32708	
Martes	7/dic./21	23604	6137	986	240	1236	288	0	0	0	167	49	1	32708	
Miercoles	8/dic./21	22621	5695	1006	151	1292	163	0	0	0	177	31	1	31137	
Jueves	9/dic./21	24722	6156	1039	146	1164	251	0	1	0	141	27	1	33648	
Viernes	10/dic./21	24885	6122	1302	125	1237	312	0	0	0	151	25	1	34160	
Sábado	11/dic./21	25230	5374	1112	105	962	208	0	0	0	75	23	1	33090	
Domingo	12/dic./21	18511	3058	659	108	252	23	0	0	0	41	10	0	22662	

R/ La clasificación del vehículo T3S4 es correcta, es parte de una flota reciente adquirida por empresas de distribución de bebidas e ingenios del país por lo que se encuentran en circulación.



OBSERVACION 3:

3- Se presentan tablas con valores de 0% en la composición y se tiene valor, en varias tablas, ajustar los decimales correspondientes para evitar esta inconsistencia

Tabla 28: Composición del tráfico vehicular, Carretera CA04S tramo El Trébol - Útila, año 2021

Tráfico promedio diario anual al año 2021 Carretera CA04S tramo El Trebol - Redoncel Utila													
	LIVIANO	PICK UP	MICROBUS	AUTOBUS	C2	C3	T2S1	T2S2	T2S3	T3S2	T3S3	T3S4	TOTAL
TPDA	48823	10707	1355	250	1978	393	0	0	0	276	56	1	63839
Composición	76.5%	16.8%	2.1%	0.4%	3.1%	0.6%	0.0%	0.0%	0.0%	0.4%	0.1%	0.0%	100.0%

R/ Es buena práctica del consultor trabajar los porcentajes de vehículos pesados con un decimal ya que es muy impráctico incluir más en su análisis, en efecto irrelevante, tal es el presente caso donde para los vehículos T3S4 resultaría un valor de $1/63,839 = 0.0000157$ por lo que dicho valor se conservará.

OBSERVACION 4:

4- Faltan las unidades en el retraso de 37.5

El Redondel Utila presenta al año base, 2021, durante la hora pico matutina una eficiencia operativa ya comprometida con un nivel de servicio E, con retrasos promedio en conjunto como intersección de 37.5. El acceso norte sobre Calle al Puerto es el acceso que presenta las condiciones más críticas ya que opera con retrasos promedios de 41.7 segundos y un grado de saturación de 0.93, el acceso ya no cuenta con capacidad para atender la demanda, cualquier pequeña disrupción al tráfico ocasionará formaciones de cola largas. El acceso oeste sobre Blv. Sur también opera con un nivel de servicio E y presenta condiciones de saturación solamente el acceso sur de Carretera al Puerto opera con un nivel de servicio A, esto debido a que sobre dicho acceso existe un flujo predominante de paso que no entra al redondel. En si el redondel hay no cuenta con la capacidad de acomodar ni la demanda actual del tráfico.

R/ Se acepta observación, se corrigió

OBSERVACION 5:

5- No se presenta el análisis de capacidad y nivel de servicio para el año de proyecto 2042, la tabla 78 tiene de título “Eficacia Operativa 2042 Redondel Utila 2027”, pero solo contiene el análisis para 2027.

7. ANÁLISIS DE CAPACIDAD A FUTURO

El paso a desnivel se analizó para determinar su eficiencia operativa a futuro considerando el redondel en su nivel inferior y los carriles de aceleración, se estima que el paso a desnivel tenga una vida útil corta, ya que al año 2027 el mismo presentará ya bloqueos y congestión.

El redondel en la parte inferior podrá operar de muy buena manera con un nivel de servicio A en conjunto y en todos sus accesos, mostrando suficiente capacidad para atender la demanda futura.

Tabla 78: Eficiencia operativa 2042 Redondel Utila 2027

Eficiencia operativa Intersección Redondel Utila con paso a desnivel 2027, hora pico						
Acceso	Movimiento	Demanda	Capacidad	Grado de saturación	Retraso promedio	Nivel de servicio

R/ Se corrige el título de la tabla.

El proyecto no logra tener una vida útil al año 2042, se estimó y se determinó que el mismo puede llegar operando antes de alcanzar su capacidad al año 2027 y se demuestra mediante el análisis de la eficiencia operativa del carril de aceleración sur, ahí se evidencia una densidad vehicular muy alta y ya con un nivel de servicio E situación que se corrobora mediante la simulación de tráfico realizada, cualquier análisis a posterior al año 2027 mostrará simplemente mayores valores de congestión por lo que ya no son relevantes dichos hallazgos.

El punto de “falla” de la obra de paso a desnivel es el carril de aceleración sur y este ya no tendrá más capacidad de atender la demanda vehicular más del año 2027.

Se agrega el análisis del carril de aceleración sur al año 2042.

1. INTRODUCCIÓN

El presente informe contiene el Estudio de Tráfico del proyecto denominado: "Construcción de paso a desnivel en intersección entre Rutas CA04S – LIB04W, Carretera Al Puerto De La Libertad, Sobre Redondel Útila, Municipio De Santa Tecla, La Libertad."

Considerando la ubicación y tipología del proyecto es necesario realizar un estudio de tráfico con el fin de analizar la demanda vial a corto y largo plazo de la ruta CA04S, y LIB04W.

Para cumplir con dichos objetivos, este estudio estará estructurado de la siguiente manera:

- Recopilación de datos de tráfico
- Conteos manuales de Calibración
- Análisis de la Situación Actual
- Proyección del crecimiento del tráfico
- Análisis de capacidad
- Conclusiones y recomendaciones.

2. OBJETIVOS

2.1. Objetivo General

El objetivo principal del presente estudio de tráfico es de determinar la demanda vial a corto y largo plazo y la eficiencia operativa de la intersección.

2.2. Objetivos Específicos

- Determinar los volúmenes de tráfico que circularán por la intersección durante la vida útil definida por el proyecto.
- Estimar la geometría idónea para atender la demanda vehicular
- Realizar los análisis de capacidad de la intersección y sus diferentes componentes.
- Servir de insumo para el diseño de pavimentos del camino en estudio



3. RECOPIACIÓN DE DATOS DE TRÁFICO

3.1. Datos Históricos

Se ha hecho una recopilación de datos históricos de tráfico, consistentes en el tráfico promedio diario anual, TPDA y factores de expansión de tráfico provenientes de estaciones de conteos permanentes propiedad del MOP. Estos datos servirán de base para futuras proyecciones y análisis de la información de tráfico.

3.1.1. Conteos Históricos de tráfico

Se recopilaron datos de TPDA para la vía en estudio. Los datos de TPDA histórico con la información más confiable que se obtuvo fueron proporcionados por la DPOP-MOP y corresponden al periodo entre 2005 y 2015, se han tenido en cuenta el dato al año 2021 que corresponde a elaboración propia del presente estudio.

Tabla 1: TPDA histórico Carretera CA04S tramo El Trébol- R. Útila

AÑO	TPDA Histórico
2005	29617
2009	31830
2010	32530
2015	52874
2021	63839

Tabla 2: TPDA histórico Carretera Blvd. Sur tramo 5ª Av. Sur-CA04S

AÑO	TPDA Histórico
2005	16495
2009	19796
2010	20325
2015	26544
2021	35587

Tabla 3: TPDA histórico Carretera Blvd. Sur -Dv. Comasagua

AÑO	TPDA Histórico
2005	11305
2009	31267
2010	32647
2015	21344
2021	58685

3.2. FACTORES DE EXPANSIÓN DE TRÁFICO

Para el desarrollo del presente estudio se consideró y evaluó la información histórica proporcionada por la Dirección de Planificación de la Obra Pública del MOP en cuanto a

conteos históricos de tráfico. Se proporcionó factores de expansión históricos del año 2015 de la estación Av. Bernal consistente en:

- Factor mensual
- Factor Nocturno
- Factor diario

3.2.1. Factor Mensual.

Los factores TPDA/TPDM utilizados fueron proporcionados por la Dirección de Planificación de la Obra Pública del MOP, corresponden al año de información más reciente disponible de la estación permanente de la zona que en este caso corresponde a la Estación LIBISC009. (año 2015)

Teniendo la relación TPDM-TPDA de la estación permanente y el valor del TPDM de la estación semipermanente se multiplico este valor por el factor del mes y se obtuvo el valor del TPDA.

Tabla 4: Relación TPDM-TPDA (factor mensual) estación permanente La Libertad, año 2015

FACTOR MENSUAL	
Estacion	Diciembre
La Libertad	1.0051

3.2.2. Factores nocturno y diario

Se cuenta con información generada de la estación semipermanente relevada por el MOP en relación a los factores nocturno y diario.

El factor nocturno se obtiene al dividir el tráfico promedio diario entre el tráfico promedio de doce horas continuas durante los siete días de la semana correspondientes. En tal sentido los resultados se presentan en la Tabla 5.

El factor diario se obtiene de dividir el tráfico diario entre el promedio de los siete días de la semana registrados en la estación semipermanente o permanente

Tabla 5: Relaciones de factor nocturno y diario para la Carretera CA04S tramo Trébol - Útilla

FACTOR	Lunes	Martes	Miercoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo
TPDM/TPD	0.9466	1.0161	1.0252	0.9686	0.9149	0.9533	1.2352
TPD/TPDM	1.0564	0.9842	0.9755	1.0325	1.0930	1.0490	0.8096
FACTOR NOCTURNO	1.293	1.39	1.352	1.338	1.408	1.442	1.321

Tabla 6: Relaciones de factor nocturno y diario para la Carretera Blvd. Sur tramo 5ª Av. Sur-CA04S

FACTOR	Lunes	Martes	Miercoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo
TPDM/TPD	0.9747	1.0220	0.9564	0.9154	0.9047	0.9576	1.4127
TPD/TPDM	1.0260	0.9784	1.0456	1.0924	1.1054	1.0443	0.7079
FACTOR NOCTURNO	1.306	1.315	1.336	1.345	1.356	1.267	1.257

Tabla 7: Relaciones de factor nocturno y diario para la Carretera Blvd. Sur -Dv. Comasagua

FACTOR	Lunes	Martes	Miercoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo
TPDM/TPD	1.0121	1.0692	1.0438	0.9798	0.9160	0.8903	1.1323
TPD/TPDM	0.9880	0.9352	0.9581	1.0206	1.0917	1.1232	0.8831
FACTOR NOCTU	1.299	1.306	1.301	1.317	1.376	1.399	1.346

3.3. CONTEOS VEHICULARES 2021

Los conteos mecanizados se realizaron en puntos estratégicos sobre la CA04S-LIB04W, entre los días martes 07 de diciembre y lunes 13 de diciembre del 2021 durante 24 horas continuas registrando los valores para cada hora, clasificando los vehículos de acuerdo a las categorías utilizadas por MOP. La instalación del equipo se realizó durante la noche con trabajadores, los cuales contaron con el equipo de seguridad vial necesario para realizar la instalación, consistente en conos, banderillas y luces estroboscópicas.

Los conteos vehiculares manuales clasificados se realizaron en puntos estratégicos sobre la CA04, en los tramos correspondientes de Carretera Al Puerto De La Libertad, Sobre Redondel Útila). Los conteos vehiculares manuales clasificados se realizaron entre los días martes 07 de diciembre y lunes 13 de diciembre del 2021, en horario de 6:00 a.m. a 6:00 p.m. (de 6:00 a 18:00) en períodos de 15 minutos, haciendo un total de 12 horas continuas cada día.

Se realizaron conteos manuales temporales para la calibración de los conteos mecánicos, así como conteos de pantalla a fin de determinar los volúmenes de tráfico en las categorías; Normal desviado, generado y de desarrollo, que circulan actualmente y que circularán al año horizonte por el camino. Estos conteos de calibración serán por 4 días 12 horas de 6:00 a 18:00 horas incluyendo fin de semana para lo cual se utilizarán contómetros manuales.

La clasificación vehicular por utilizar será congruente con la solicitada, vehículos livianos, pick up, microbús, autobús, C2, C3, T3S4, T2S2, T3S2 y T3S3. En los conteos manuales temporales se contabilizará las bicicletas adicionalmente.

3.4. CONTEOS DISCRIMINADOS EN INTERSECCIÓN

Se obtendrá por cuatro días de 6:00 a las 18:00 horas, horario en intervalos de 15 minutos el tráfico de las intersecciones a estudiar de la zona aforando los giros de las intersecciones de la vía con objeto de diseñar correctamente las intersecciones correspondientes

La información de los conteos vehiculares será incorporada en medio digital formato Excel, indicando además esquemáticamente la ubicación de las estaciones de conteo utilizadas.

La clasificación vehicular por utilizar será congruente con la utilizada en el SIGESVIES, por el MOP. Vehículos livianos, pick up, microbús, autobús, C2, C3, T2S1, T2S2, T3S2 y T3S3 y bicicletas.

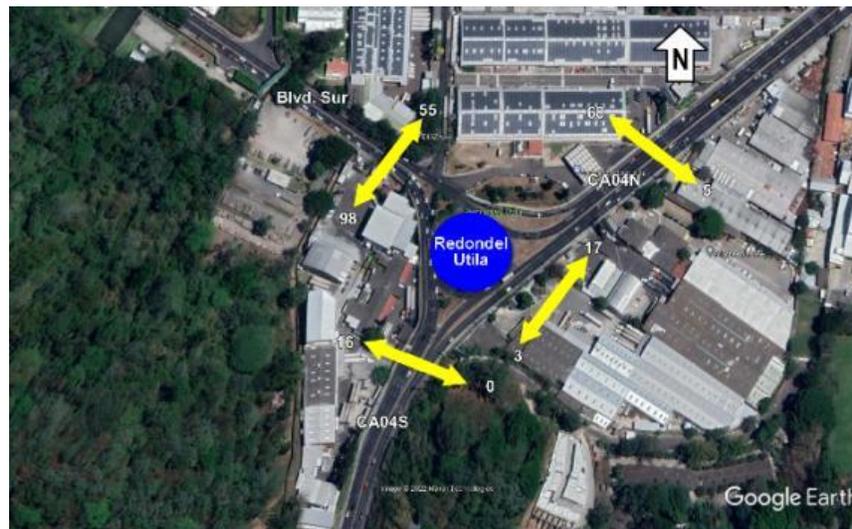
3.5. CONTEOS PEATONALES

Con el objeto de poder plantear mejorar las condiciones peatonales de la intersección en estudio se realizaron conteos peatonales para determinar los movimientos y cuantía de estos. Los conteos se realizaron los días 7 y 13 de diciembre de 2021 de 6:00 a las 18:00 horas, horario en intervalos de 15 minutos de tráfico, siendo el día 7 de diciembre el día de máxima demanda.

Tabla 8: Volumen de personas por hora de máxima demanda peatonal P1 durante la mañana y en la tarde

HORA	ACCESOS												TOTAL
	Calle: Blv. Sur		Calle: Blv. Sur	Calle: Costado Este		Calle: Costado Este	Calle: Carr. Puerto La Libertad		Calle: Carr. Puerto La Libertad	Calle: Calle al Trebol		Calle: Calle al Trebol	
	Cruza hacia 1: NORTE	Cruza hacia 2: SUR		Cruza hacia 3: NORTE	Cruza hacia 4: SUR		Cruza hacia 5: ESTE	Cruza hacia 6: OESTE		Cruza hacia 7: ESTE	Cruza hacia 8: OESTE		
6:00 - 7:00	16	47	63	15	28	43	0	0	0	8	42	50	156
7:00 - 8:00	29	93	122	15	13	28	0	0	0	16	34	50	200
8:00 - 9:00	20	55	75	4	6	10	0	0	0	7	15	22	107
9:00 - 10:00	20	31	51	5	0	5	1	0	1	7	13	20	77
10:00 - 11:00	18	21	39	3	4	7	3	0	3	12	7	19	68
11:00 - 12:00	13	24	37	0	1	1	0	0	0	13	16	29	67
12:00 - 13:00	25	41	66	2	4	6	0	5	5	13	27	40	117
13:00 - 14:00	23	44	67	3	1	4	0	1	1	8	7	15	87
14:00 - 15:00	18	26	44	3	0	3	0	2	2	4	2	6	55
15:00 - 16:00	14	25	39	1	0	1	0	0	0	14	9	23	63
16:00 - 17:00	55	98	153	17	3	20	0	16	16	68	5	73	262
17:00 - 18:00	56	144	200	1	1	2	1	0	1	38	3	41	244

Figura 1: Ubicación y movimientos de conteos peatonales



A continuación, se muestran gráficos del flujo peatonal en las horas de la mañana de las intersecciones aforadas

Figura 2: Flujo peatonal cada 15 minutos, por acceso en horas de la mañana intersección en zona de estudio

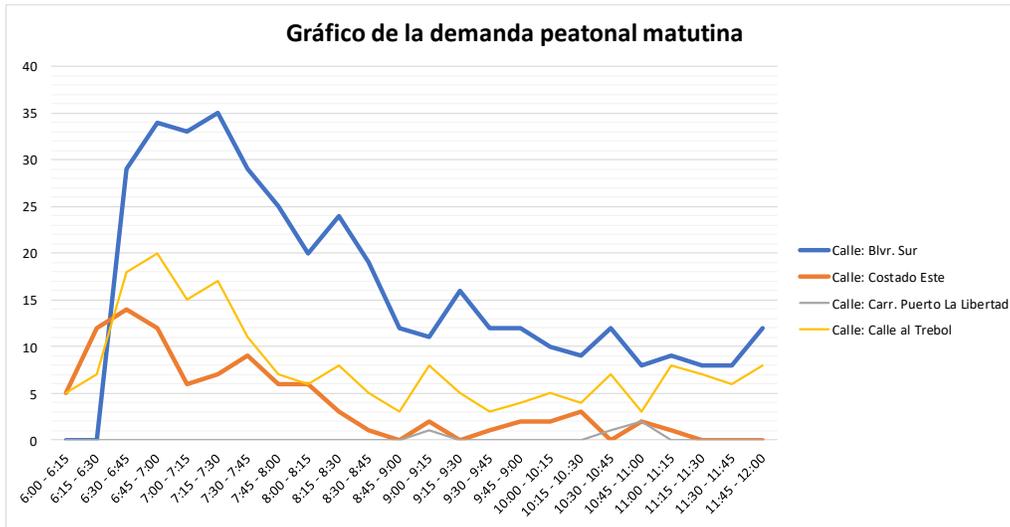


Figura 3: peatonal total cada 15 minutos, en horas de la mañana intersección en zona de estudio

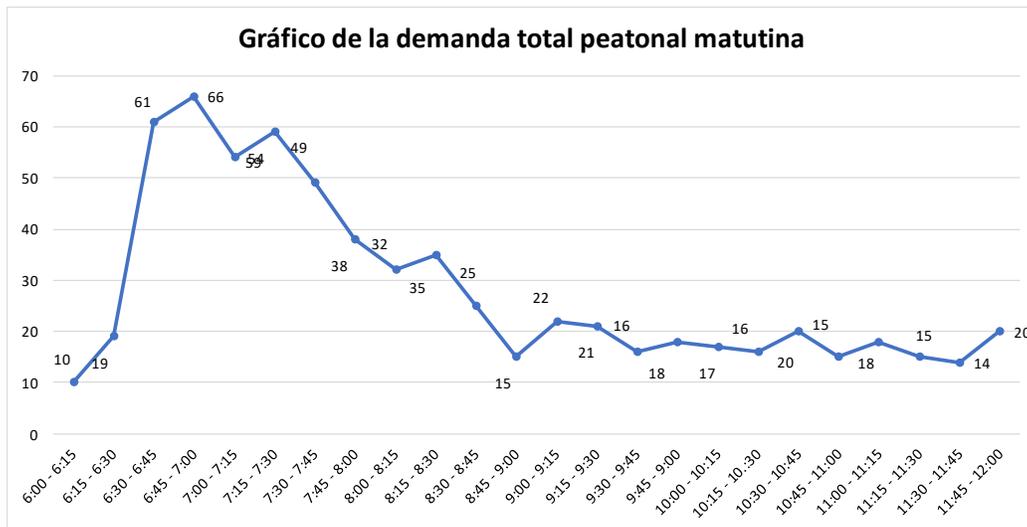


Figura 4: Flujo peatonal cada 15 minutos, total de intersección en zona de estudio, en horas de la tarde

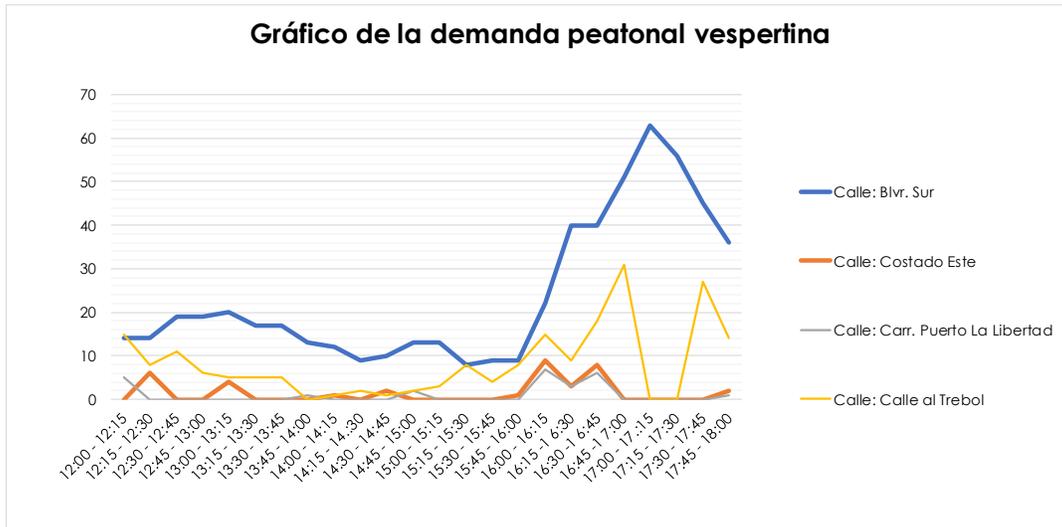
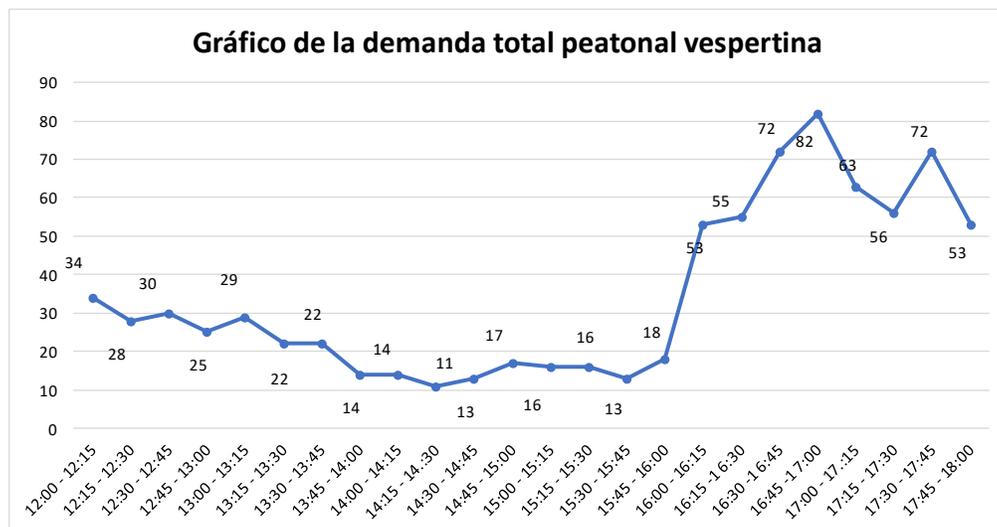


Figura 5: Flujo peatonal cada 15 minutos, total de intersección en zona de estudio, en horas de la tarde



3.6. ENCUESTAS ORIGEN – DESTINO (O/D).

Para la realización de las encuestas de Origen – Destino se coordinó conjuntamente con el MOP y la PNC, se identificaron 3 puntos de encuesta, ubicándolos en cada ramal del redondel y se realizaron simultáneamente con los conteos semipermanentes.

La encuesta tuvo una duración de 2 días, 12 horas, entre las 6:00 am y las 6:00 pm en cada punto. La encuesta indagó el municipio de origen y el destino del mismo, el tipo de vehículo, motivo del viaje, ocupancia vehicular, tipo de carga en caso de ser vehículos pesados.

3.7. ENCUESTAS DE VELOCIDAD

3.7.1. Velocidades para Blv. Sur.

Para este punto de conteo se obtuvo un rango de muestras de velocidad de los 20 km/h hasta un rango de los 160 km/h, en la siguiente tabla se puede observar el resumen de los datos obtenidos.

Tabla 9: Resumen datos de velocidad

Rango de Velocidad	Punto Medio	Frecuencia Observada		Frecuencia Acumulada	
Km/h	V (km/h)	Frecuencia Observada Absoluta	Frecuencia Observada Relativa	Frecuencia Acumulada Absoluta	Frecuencia Acumulada Relativa
20-29	24.5	1,396	0.66	1,396	0.66
30-39	34.5	1,959	0.93	3,355	1.59
40-49	44.5	6,959	3.29	10,314	4.88
50-59	54.5	23,992	11.35	34,306	16.23
60-69	64.5	56,157	26.56	90,463	42.79
70-79	74.5	73,623	34.82	164,086	77.62
80-89	84.5	34,984	16.55	199,070	94.16
90-99	94.5	8,853	4.19	207,923	98.35
100-109	104.5	2,217	1.05	210,140	99.4
110-119	114.5	1,133	0.54	211,273	99.94
120-129	124.5	137	0.06	211,410	100
130-139	134.5	0	0	211,410	100
140-149	144.5	0	0	211,410	100
150-159	154.5	0	0	211,410	100
160<	160.0	0	0	211,410	100
		211,410	100.00		

Con los datos obtenidos de velocidad, se han elaborado las gráficas correspondientes a gráficos de histograma y polígono de frecuencias de velocidad para luego realizar los análisis correspondientes

Figura 6: Histograma de frecuencias de velocidades sobre Blvd Sur

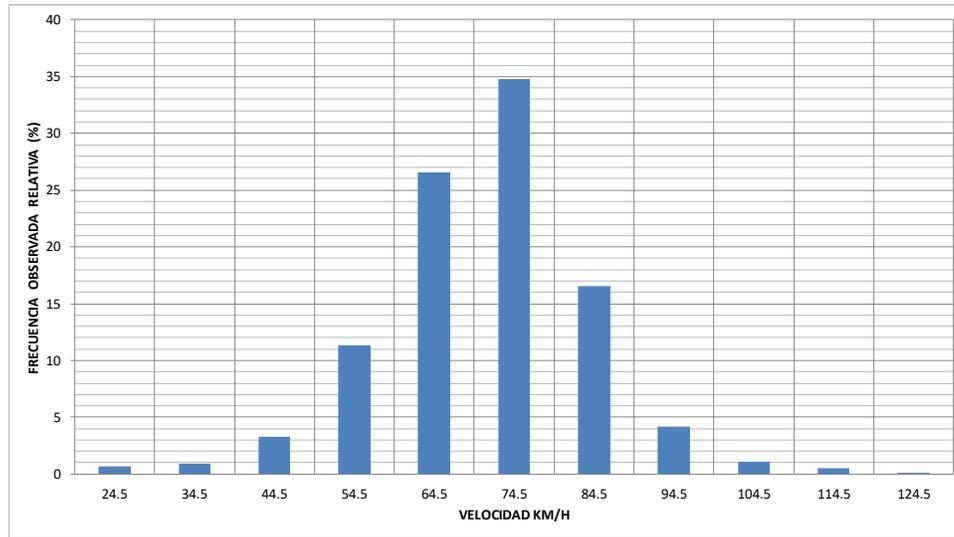


Figura 7: Polígono de frecuencia de velocidades observadas sobre Boulevard Sur-2021

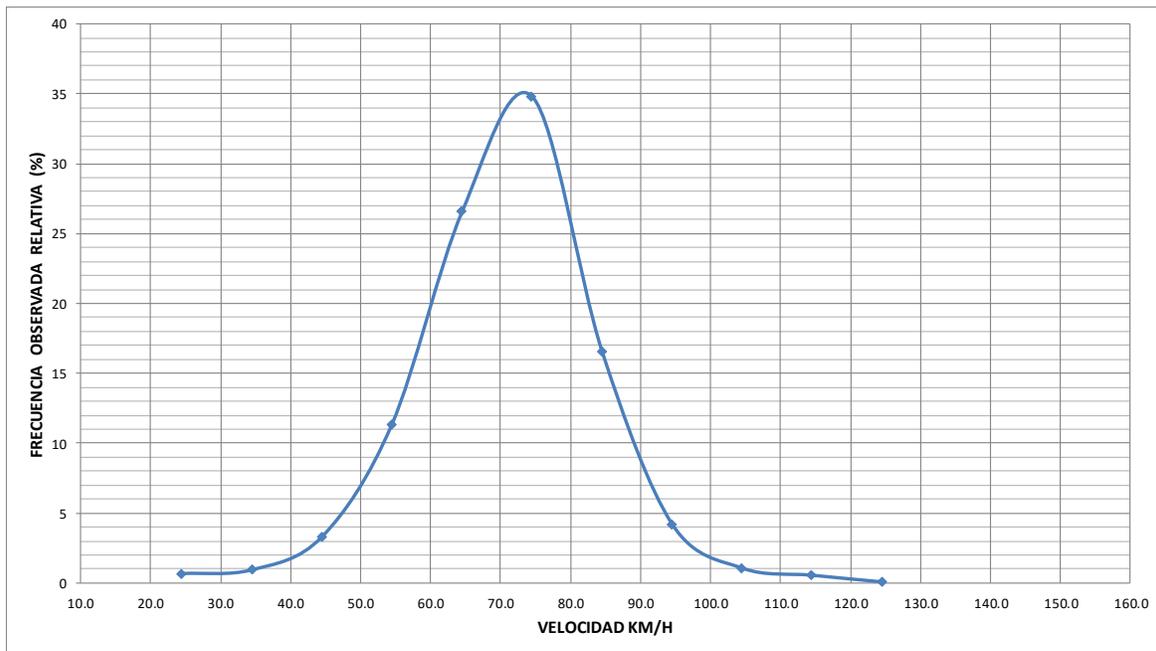


Figura 8: Curva de frecuencia acumulada de velocidades observadas en Boulevard Sur-2021

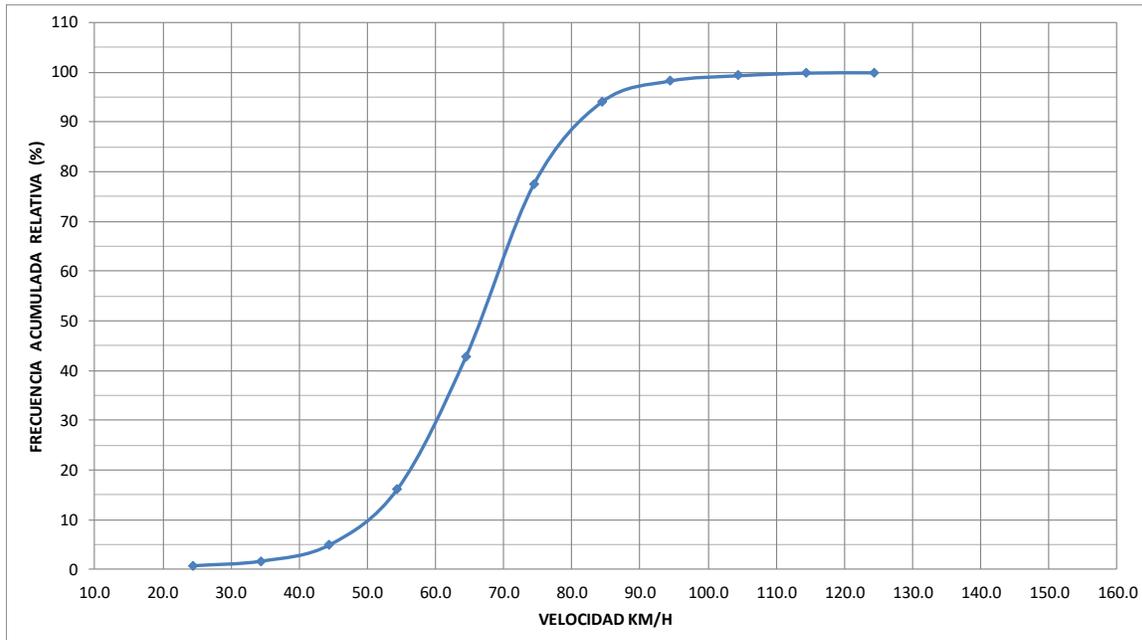


Tabla 10: Parámetros de velocidad en Blvd. Sur-2021

	Km/H
Velocidad Promedio	70.94
Desviación estandar	13.16
Error estandar de la media	0.03
Velocidad 95% confiabilidad	70.94 ± 0.1

La tabla anterior nos presenta el resumen del análisis de los datos obtenidos de velocidad sobre Blvd Sur, de lo cual podemos afirmar con una confiabilidad del 95% que la velocidad promedio de la carretera es de 70.94 +/- 0.1 km/h, la velocidad cuenta con una desviación estándar de 13.16 km/h.

3.7.2. Velocidad para CA04N sentido hacia Redondel El Trébol.

Para este punto de conteo se obtuvo un rango de muestras de velocidad de los 20 km/h hasta un rango de los 160 km/h, en la siguiente tabla se puede observar el resumen de los datos obtenidos.

Tabla 11: Resumen datos de velocidad

Rango de Velocidad	Punto Medio	Frecuencia Observada		Frecuencia Acumulada	
Km/h	V (km/h)	Frecuencia Observada Absoluta	Frecuencia Observada Relativa	Frecuencia Acumulada Absoluta	Frecuencia Acumulada Relativa
5-19	12	0	0	0	0
20-29	24.5	1,370	0.34	1,370	0.34
30-39	34.5	6,016	1.47	7,386	1.81
40-49	44.5	24,148	5.92	31,534	7.73
50-59	54.5	42,206	10.34	73,740	18.07
60-69	64.5	86,011	21.07	159,751	39.14
70-79	74.5	123,796	30.33	283,547	69.48
80-89	84.5	93,626	22.94	377,173	92.42
90-99	94.5	18,751	4.59	395,924	97.01
100-109	104.5	5,776	1.42	401,700	98.43
110-119	114.5	2,285	0.56	403,985	98.99
120-129	124.5	4,138	1.01	408,123	100
130-139	134.5	0	0	408,123	100
140-149	144.5	0	0	408,123	100
150-159	154.5	0	0	408,123	100
160<	160.0	0	0	408,123	100
		408,123	99.99		

Con los datos obtenidos de velocidad, se ha elaborado las gráficas correspondientes a gráficos de histograma y polígono de frecuencias de velocidad para luego realizar los análisis correspondientes

Figura 9: Histograma de frecuencias de velocidades sobre CA04N sentido hacia Redondel El Trebol-2021

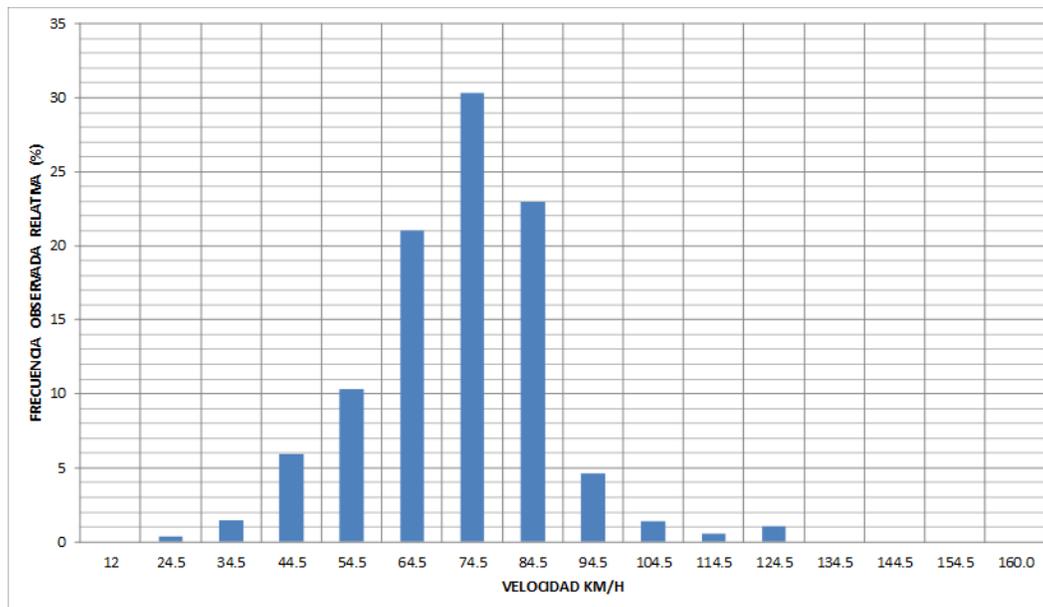


Figura 10: Polígono de frecuencia de velocidades observadas sobre CA04N sentido hacia Redondel El Trébol--2021

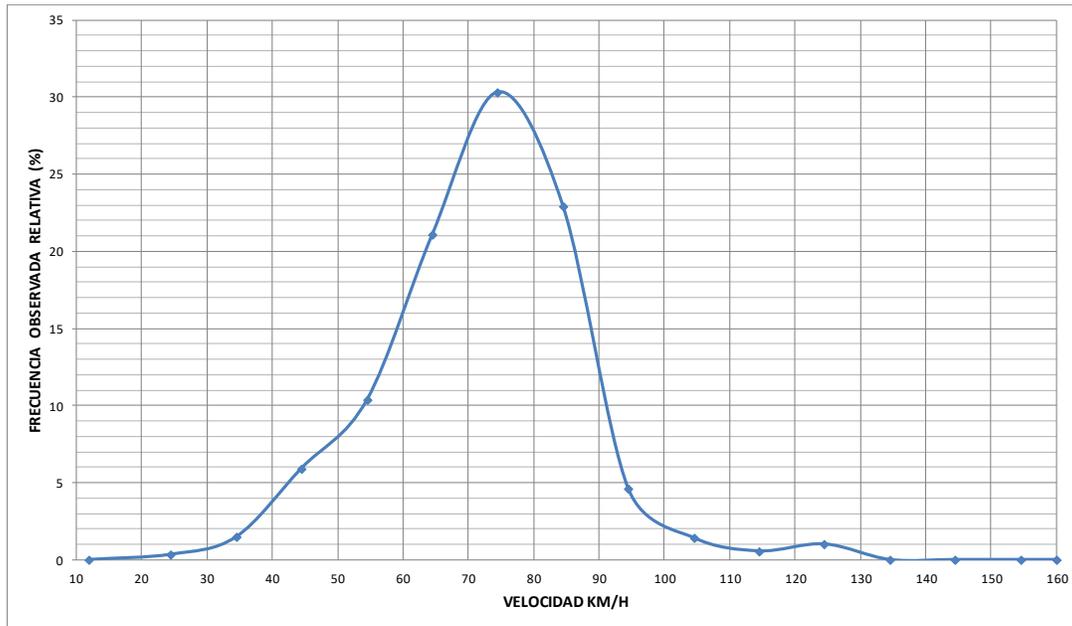


Figura 11: Curva de frecuencia acumulada de velocidades observadas en CA04N sentido hacia Redondel El Trebol-2021

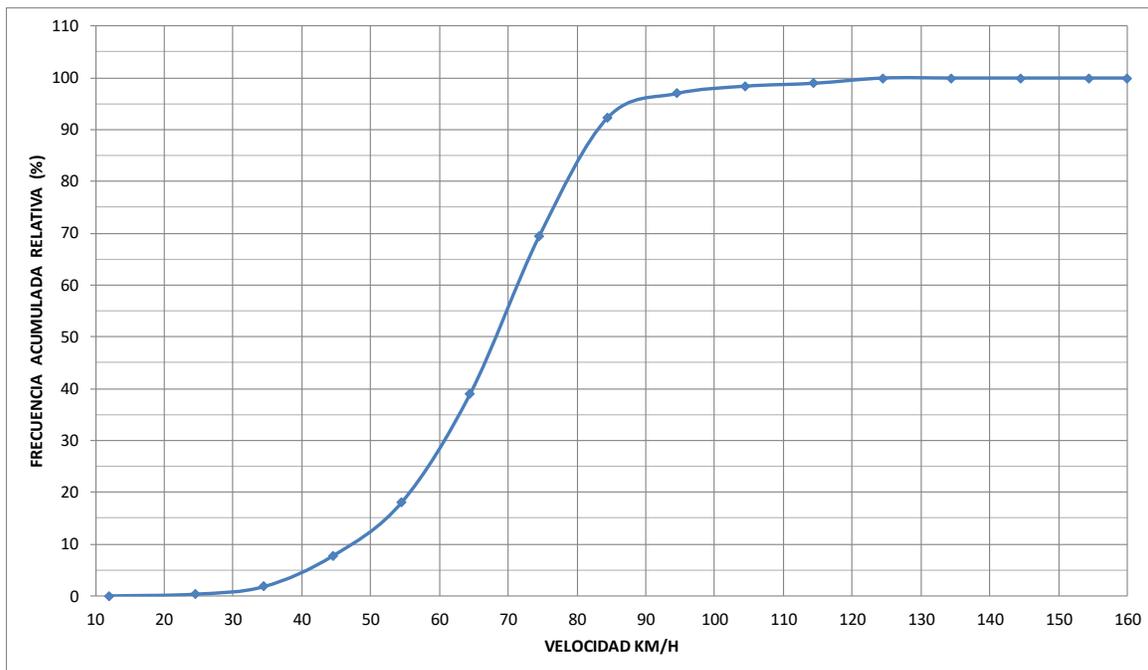


Tabla 12: Parámetros de velocidad en CA04N sentido hacia Redondel El Trebol-2021

	Km/H
Velocidad Promedio	72.16
Desviación estandar	15.18
Error estandar de la media	0.02
Velocidad 95% confiabilidad	72.16 ± 0.04

La tabla anterior nos presenta el resumen del análisis de los datos obtenidos de velocidad sobre CA04N sentido hacia Redondel El Trébol, de lo cual podemos afirmar con una confiabilidad del 95% que la velocidad promedio de la carretera es de 72.16 +- 0.04 km/h, la velocidad cuenta con una desviación estándar de 15.18 km/h.

3.7.3. Velocidades para la CA04S sentido hacia El Puerto.

Para este punto de conteo se obtuvo un rango de muestras de velocidad de los 20 km/h hasta un rango de los 160 km/h, en la siguiente tabla se puede observar el resumen de los datos obtenidos

Tabla 13: Resumen datos de velocidad

Rango de Velocidad	Punto Medio	Frecuencia Observada		Frecuencia Acumulada	
Km/h	V (km/h)	Frecuencia Observada Absoluta	Frecuencia Observada Relativa	Frecuencia Acumulada Absoluta	Frecuencia Acumulada Relativa
5-19	12	7,733	1.77	7,733	1.77
20-29	24.5	37,908	8.67	45,641	10.44
30-39	34.5	103,301	23.63	148,942	34.07
40-49	44.5	161,626	36.97	310,568	71.03
50-59	54.5	82,896	18.96	393,464	89.99
60-69	64.5	32,244	7.37	425,708	97.37
70-79	74.5	8,952	2.05	434,660	99.41
80-89	84.5	2,010	0.46	436,670	99.87
90-99	94.5	432	0.1	437,102	99.97
100-109	104.5	91	0.02	437,193	99.99
110-119	114.5	16	0	437,209	100
120-129	124.5	11	0	437,220	100
130-139	134.5	2	0	437,222	100
140-149	144.5	0	0	437,222	100
150-159	154.5	0	0	437,222	100
160<	160.0	0	0	437,222	100
		437,222	100.00		

Con los datos obtenidos de velocidad, se ha elaborado las gráficas correspondientes a gráficos de histograma y polígono de frecuencias de velocidad para luego realizar los análisis correspondientes

Figura 12: Histograma de frecuencias de velocidades sobre CA04S sentido hacia el puerto-2021

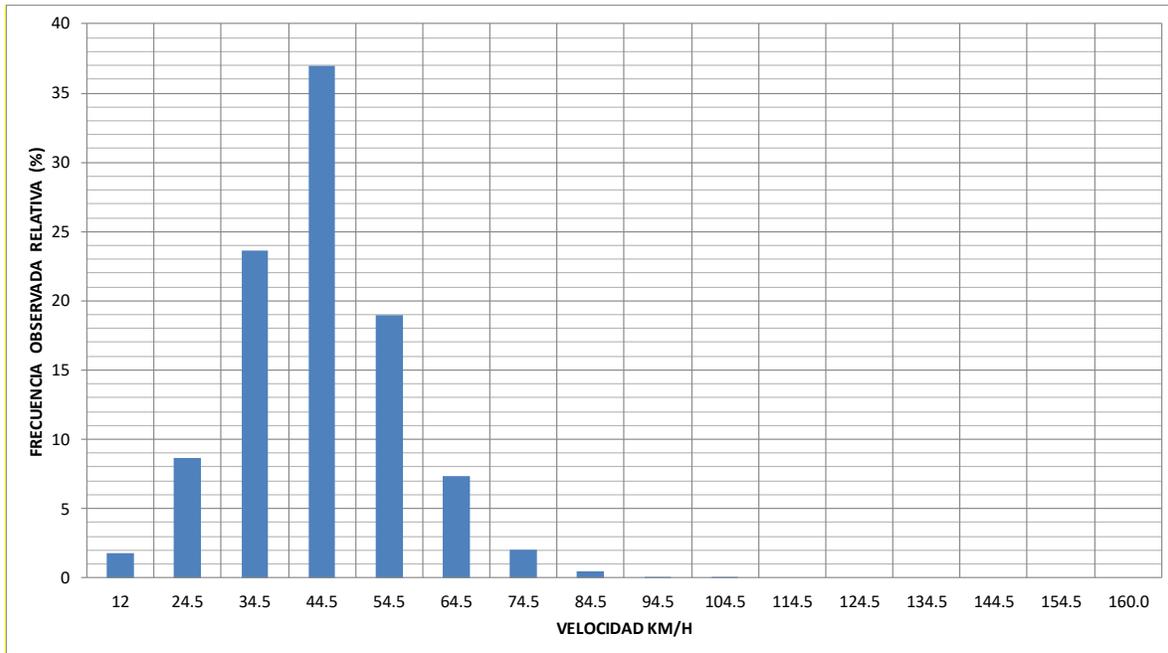


Figura 13: Polígono de frecuencia de velocidades observadas sobre CA04S sentido hacia el puerto-2021

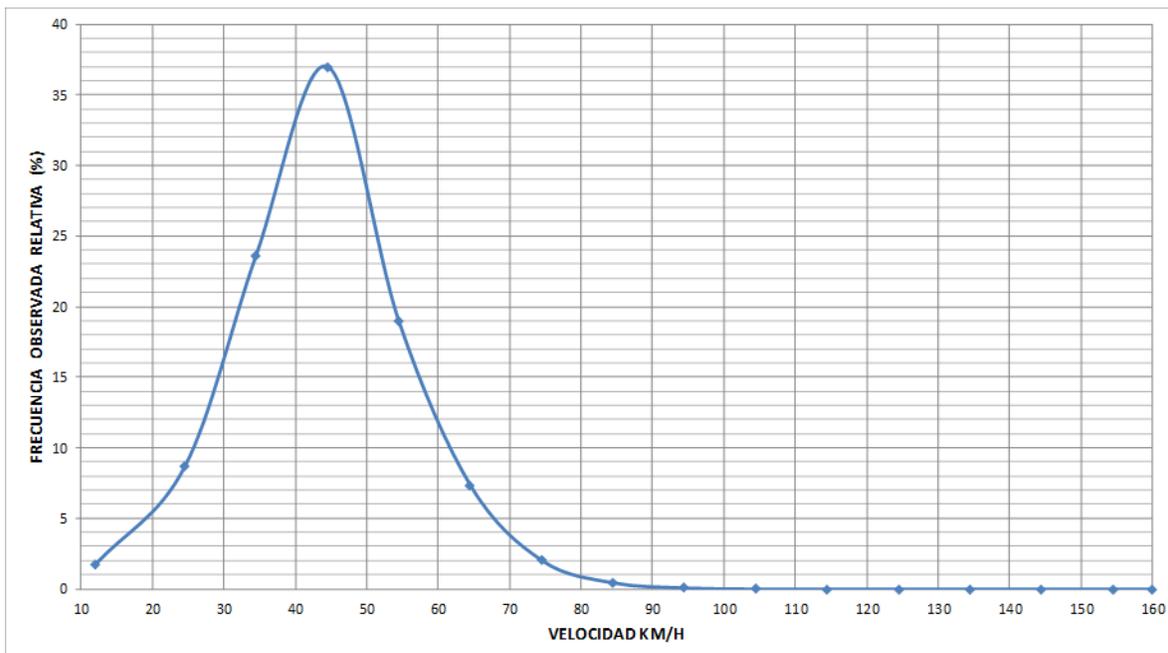


Figura 14: Curva de frecuencia acumulada de velocidades observadas en CA04S sentido hacia El Puerto-2021

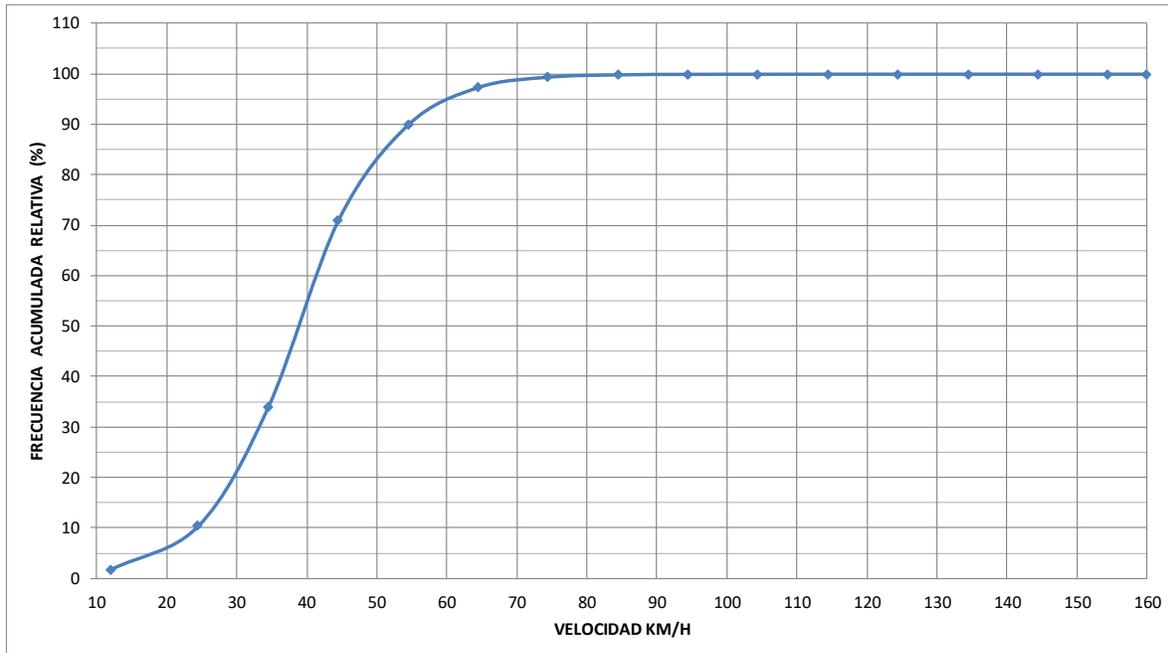


Tabla 14: Parámetros de velocidad CA04S sentido hacia El Puerto-2021

	Km/H
Velocidad Promedio	44.06
Desviación estandar	12.44
Error estandar de la media	0.02
Velocidad 95% confiabilidad	44.06 ± 0.04

La tabla anterior nos presenta el resumen del análisis de los datos obtenidos de velocidad sobre la CA04S sentido hacia El Puerto, de lo cual podemos afirmar con una confiabilidad del 95% que la velocidad promedio de la carretera es de 44.06 +- 0.04 km/h, la velocidad cuenta con una desviación estándar de 12.44 km/h.

3.7.4. Ubicación de puntos de conteos

En la Tabla 15, se presenta el detalle de la ubicación de los puntos donde se efectuaron los conteos

Figura 15: Ubicación de encuestas vehiculares en CA04 y Blvd. Sur



Tabla 15: Punto de conteo vehicular

Código	Ubicación	Tipo
Pa-1	Bulevar sur	Pantalla
Pa-2	CA04S- hacia El Puerto	Pantalla
Pa-3	Ca04-Hacia El Trebol	Pantalla
I-1	Ca04 y final Blvd. Orden de Malta	Interseccion
Re-1	Rotonda Via Madrid	Redondel

Figura 16: Ubicación de conteo mecanizado en zona de estudio, Pantalla 1,2 y 3

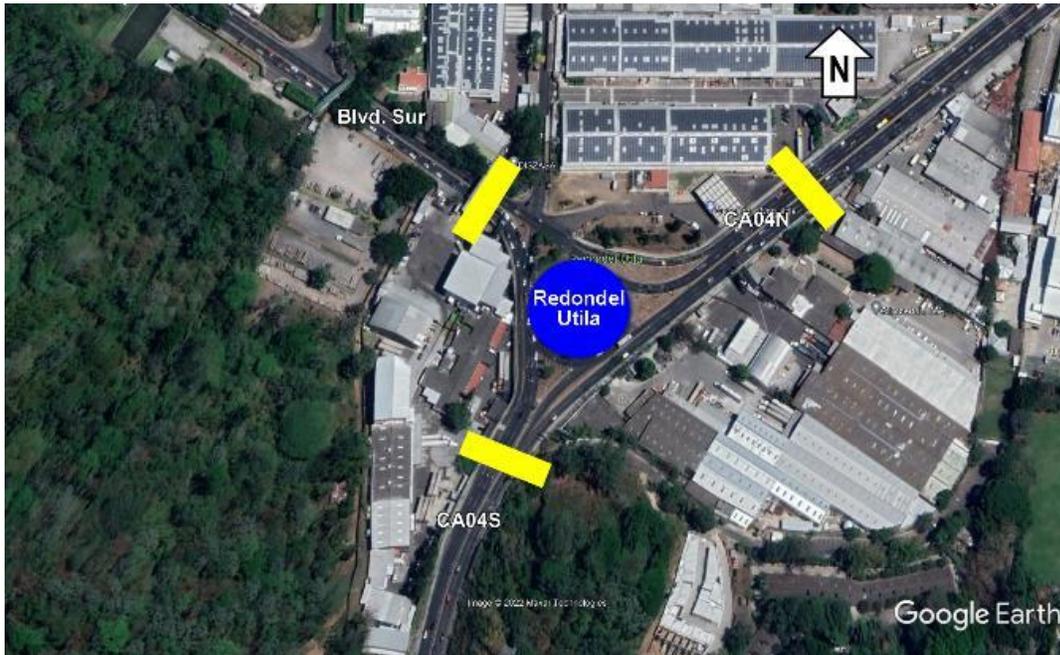


Figura 17: Ubicación de conteo de intersección en Blvd. Orden y Malta y CA04



Figura 18: Ubicación de conteo de intersección en Rotonda Vía Madrid



Fotografía 1: Instalación de conteo mecanizado Blv. Sur



Fotografía 2: Ubicación de conteo mecanizado CA04S, tramo norte



Fotografía 3: Instalación de conteo mecanizado CA04S, zona sur



Fotografía 4: Realización de encuesta OD Blv Sur



Fotografía 5: Realización de encuesta OD, CA04S zona sur



4. ANÁLISIS DE SITUACION ACTUAL

4.1. DETERMINACIÓN DEL TRÁFICO NORMAL AL AÑO BASE.

Se define como “tráfico normal”, o TPDA al año base, a aquel tráfico que no depende de la ejecución del proyecto; es decir que se registraría de todas maneras, aun de no realizarse el proyecto.

4.1.1. Carretera CA04S, tramo El Trébol -Útila.

En la Tabla 16, se aprecia el TP12 en sentido hacia Redondel Útila de la Carretera CA04S, tramo El Trébol -Útila, durante los 7 días de la semana y en la Tabla 17, se aprecia el tráfico en el sentido hacia San Salvador, combinando ambas tablas se obtiene el TP12 en ambos sentidos.

Tabla 16: TP12, Carretera CA04S sentido hacia Redondel Útila. Año 2021

Sentido 1: Hacia Redondel Utila			Codigo: P1											
DIA	FECHA	LIVIANO	PICK UP	MICROBUS	AUTOBUS	C2	C3	T2S1	T2S2	T2S3	T3S2	T3S3	T3S4	TOTAL
Lunes	13/dic./21	23888	6110	900	112	1175	307	0	1	0	156	56	3	32708
Martes	7/dic./21	23604	6137	986	240	1236	288	0	0	0	167	49	1	32708
Miercoles	8/dic./21	22621	5695	1006	151	1292	163	0	0	0	177	31	1	31137
Jueves	9/dic./21	24722	6156	1039	146	1164	251	0	1	0	141	27	1	33648
Viernes	10/dic./21	24885	6122	1302	125	1237	312	0	0	0	151	25	1	34160
Sábado	11/dic./21	25230	5374	1112	105	962	208	0	0	0	75	23	1	33090
Domingo	12/dic./21	18511	3058	659	108	252	23	0	0	0	41	10	0	22662

Tabla 17: TP12, Carretera CA04S sentido hacia Redondel El Trébol. Año 2021

Sentido 2: Hacia El Trebol				Codigo: P1										TOTAL
DIA	FECHA	LIVIANO	PICK UP	MICROBUS	AUTOBUS	C2	C3	T2S1	T2S2	T2S3	T3S2	T3S3	T3S4	TOTAL
Lunes	13/dic./21	26382	5998	359	106	1094	228	0	0	0	178	44	0	34389
Martes	7/dic./21	22981	4703	438	94	1146	239	0	1	0	174	28	0	29804
Miercoles	8/dic./21	23712	5181	427	97	1122	113	0	0	0	150	19	0	30821
Jueves	9/dic./21	24223	5755	378	99	1077	216	0	0	0	151	31	0	31930
Viernes	10/dic./21	27473	5794	368	98	1073	247	0	0	0	184	27	0	35264
Sábado	11/dic./21	27041	5054	295	117	751	134	0	0	0	124	21	0	33537
Domingo	12/dic./21	24753	3431	166	146	198	7	0	0	0	55	4	0	28760

Tabla 18: TP12, Carretera CA04S ambos sentidos. Año 2021

AMBOS SENTIDOS														
DIA	FECHA	LIVIANO	PICK UP	MICROBUS	AUTOBUS	C2	C3	T2S1	T2S2	T2S3	T3S2	T3S3	T3S4	TOTAL
Lunes	13/dic./21	50270	12108	1259	218	2269	535	0	1	0	334	100	3	67097
Martes	7/dic./21	46585	10840	1424	334	2382	527	0	1	0	341	77	1	62512
Miercoles	8/dic./21	46333	10876	1433	248	2414	276	0	0	0	327	50	1	61958
Jueves	9/dic./21	48945	11911	1417	245	2241	467	0	1	0	292	58	1	65578
Viernes	10/dic./21	52358	11916	1670	223	2310	559	0	0	0	335	52	1	69424
Sábado	11/dic./21	52271	10428	1407	222	1713	342	0	0	0	199	44	1	66627
Domingo	12/dic./21	43264	6489	825	254	450	30	0	0	0	96	14	0	51422
Promedio		48575	10653	1348	249	1968	391	0	0	0	275	56	1	63,517

Luego al aplicar los factores de expansión del tráfico descritos en el apartado 3.2, se obtiene el TPDA de la Carretera CA04S tramo El Trébol- Útila al año actual 2021.

Tabla 19: TPDA Carretera CA04S tramo Redondel El Trébol- Útila. año 2021

Tráfico promedio diario anual al año 2021 Carretera CA04S tramo El Trebol - Redondel Utila													
	LIVIANO	PICK UP	MICROBUS	AUTOBUS	C2	C3	T2S1	T2S2	T2S3	T3S2	T3S3	T3S4	TOTAL
TPDA	48823	10707	1355	250	1978	393	0	0	0	276	56	1	63839

4.1.2. Carretera Blvd. Sur tramo 5ª Av. Sur- CA04S

De la misma manera para el tramo Carretera Blvd. Sur, tramo 5ª Av. Sur-CA04S, de se presenta la Tabla 20, del tráfico hacia 5ª Av. Sur y la Tabla 21, con el sentido hacia CA04S, combinando ambas tablas se obtiene el TP12 diario y el TPDS de la carretera.

Tabla 20: TP12, Carretera Blvd. Sur hacia 5ª Av. Sur. Año 2021

Sentido 1: Hacia 5 Av. Sur				Codigo: P2										TOTAL
DIA	FECHA	LIVIANO	PICK UP	MICROBUS	AUTOBUS	C2	C3	T2S1	T2S2	T2S3	T3S2	T3S3	T3S4	TOTAL
Lunes	13/dic./21	14075	3298	459	337	453	160	0	0	0	144	52	0	18978
Martes	7/dic./21	13450	3082	473	384	686	167	0	0	0	145	69	0	18456
Miercoles	8/dic./21	14568	3193	565	404	646	177	0	0	0	165	45	0	19763
Jueves	9/dic./21	14835	3328	577	365	678	165	0	0	2	142	39	0	20131
Viernes	10/dic./21	15401	3643	567	371	464	178	0	0	0	143	33	0	20800
Sábado	11/dic./21	14282	3078	468	364	407	110	0	0	0	102	25	0	18836
Domingo	12/dic./21	10051	1729	288	224	85	12	0	0	0	29	8	0	12426

Tabla 21: TP12, Carretera Blvd Sur hacia CA04S. Año 2021

Sentido 2: Hacia CA04S				Codigo: P2										
DIA	FECHA	LIVIANO	PICK UP	MICROBUS	AUTOBUS	C2	C3	T2S1	T2S2	T2S3	T3S2	T3S3	T3S4	TOTAL
Lunes	13/dic./21	12437	3192	421	383	480	228	0	0	0	163	44	0	17348
Martes	7/dic./21	11744	2713	459	350	531	205	0	0	0	146	38	0	16186
Miercoles	8/dic./21	13049	2332	524	371	618	198	0	0	0	128	36	0	17256
Jueves	9/dic./21	13935	2616	521	375	590	299	0	0	0	167	44	0	18547
Viernes	10/dic./21	14036	2425	529	389	460	314	0	0	0	151	32	0	18336
Sábado	11/dic./21	13335	3068	575	351	555	189	0	0	0	52	12	0	18137
Domingo	12/dic./21	10236	1699	307	246	95	21	0	0	0	28	4	0	12636

Tabla 22: TP12, Carretera Blvd Sur ambos sentidos. Año 2021

AMBOS SENTIDOS														
DIA	FECHA	LIVIANO	PICK UP	MICROBUS	AUTOBUS	C2	C3	T2S1	T2S2	T2S3	T3S2	T3S3	T3S4	TOTAL
Lunes	13/dic./21	26512	6490	880	720	933	388	0	0	0	307	96	0	36326
Martes	7/dic./21	25194	5795	932	734	1217	372	0	0	0	291	107	0	34642
Miercoles	8/dic./21	27617	5525	1089	775	1264	375	0	0	0	293	81	0	37019
Jueves	9/dic./21	28770	5944	1098	740	1268	464	0	0	2	309	83	0	38678
Viernes	10/dic./21	29437	6068	1096	760	924	492	0	0	0	294	65	0	39136
Sábado	11/dic./21	27617	6146	1043	715	962	299	0	0	0	154	37	0	36973
Domingo	12/dic./21	20287	3428	595	470	180	33	0	0	0	57	12	0	25062
Promedio		26491	5628	962	702	964	346	0	0	0	244	69	0	35,405

Luego al aplicar los factores de expansión del tráfico descritos en el apartado 3.2, se obtiene el TPDA de la carretera Blvd. Sur, al año actual 2021.

Tabla 23: TPDA Carretera Blvd. Sur, tramo 5 Av. Sur-CA04S. año 2021

Tráfico promedio diario anual al año 2021 Carretera Blv. Sur, tramo 5 Av. Sur - CA04S													
	LIVIANO	PICK UP	MICROBUS	AUTOBUS	C2	C3	T2S1	T2S2	T2S3	T3S2	T3S3	T3S4	TOTAL
TPDA	26626	5657	967	706	969	348	0	0	0	245	69	0	35587

4.1.3. Carretera CA04S, tramo Blv. Sur - Dv. Comasagua

Las tablas siguientes, Tabla 24 y Tabla 25 contienen el TP12 por sentido de la carretera que luego en la Tabla 26 se combinan para obtener el TPDS

Tabla 24: TP12, Carretera CA04S, hacia El Puerto. Año 2021

Sentido 1: Hacia El Puerto				Codigo: P3										
DIA	FECHA	LIVIANO	PICK UP	MICROBUS	AUTOBUS	C2	C3	T2S1	T2S2	T2S3	T3S2	T3S3	T3S4	TOTAL
Lunes	13/dic./21	23821	5354	611	381	756	358	0	3	0	138	19	0	31441
Martes	7/dic./21	21877	4917	584	333	931	438	0	0	0	117	19	1	29217
Miercoles	8/dic./21	23031	5049	678	397	824	293	0	0	0	102	15	0	30389
Jueves	9/dic./21	24629	5464	688	390	779	481	0	3	0	100	17	0	32551
Viernes	10/dic./21	26701	5604	749	423	811	529	0	0	0	113	19	0	34949
Sábado	11/dic./21	25621	4959	667	388	489	393	0	4	0	71	21	0	32613
Domingo	12/dic./21	21273	3396	555	263	127	12	0	5	0	27	6	0	25664

Tabla 25: TP12, Carretera CA04S, hacia Redondel Útila. Año 2021

Sentido 2: Hacia Redondel Utila				Codigo: P3										
DIA	FECHA	LIVIANO	PICK UP	MICROBUS	AUTOBUS	C2	C3	T2S1	T2S2	T2S3	T3S2	T3S3	T3S4	TOTAL
Lunes	13/dic./21	18953	4870	615	340	1108	267	0	6	0	69	20	0	26248
Martes	7/dic./21	18504	4720	698	381	722	244	0	0	0	93	27	1	25390
Miercoles	8/dic./21	18652	4744	721	358	773	211	0	8	0	71	12	0	25550
Jueves	9/dic./21	19870	4952	820	363	708	234	0	10	0	75	10	0	27042
Viernes	10/dic./21	21025	5285	906	370	793	306	0	0	0	99	9	0	28793
Sábado	11/dic./21	25402	5283	948	372	687	197	0	6	0	54	19	0	32968
Domingo	12/dic./21	20676	3915	828	244	200	16	0	0	0	17	5	0	25901

Tabla 26: TP12, Carretera CA04S. ambos sentidos. Año 2021

AMBOS SENTIDOS														
DIA	FECHA	LIVIANO	PICK UP	MICROBUS	AUTOBUS	C2	C3	T2S1	T2S2	T2S3	T3S2	T3S3	T3S4	TOTAL
Lunes	13/dic./21	42774	10224	1226	721	1864	625	0	9	0	207	39	0	57689
Martes	7/dic./21	40381	9637	1282	714	1653	682	0	0	0	210	46	2	54607
Miercoles	8/dic./21	41683	9793	1399	755	1597	504	0	8	0	173	27	0	55939
Jueves	9/dic./21	44499	10416	1508	753	1487	715	0	13	0	175	27	0	59593
Viernes	10/dic./21	47726	10889	1655	793	1604	835	0	0	0	212	28	0	63742
Sábado	11/dic./21	51023	10242	1615	760	1176	590	0	10	0	125	40	0	65581
Domingo	12/dic./21	41949	7311	1383	507	327	28	0	5	0	44	11	0	51565
Promedio		44291	9787	1438	715	1387	568	0	6	0	164	31	0	58,388

Luego al aplicar los factores de expansión del tráfico descritos en el apartado 3.2 se obtiene el TPDA de la carretera CA04S, actual 2021.

Tabla 27: TPDA Carretera CA04S tramo Blvd. Sur-Dv. año 2021

Tráfico promedio diario anual al año 2021 Carretera CA04S tramo, Blv. Sur - Dv. Comasagua													
	LIVIANO	PICK UP	MICROBUS	AUTOBUS	C2	C3	T2S1	T2S2	T2S3	T3S2	T3S3	T3S4	TOTAL
TPDA	44517	9837	1445	719	1394	571	0	6	0	165	31	0	58685

4.2. COMPOSICIÓN DEL TRÁFICO VEHICULAR

Mediante los conteos clasificados realizados se ha podido determinar la composición del tráfico vehicular en la zona, tal como se presenta en las siguientes tablas y gráficos para cada uno de los tramos de la carretera.

En la Carretera CA04S podemos afirmar que los vehículos preponderantes en la zona son los livianos que junto con los pickups promedian arriba del 90% del tráfico de la zona. Dentro de los vehículos pesados el C2 es el de mayor proporción con un promedio de 2.73%

Tabla 28: Composición del tráfico vehicular, Carretera CA04S tramo El Trébol - Útila, año 2021

Tráfico promedio diario anual al año 2021 Carretera CA04S tramo El Trebol - Redondel Utila													
	LIVIANO	PICK UP	MICROBUS	AUTOBUS	C2	C3	T2S1	T2S2	T2S3	T3S2	T3S3	T3S4	TOTAL
TPDA	48823	10707	1355	250	1978	393	0	0	0	276	56	1	63839
Composición	76.5%	16.8%	2.1%	0.4%	3.1%	0.6%	0.0%	0.0%	0.0%	0.4%	0.1%	0.0%	100.0%

Tabla 29: Composición del tráfico vehicular, Carretera Blvd Sur 5 Av. Sur- CA04S, año 2021

Tráfico promedio diario anual al año 2021 Carretera Blv. Sur, tramo 5 Av. Sur - CA04S													
	LIVIANO	PICK UP	MICROBUS	AUTOBUS	C2	C3	T2S1	T2S2	T2S3	T3S2	T3S3	T3S4	TOTAL
TPDA	26626	5657	967	706	969	348	0	0	0	245	69	0	35587
Composición	74.8%	15.9%	2.7%	2.0%	2.7%	1.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.7%	0.2%	0.0%	100.0%

Tabla 30: Composición del tráfico vehicular, Blvd. Sur – Dv. Comasagua, año 2021

Tráfico promedio diario anual al año 2021 Carretera CA04S tramo, Blv. Sur - Dv. Comasagua													
	LIVIANO	PICK UP	MICROBUS	AUTOBUS	C2	C3	T2S1	T2S2	T2S3	T3S2	T3S3	T3S4	TOTAL
TPDA	44517	9837	1445	719	1394	571	0	6	0	165	31	0	58685
Composición	75.9%	16.8%	2.5%	1.2%	2.4%	1.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.3%	0.1%	0.0%	100.0%

Figura 19: Composición del tráfico vehicular, Carretera CA04S tramo El Trébol – Redondel Útila, año 2021

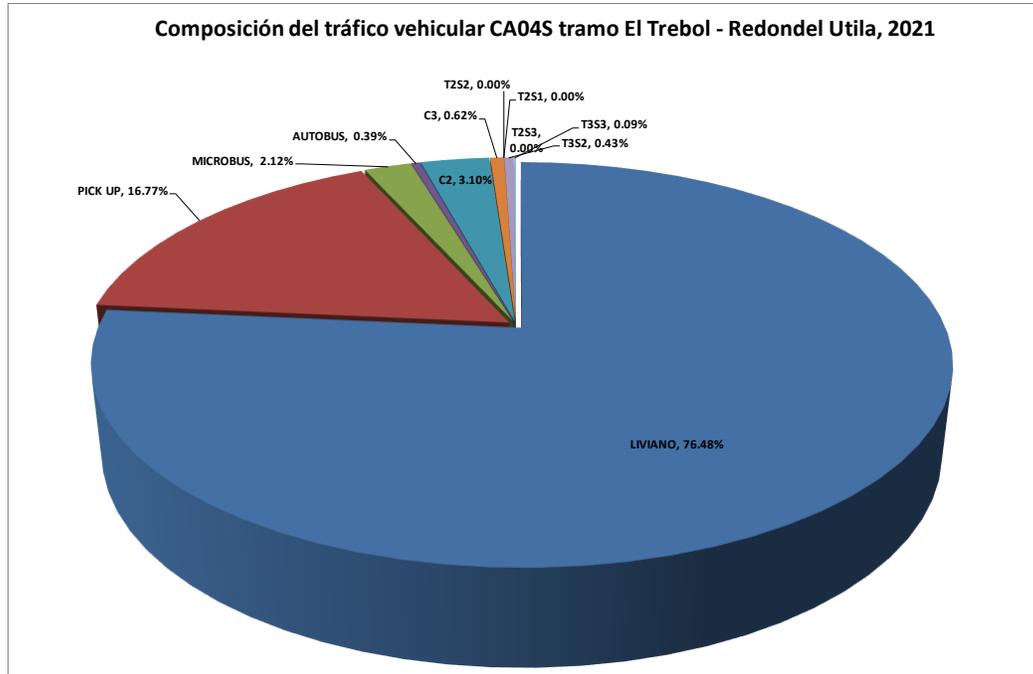


Figura 20: Composición del tráfico vehicular, Carretera Blvd. Sur tramo 5º Av. Sur - CA04S. Año 2021

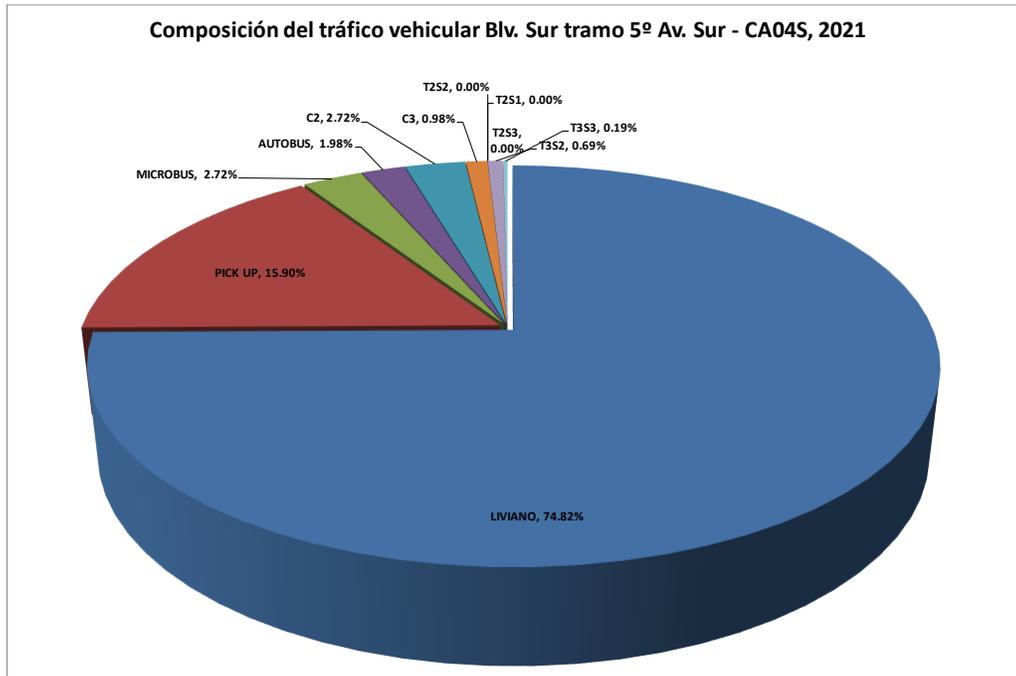
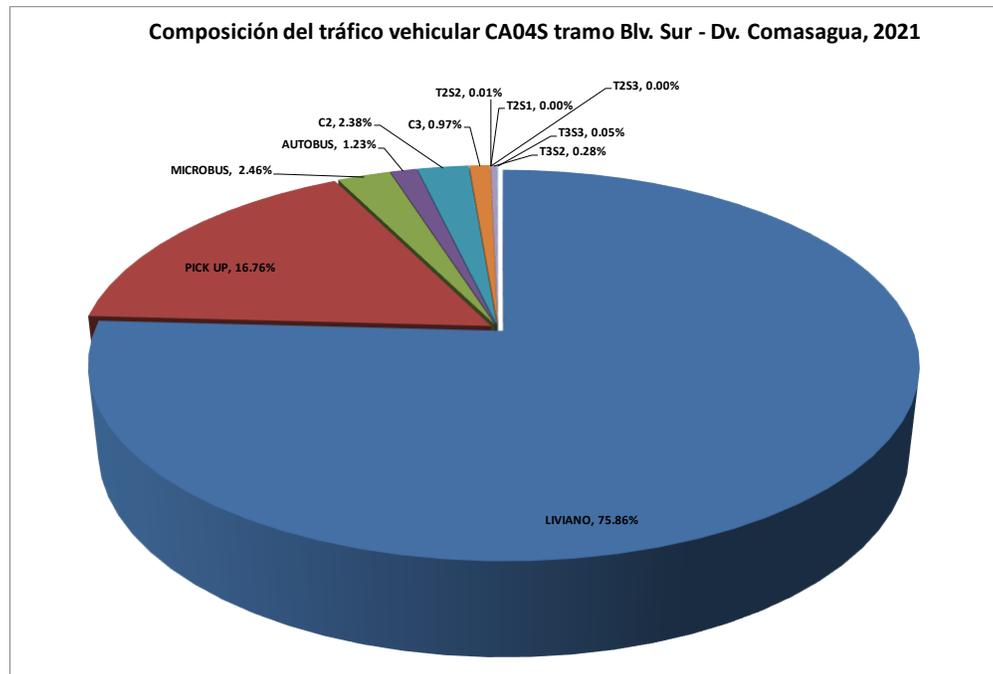


Figura 21: Composición del tráfico vehicular, Blvd. Sur Dv. Comasagua, Año 2021



4.3. DETERMINACIÓN DE LA HORA DE MÁXIMA DEMANDA VEHICULAR

En los siguientes gráficos se presenta la tendencia diaria del tráfico en la carretera CA04S, ahí se puede visualizar el comportamiento a diferentes horas del día del tráfico en el tramo en estudio.

4.3.1. Carretera CA04S tramo El Trébol - R Útila

La hora de máxima demanda para el camino se da de las 16:00 a 17:00 horas, durante el resto de las horas se observa una demanda creciente durante la mañana que alcanza su máximo a eso de las 7:00 horas para luego disminuir un poco con una demanda constante, sostenida que luego crece levemente hasta las 17:00 horas donde alcanza su máximo punto para luego descender rápidamente, tal como se puede observar en el siguiente gráfico.

Figura 22: Comportamiento del flujo vehicular en la Carretera CA04S, tramo El Trébol – Redondel Útila, año 2021

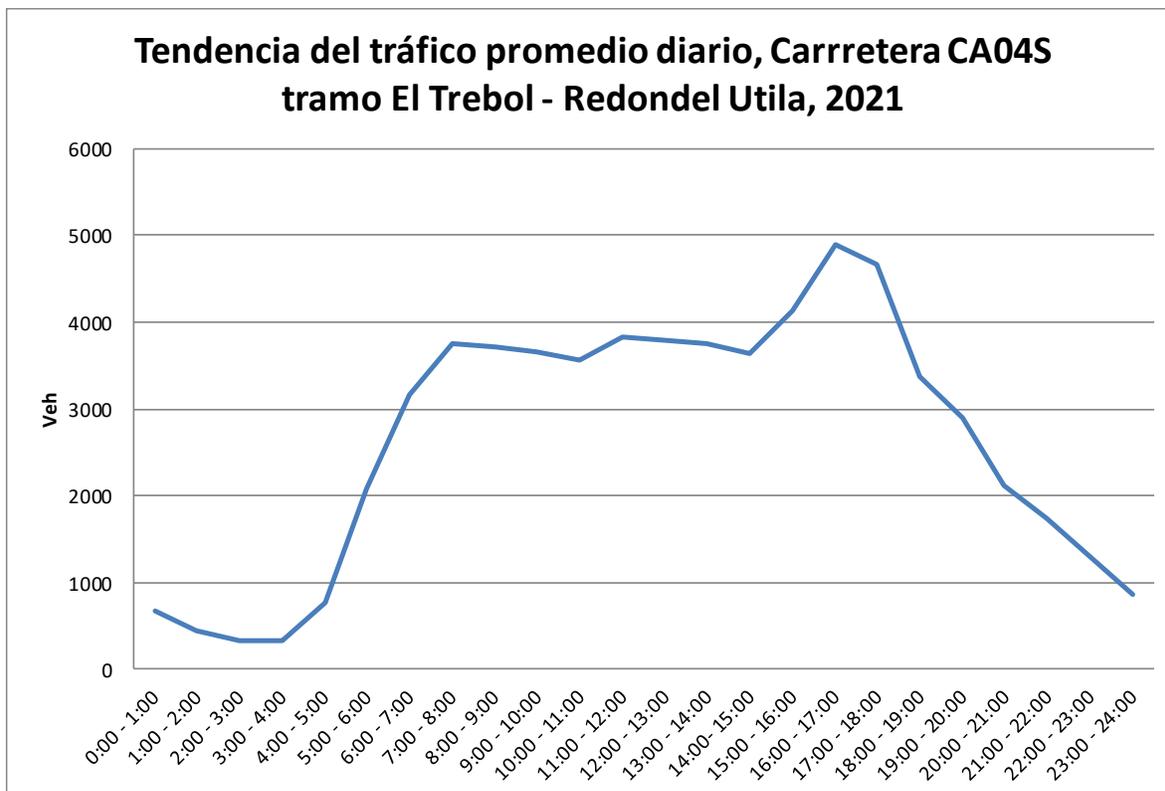


Tabla 31: Tráfico promedio de 24 horas, la Carretera CA04S tramo El Trébol- Útila, año 2021

HORA	Lunes	Martes	Miercoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo	Promedio	Valor max
0:00 - 1:00	232	284	453	549	921	1498	826	680	1498
1:00 - 2:00	134	175	324	273	470	1012	668	437	1012
2:00 - 3:00	136	165	244	184	354	660	531	325	660
3:00 - 4:00	289	221	298	231	430	569	294	333	569
4:00 - 5:00	888	743	763	742	1004	807	389	762	1004
5:00 - 6:00	2286	2219	2279	2022	2997	1904	925	2090	2997
6:00 - 7:00	4087	3283	3713	3135	3801	2928	1192	3163	4087
7:00 - 8:00	4180	4163	4347	4035	4489	3234	1803	3750	4489
8:00 - 9:00	4242	3833	4155	3882	3910	3718	2305	3721	4242
9:00 - 10:00	3977	3985	3467	3875	3779	3776	2802	3666	3985
10:00 - 11:00	3651	3618	3300	3950	3500	3822	3089	3561	3950
11:00 - 12:00	4022	3822	3689	4040	3514	3942	3821	3836	4040
12:00 - 13:00	4175	3472	3243	4183	3771	3523	4191	3794	4191
13:00 - 14:00	3877	3189	3809	3922	3717	3720	4103	3762	4103
14:00 - 15:00	4008	3498	3616	3746	3891	3555	3120	3633	4008
15:00 - 16:00	5049	3265	3704	3968	4628	4101	4287	4143	5049
16:00 - 17:00	5340	4483	4649	5223	5191	5158	4184	4890	5340
17:00 - 18:00	5286	4377	4145	5038	5132	4726	4020	4675	5286
18:00 - 19:00	3691	3720	3028	3179	3435	3532	3025	3373	3720
19:00 - 20:00	2609	3397	2635	3400	3213	2877	2156	2898	3400
20:00 - 21:00	1874	2467	2151	2118	2340	2250	1646	2121	2467
21:00 - 22:00	1481	1926	1926	1736	1887	2070	1127	1736	2070
22:00 - 23:00	1089	1332	1175	1327	1674	1873	636	1301	1873
23:00 - 24:00	494	875	845	820	1376	1372	282	866	1376

4.3.2. Carretera Blv. Sur tramo 5 Av. Sur - CA04S

La hora de máxima demanda para el camino se da de las 12:00 a 13:00 horas, durante el resto de las horas se observa una demanda creciente durante la mañana que alcanza su máximo a eso de las 6:00 horas para luego disminuir un poco y crecer constantemente hasta las 17:00 horas descendiendo, rápidamente, tal como se puede observar en el siguiente gráfico.

Figura 23: Comportamiento del flujo vehicular en la Carretera Blvd Sur tramo 5 Av.-CA04S, año 2021

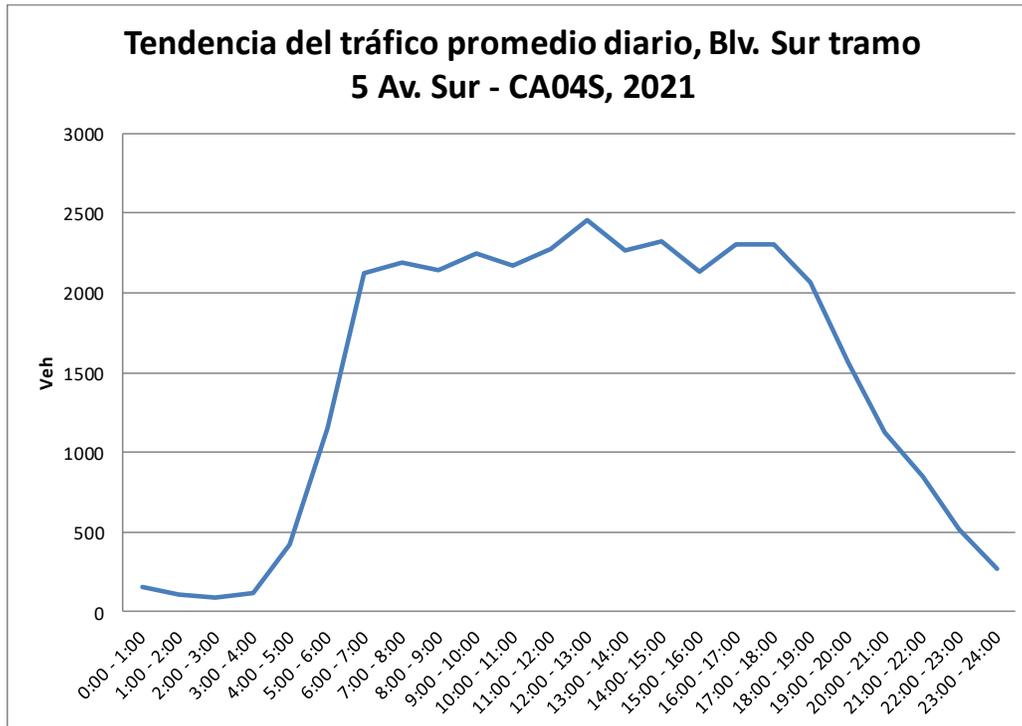


Tabla 32: Tráfico promedio de 24 horas, la Carretera Blvd Sur tramo 5 Av.-CA04S, año 2021

HORA	Lunes	Martes	Miercoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo	Promedio	Valor max
0:00 - 1:00	73	112	145	154	185	224	208	157	224
1:00 - 2:00	41	50	131	91	117	186	129	106	186
2:00 - 3:00	75	54	121	88	76	122	99	91	122
3:00 - 4:00	157	85	142	132	129	136	65	121	157
4:00 - 5:00	466	424	457	472	523	487	152	426	523
5:00 - 6:00	1410	1215	1278	1345	1485	1013	351	1157	1485
6:00 - 7:00	2210	2285	2736	2794	2597	1477	738	2120	2794
7:00 - 8:00	2587	2160	1988	2655	2548	2170	1226	2191	2655
8:00 - 9:00	2477	1926	1921	2277	2374	2494	1520	2141	2494
9:00 - 10:00	2170	2181	2469	2414	2220	2512	1744	2244	2512
10:00 - 11:00	2150	2041	2219	2325	2093	2466	1910	2172	2466
11:00 - 12:00	2320	2096	2271	2144	2428	2739	1905	2272	2739
12:00 - 13:00	2482	2418	2264	2915	2276	2845	2005	2458	2915
13:00 - 14:00	2129	2133	2485	2349	2314	2659	1825	2271	2659
14:00 - 15:00	2337	2119	2452	2545	2535	2599	1684	2324	2599
15:00 - 16:00	2316	2260	2494	1259	2379	2485	1772	2138	2494
16:00 - 17:00	2266	2373	2529	2500	2377	2397	1704	2307	2529
17:00 - 18:00	2366	2344	1885	2581	2728	2333	1907	2306	2728
18:00 - 19:00	2013	2141	2171	2347	2261	1879	1681	2070	2347
19:00 - 20:00	1562	1595	1499	1823	1931	1422	1106	1563	1931
20:00 - 21:00	1175	1072	1385	1320	1431	917	594	1128	1431
21:00 - 22:00	955	809	991	1048	1087	664	405	851	1087
22:00 - 23:00	402	498	694	739	598	449	237	517	739
23:00 - 24:00	187	251	292	361	444	298	95	275	444

4.3.3. Carretera CA04S, tramo Blv. Sur - Dv. Comasagua.

La hora de máxima demanda para el camino se da de las 17:00 a 18:00 horas, durante la mañana se observa un crecimiento sostenido hasta las 12:00 horas que luego disminuye lentamente para luego crecer hasta alcanzar su máximo, luego la demanda cae rápidamente, tal como se puede observar en el siguiente gráfico. Los volúmenes registrados son bastante bajos, típicos de una carretera rural de la zona.

Figura 24: Comportamiento del flujo vehicular en el CA04S, tramo Blv. Sur - Dv. Comasagua, año 2021

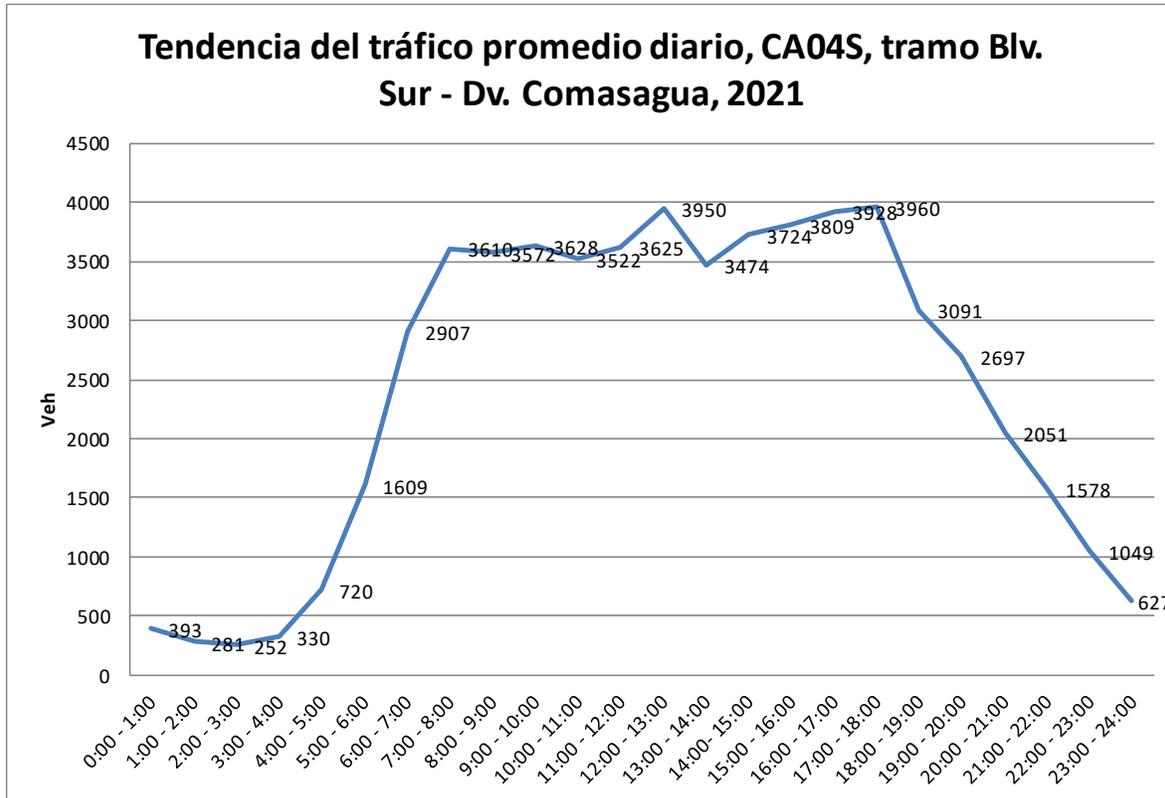


Tabla 33: Tráfico promedio de 24 horas Carretera CA04S, tramo Blv. Sur - Dv. Comasagua, año 2021

HORA	Lunes	Martes	Miercoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo	Promedio	Valor max
0:00 - 1:00	177	170	221	271	288	721	905	393	905
1:00 - 2:00	113	94	193	155	129	501	779	281	779
2:00 - 3:00	102	125	175	128	207	455	573	252	573
3:00 - 4:00	266	277	321	313	349	385	398	330	398
4:00 - 5:00	733	738	674	767	883	731	514	720	883
5:00 - 6:00	1591	1820	1808	1832	1915	1423	877	1609	1915
6:00 - 7:00	2726	3290	3382	3659	3564	2490	1235	2907	3659
7:00 - 8:00	4367	3411	3797	4059	4105	3500	2034	3610	4367
8:00 - 9:00	4229	3193	3751	3616	3810	3878	2528	3572	4229
9:00 - 10:00	3836	3853	3375	3596	3719	3957	3057	3628	3957
10:00 - 11:00	3521	3281	3290	3586	3442	4058	3474	3522	4058
11:00 - 12:00	3433	3145	3177	3582	4001	4132	3902	3625	4132
12:00 - 13:00	3794	3549	4069	3939	4125	4111	4066	3950	4125
13:00 - 14:00	3032	3076	3781	3776	3712	4169	2772	3474	4169
14:00 - 15:00	3507	3437	3793	3741	3853	4299	3439	3724	4299
15:00 - 16:00	3810	3608	3708	3721	3948	4133	3733	3809	4133
16:00 - 17:00	3914	3902	3684	3910	3943	4199	3946	3928	4199
17:00 - 18:00	4226	4057	3206	4064	4088	3946	4135	3960	4226
18:00 - 19:00	3368	3101	1530	3311	3448	3884	2997	3091	3884
19:00 - 20:00	2408	2489	2766	2533	3197	3245	2238	2697	3245
20:00 - 21:00	1921	1743	2234	2030	2423	2425	1579	2051	2425
21:00 - 22:00	1382	1234	1545	1491	2020	2085	1292	1578	2085
22:00 - 23:00	841	674	1004	958	1483	1637	749	1049	1637
23:00 - 24:00	392	340	455	555	1090	1217	343	627	1217

4.3.4. Redondel Útila.

La intersección del Redondel Utila, presenta la hora de máxima demanda matutina de 7:00 a 8:00 (Figura 25) y en las horas de la tarde de 16:30 a 17:30 (Figura 26)

Figura 25: Flujo vehicular para Redondel Útila 2021, a.m.

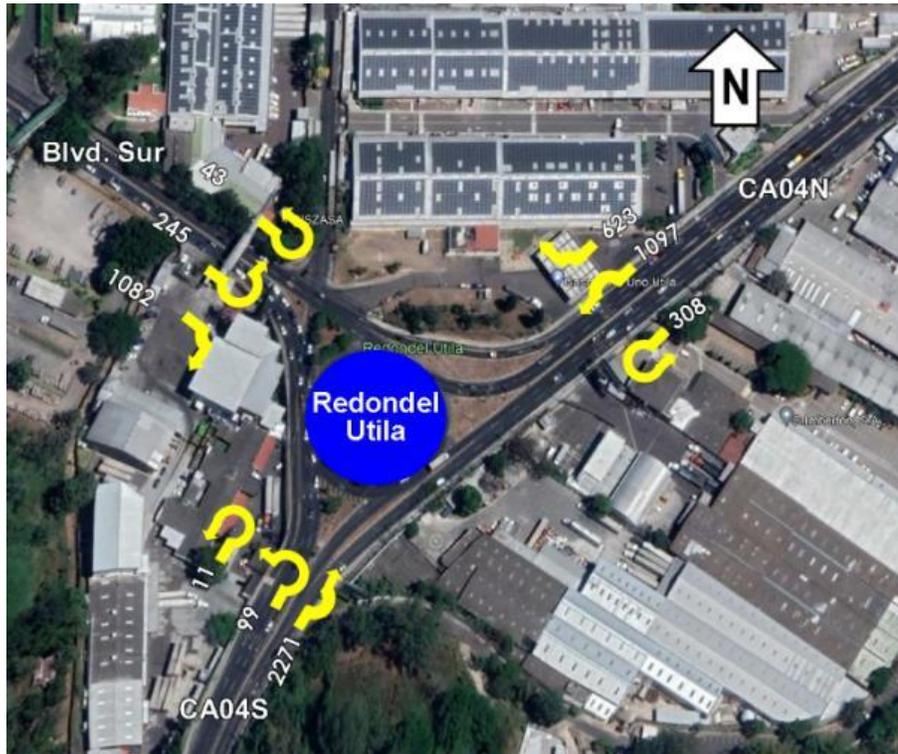
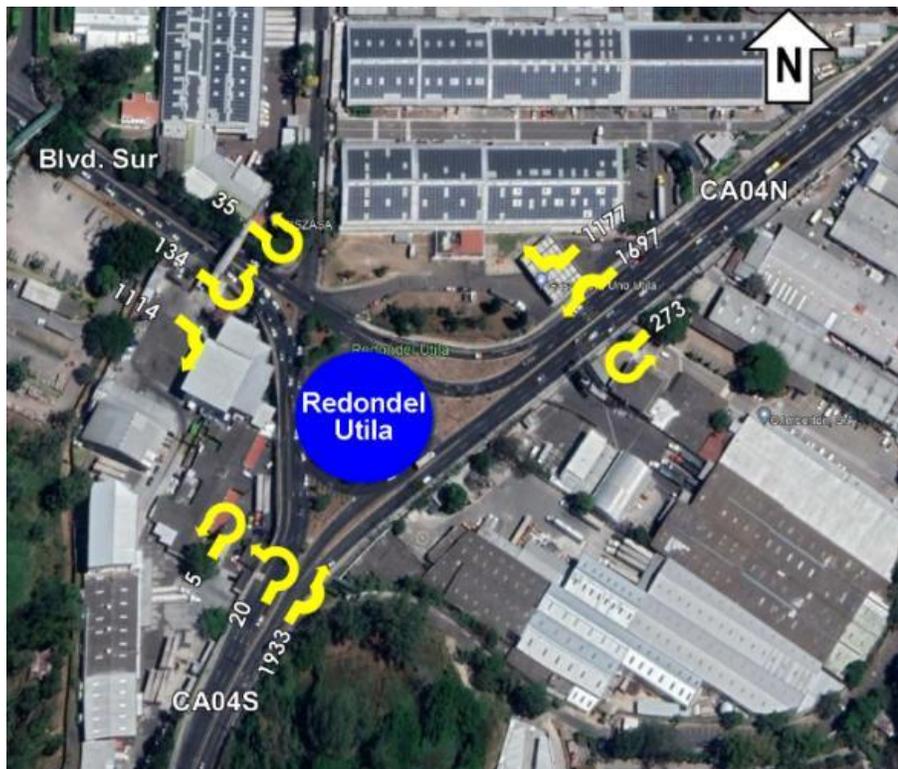


Figura 26: Flujo vehicular en Redondel Útila 2021, p.m.



4.3.5. Rotonda Vía Madrid

En la Rotonda Vía Madrid, la hora pico predominante, la de mayor demanda de la intersección se da en la mañana de 7:00 a 8:00 a.m. y en la tarde de 17:00 a 18:00 p.m

Figura 27: Flujo vehicular Rotonda Vía Madrid. 2021, a.m.



Figura 28: Flujo vehicular Rotonda Vía Madrid. 2021, p.m.



4.3.6. Intersección CA04S -Blvd. Orden de Malta

En la intersección de la CA04S con el Blv. Orden de Malta, la hora pico predominante, la de mayor demanda de la intersección se da en la mañana de 6:45 a 7:45 a.m. y en la tarde de 16:45 a 17:45 p.m

Figura 29: Flujo vehicular Intersección Blvd. Orden de Malta. 2021, a.m.

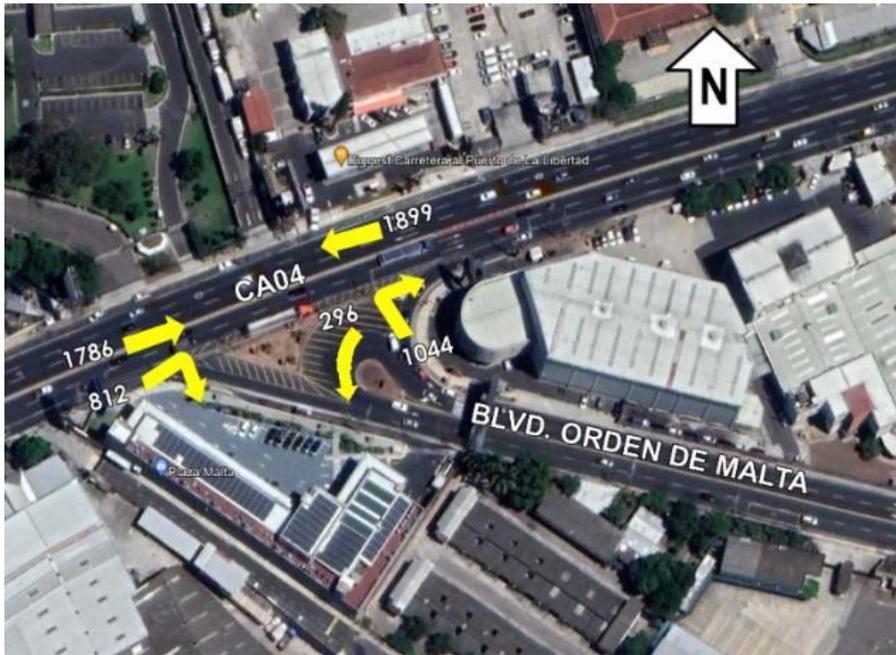


Figura 30: Flujo vehicular Intersección Blvd. Orden de Malta. 2021, p.m.



4.4. ANALISIS DE CAPACIDAD VIAL DE LA SITUACION ACTUAL 2021.

4.4.1. Redondel Utila

Se ha realizado un análisis de la eficiencia operativa al año base, 2021, del Redondel Utila basado en los lineamientos estipulados en el Highway Capacity Manual 2010 los análisis se han realizado para las horas pico am y pm.

El Redondel Utila presenta al año base, 2021, durante la hora pico matutina una eficiencia operativa ya comprometida con un nivel de servicio E, con retrasos promedio en conjunto como intersección de 37.5 segundos. El acceso norte sobre Calle al Puerto es el acceso que presenta las condiciones más críticas ya que opera con retrasos promedios de 41.7 segundos y un grado de saturación de 0.93, el acceso ya no cuenta con capacidad para atender la demanda, cualquier pequeña interrupción al tráfico ocasionará formaciones de cola largas. El acceso oeste sobre Blv. Sur también opera con un nivel de servicio E y presenta condiciones de saturación solamente el acceso sur de Carretera al Puerto opera con un nivel de servicio A, esto debido a que sobre dicho acceso existe un flujo predominante de paso que no entra al redondel. En si el redondel hay no cuenta con la capacidad de acomodar ni la demanda actual del tráfico.

Tabla 34: Eficiencia operativa Redondel Utila 2021 hora pico am

Eficiencia operativa Intersección Redondel Utila, 2021, hora pico am						
Acceso	Movimiento	Demanda	Capacidad	Grado de saturación	Retraso promedio	Nivel de servicio
		(veh/h)	(veh/h)	(v/c)	(sec)	
Carretera al Puerto (N)	P	823	826	0.996	52.6	F
CA04S	PR	729	841	0.87	29.4	D
Sub-Total		1552	1667	0.93	41.7	E
Carretera al Puerto (S)	I	352	905	0.39	8.8	A
CA04S	IR	6	918	0.01	4	A
Sub-Total		358	1823	0.20	8.7	A
Blv. Sur (O)	IR	296	361	0.82	49.6	E
Sub-Total		296	361	0.82	49.6	E
TOTAL		2206	3851	0.57	37.5	E

A la hora pico pm el Redondel Utila opera en condiciones de saturación con un nivel de servicio F y retrasos de 65.6 segundos en promedio como intersección. El acceso norte sobre Calle al Puerto opera con las condiciones más críticas ya con un grado de saturación de 1.05 y retrasos promedios de 66.6 segundos, con un nivel de servicio F. El Blv. Sur también opera con un nivel de servicio F y retrasos de 59.2 segundos. El acceso sur en Carretera al Puerto opera de muy buena manera con un nivel de servicio A.

Es de considerar que el redondel pudiera presentar condiciones más críticas ya que durante la hora pico pm se restringe el acceso sur permitiendo solamente el flujo de paso de sur a norte y también

se restringe la salida oeste sobre Blv. Sur. lo que le da una mejor fluidez al tráfico en el redondel, sin embargo, no el suficiente ya que opera bajo un nivel de servicio F, careciendo de capacidad para atender la demanda actual y futura de la zona bajo las mismas condiciones geométricas.

Tabla 35: Eficiencia operativa Redondel Utila 2021 hora pico pm

Eficiencia operativa Intersección Redondel Utila, 2021, hora pico pm						
Acceso	Movimiento	Demanda	Capacidad	Grado de saturación	Retraso promedio	Nivel de servicio
		(veh/h)	(veh/h)	(v/c)	(sec)	
Carretera al Puerto (N)	P	1160	1037	1.119	84.9	F
CA04S	PR	1029	1038	0.99	45.9	E
Sub-Total		2189	2075	1.05	66.6	F
Carretera al Puerto (S)	I	11	919	0.01	4	A
CA04S	IR	6	1011	0.01	3.6	A
Sub-Total		17	1930	0.01	3.9	A
Blv. Sur (O)	IR	149	202	0.74	59.2	F
Sub-Total		149	202	0.74	59.2	F
TOTAL		2355	4207	0.56	65.6	F

Figura 31: Simulación de tráfico Redondel Utila 2021



4.5. ANÁLISIS DE LAS ENCUESTAS ORIGEN - DESTINO

En total se realizaron un total de 2,815 encuestas OD lo cual representa una muy buena representatividad, permitiéndonos obtener un panorama claro de la tendencia de los viajes en la zona.

Tabla 36: Número total de Encuestas Realizas por Estación y sumatorio total realizadas

Punto de encuestas	Nº de encuestas
E-1 CA04 Norte, hacia Redondel Utila	933
E-2 Blvd. Sur Las Colinas, hacia Redondel Utila	1068
E-3 Blvd. Sur Las Colinas, hacia Las Delicias	354
E-4 CA04 Norte, hacia El Trebol	460
Total	2815

A continuación, se presentan esquemas donde se puede apreciar la ubicación de los puntos de conteo O/D.

Figura 32: Ubicación de punto de encuesta O/D. E1



Figura 34: Ubicación de punto de encuesta O/D. E3



Figura 33: Ubicación de punto de encuesta O/D. E2



Figura 35: Ubicación de punto de encuesta O/D. E4



Durante la realización de las encuestas se indago el origen y el destino de los usuarios de la red vial, preguntándoles el departamento, municipio y colonia, barrio o lugar de referencia tanto de su origen como del destino, en este sentido se procesó la información y se agruparon sectores en zonas que ayudarán a poder establecer una red sencilla que nos permita mediante una asignación de los viajes en la zona de estudio estimar los flujos vehiculares tanto el tráfico de paso como en las intersecciones a desarrollar.

Luego de realizada la agrupación de municipios y sectores se procedió a la tabulación respectiva de las encuestas obteniéndose las siguientes matrices por punto de encuesta.

La Tabla 37, presenta el resumen de las encuestas indicándonos el motivo del viaje y su frecuencia, de la misma podemos observar que el 61% de los viajes son diarios, de estos el motivo de trabajo/negocio es el principal con un 71% de ocurrencia seguido por el motivo de otros. De los resultados obtenidos se puede afirmar que los motivos de los viajes tienen vinculación directa con la actividad económica ya que un 80% de los mismos involucra la generación de actividad vinculada a la economía. El resto de tablas que se presentan son un detalle de cada punto de encuesta donde se refleja la situación de punto determinado, siendo muy semejante a lo planteado.

Tabla 37: Resumen de motivo y frecuencia viaje

Motivo del viaje	total tres calles				
Motivo	Diariamente	Semanalmente	Infrecuentemente	Total general	Porcentaje %
Compras	80	60	58	198	7%
Estudios	41	8	16	65	2%
Otros	148	122	99	369	13%
Trabajo/Negocios	1426	287	288	2001	71%
Turismo	22	84	76	182	6%
Total general	1717	561	537	2815	100%
Total %	61%	20%	19%	100%	

Figura 36: Motivo del viaje

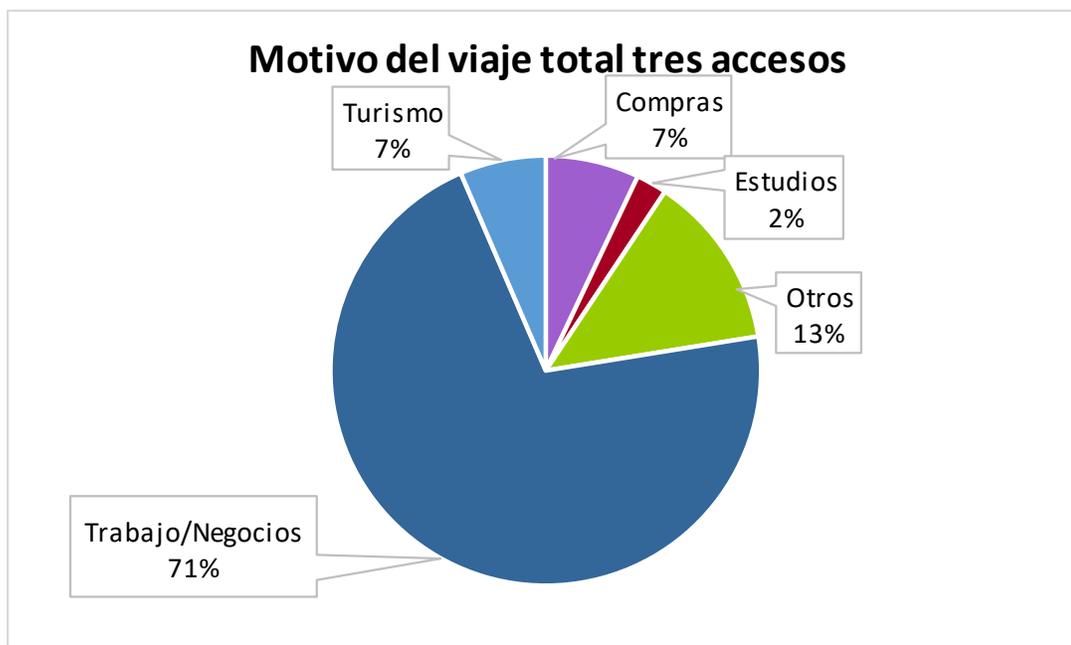


Figura 37: Frecuencia de los viajes

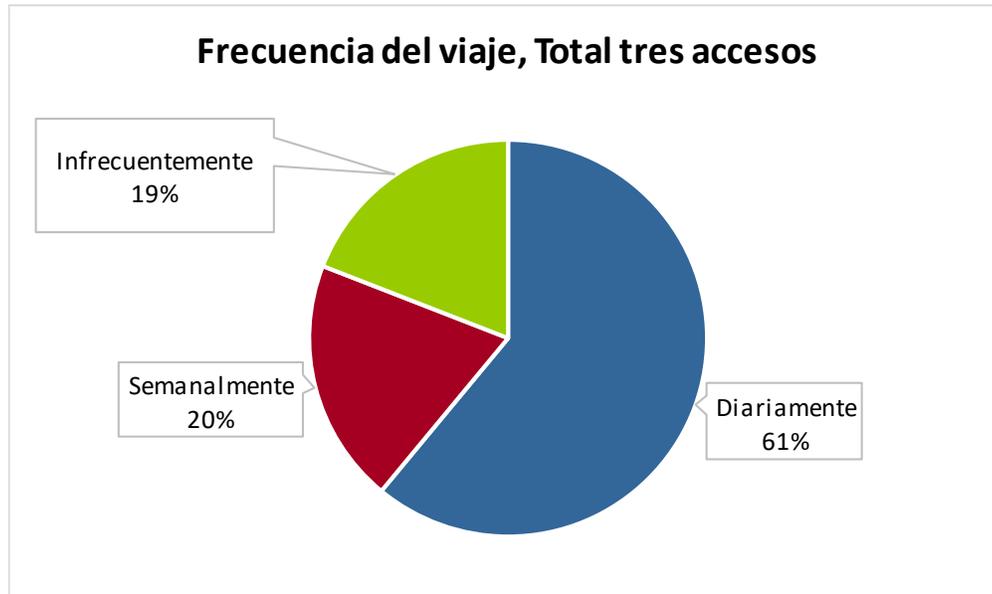


Tabla 38: Matriz Frecuencia de viaje E-1

Motivo del viaje	CA04N, entre Redondel Utila y El Trebol				
Motivo	Diariamente	Semanalmente	Infrecuentemente	Total general	Total %
Compras	12	18	25	55	5%
Estudios	21	5	6	32	3%
Otros	45	27	30	102	9%
Trabajo/Negocios	593	168	74	835	77%
Turismo	7	18	37	62	6%
Total general	678	236	172	1086	100%

Tabla 39: Matriz Frecuencia de viaje E-2

Motivo del viaje	Blvd. Sur Las Colinas				
Motivo	Diariamente	Semanalmente	Infrecuentemente	Total general	Porcentaje %
Compras	49	29	29	107	8%
Estudios	9	2	10	21	2%
Otros	84	83	49	216	16%
Trabajo/Negocios	637	70	186	893	67%
Turismo	13	60	19	92	7%
Total general	792	244	293	1329	100%

Tabla 40: Matriz Frecuencia de viaje E-3

Motivo del viaje	CA04S, entre Redondel Utila y La Joya				
Motivo	Diariamente	Semanalmente	Infrecuentemente	Total general	Porcentaje %
Compras	19	13	4	36	9%
Estudios	11	1		12	3%
Otros	19	12	20	51	13%
Trabajo/Negocios	196	49	28	273	68%
Turismo	2	6	20	28	7%
Total general	247	81	72	400	100%

4.5.1. Análisis de Origen y Destino por acceso a redondel

Tabla 41: Análisis de O/D. Entrada CA04 lado norte. E1

Origen: CA04, lado norte, entre Redondel Utila y El Trebol		
Calle por la cual se ira	Vehiculos	Porcentajes %
Blvd. Sur Las Colinas	601	55%
CA04, lado Sur, entre Redondel Utila y La Joya	420	39%
CA04, lado Norte, entre Redondel Utila y El Trebol	65	6%
Total general	1086	100%

Figura 38: de O/D CA04 lado norte

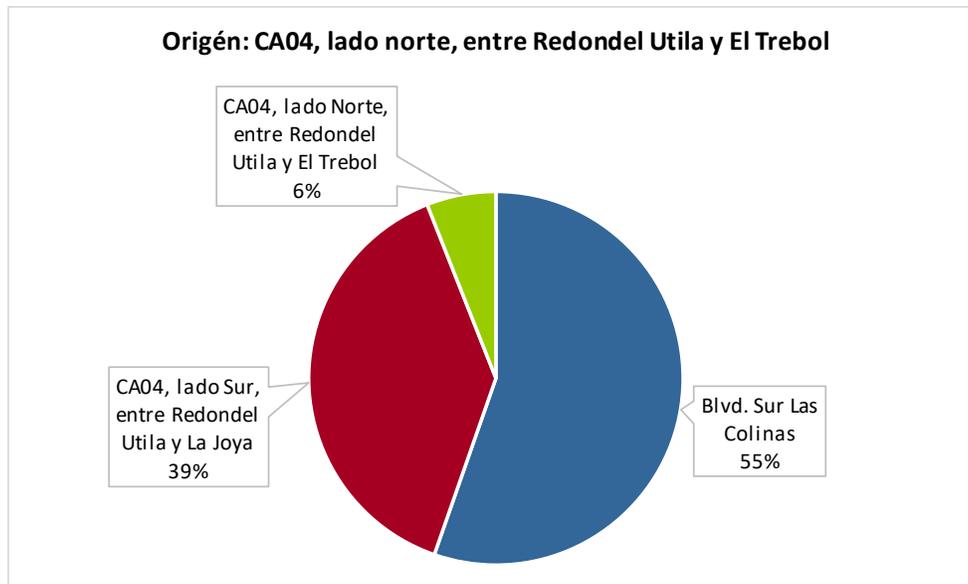


Tabla 42: Análisis de O/D. Entrada CA04 lado norte. E2

Calle de la que proviene: Blvd. Sur Las Colinas		
Calle por la cual se ira	Vehiculos	Porcentajes %
Blvd. Sur Las Colinas	105	8%
CA04, lado Norte, entre Redondel Utila y El Trebol	557	42%
CA04, lado Sur, entre Redondel Utila y La Joya	667	50%
Total general	1329	100%

Figura 39: de O/D Blvd. Sur Las Colinas

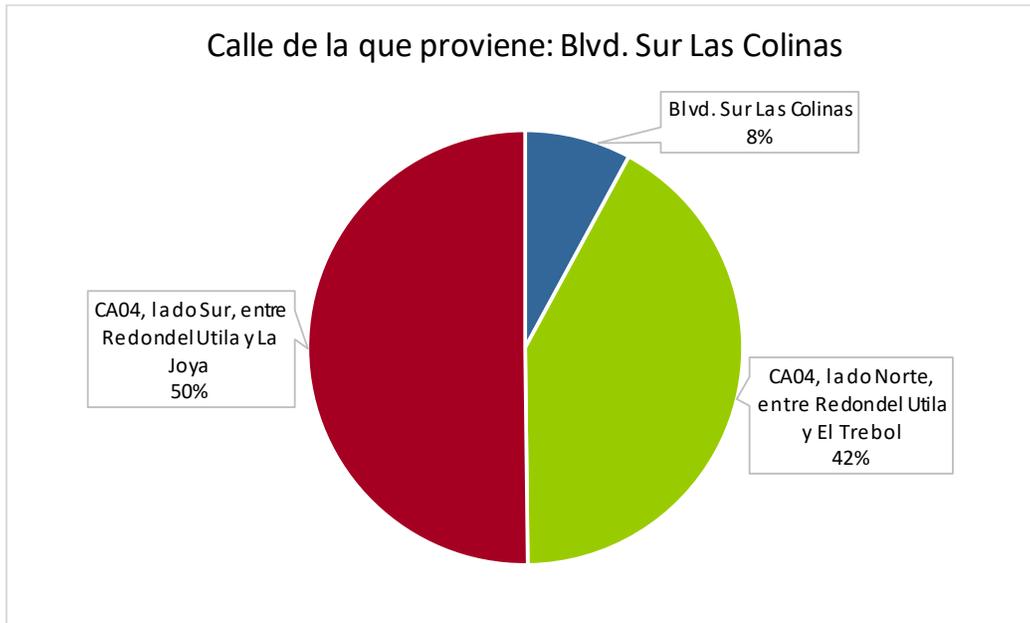


Tabla 43: Análisis de O/D. Entrada CA04 lado sur. Combinación de E3 y E4

Origen: CA04, lado Sur ,entre Redondel Utila y La Joya		
Calle por la cual se ira	Vehiculos	Porcentajes %
Blvd. Sur Las Colinas	126	32%
CA04, lado Norte, entre Redondel Utila y El Trebol	274	69%
Total general	400	100%

Figura 40: de O/D CA04 combinación de E3 y E4

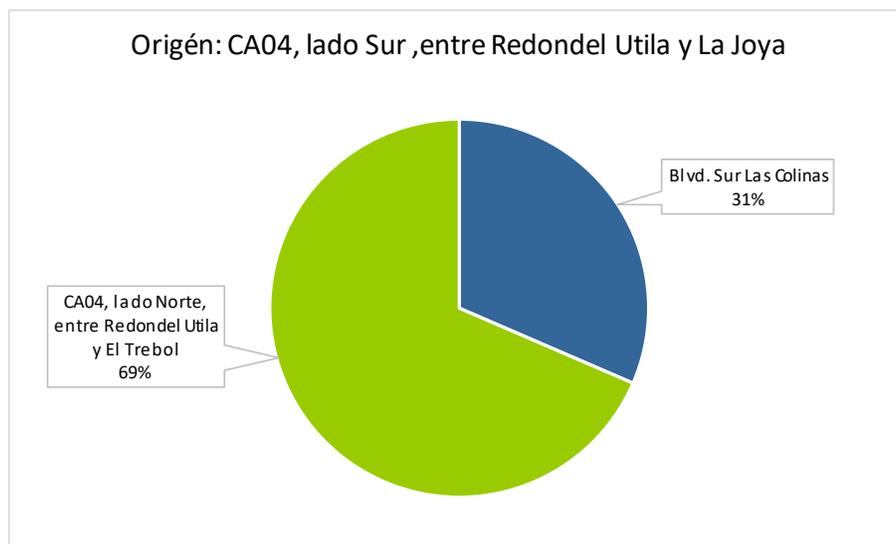
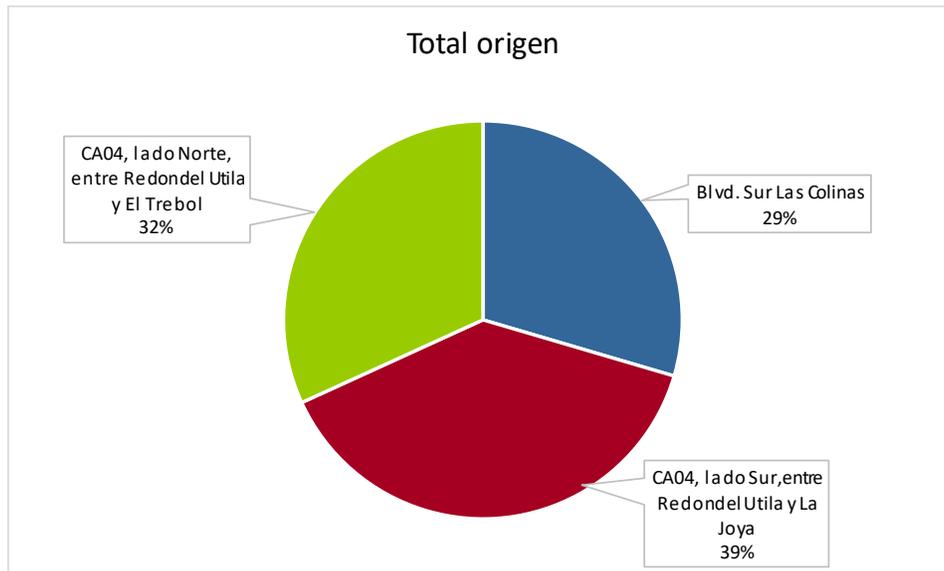


Tabla 44: Análisis de O/D. Entrada CA04 lado sur. Combinación de E3 y E4

Total origen		
Calle por la cual se ira	Vehiculos	Porcentajes %
Blvd. Sur Las Colinas	832	30%
CA04, lado Sur,entre Redondel Utila y La Joya	1087	39%
CA04, lado Norte, entre Redondel Utila y El Trebol	896	32%
Total general	2815	100%

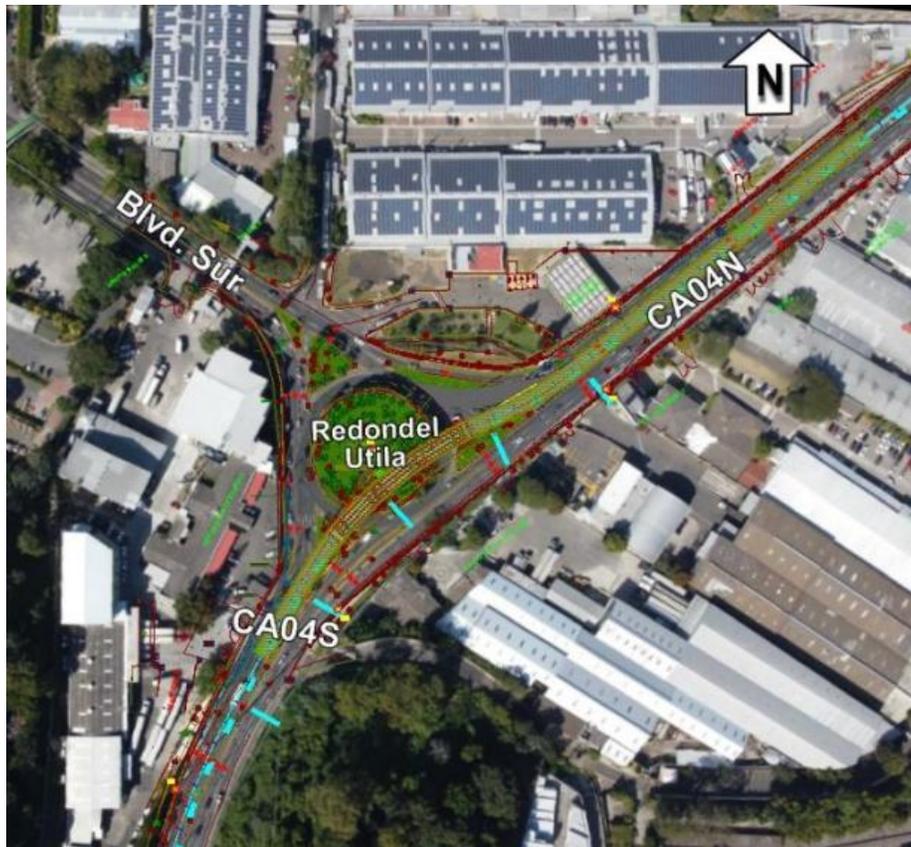
Figura 41: de O/D CA04 combinación de E3 y E4



5. SOLUCIÓN DE PASO A DESNIVEL

Habiendo analizado la situación actual se ha tomado en cuenta la obra de paso a desnivel propuesta la cual consiste en una obra elevada de dos carriles que atiende el movimiento norte – sur sobre la CA04S, dejando la operación del redondel en un nivel inferior, facilitando con esto la incorporación del acceso poniente.

Figura 42: Representación gráfica del Paso a Desnivel Utila



5.1. EFICIENCIA OPERATIVA DEL PASO A DESNIVEL AÑO BASE

Al evaluar la eficiencia operativa del paso a desnivel, en su parte inferior, el redondel opera tanto en la hora pico am como en la hora pico pm con un excelente nivel de servicio, A, tanto en conjunto como en todos sus accesos, en general el redondel operara bajo muy buenas condiciones con baja saturación.

Sin embargo, la eficiencia operativa del carril de aceleración sur ya presentará a la entrada en operación de un nivel de servicio D situación que tenderá a bloquear el Blv. Sur en su movimiento de oeste a sur, formándose colas.

Tabla 45: Eficiencia operativa 2021 Redondel Integración I Alternativa 1 a.m

Eficiencia operativa Intersección Redondel Utila con paso a desnivel 2021, hora pico AM						
Acceso	Movimiento	Demanda	Capacidad	Grado de saturación	Retraso promedio	Nivel de servicio
		(veh/h)	(veh/h)	(v/c)	(sec)	
Carretera al Puerto (N)						
CA04S	PR	272	795	0.34	8.6	A
Sub-Total		272	795	0.34	6.2	A
Carretera al Puerto (S)						
CA04S	IR	122	665	0.18	7.5	A
Sub-Total		122	665	0.18	7.5	A
Blv. Sur (O)						
	IR	342	955	0.36	7.6	A
Sub-Total		342	955	0.36	7.6	A
TOTAL		736	2415	0.30	8.0	A

Tabla 46: Eficiencia operativa 2021 Redondel Integración I Alternativa 1 p.m

Eficiencia operativa Intersección Redondel Utila con paso a desnivel 2021, hora pico PM						
Acceso	Movimiento	Demanda	Capacidad	Grado de saturación	Retraso promedio	Nivel de servicio
		(veh/h)	(veh/h)	(v/c)	(sec)	
Carretera al Puerto (N)						
CA04S	PDR	303	1085	0.28	6	A
Sub-Total		303	1085	0.28	6	A
Carretera al Puerto (S)						
CA04S	IPR	28	757	0.04	5.1	A
Sub-Total		28	757	0.04	5.1	A
Blv. Sur (O)						
	IDR	149	855	0.17	6	A
Sub-Total		149	855	0.17	6	A
TOTAL		480	2697	0.18	5.9	A

Tabla 47: Eficiencia operativa carril de aceleración sur, año 2021 AM

AÑO 2021 AM	No. Carriles			Densidad pc/km/ln	Nivel de servicio
Carril aceleración	Sentido O-S	Sentido N-S	Carretera		
SUR	1	2	2	14	C

Tabla 48: Eficiencia operativa carril de aceleración sur, año 2021 PM

AÑO 2021 PM	No. Carriles			Densidad pc/km/ln	Nivel de servicio
Carril aceleración	Sentido O-S	Sentido N-S	Carretera		
SUR	1	2	2	17.4	D

Figura 43: Simulación del paso a desnivel Utila año 2021



6. PROYECCIÓN DEL CRECIMIENTO DEL TRÁFICO

El tráfico total futuro de una carretera se estima considerando el crecimiento del tráfico normal más el tráfico generado o inducido, más el tráfico atraído o desviado y el tráfico desarrollado, tal como se plantea en la siguiente expresión:

$$TTF= TN+TG +TDv+ TD$$

Donde:

TN: Tráfico normal que sucede debido al incremento normal del tráfico en la carretera independientemente se realice o no alguna mejora o la obra programada, está íntimamente relacionado con variables socioeconómicas.

TG: Tráfico Generado o Inducido, representa el incremento del tráfico debido a la inducción/generación de nuevos viajes en diferentes modos que previamente no se hacían y que hoy se realizarán debido a las mejoras o a la nueva infraestructura a realizar.

TDv: Tráfico Desviado representa aquel tráfico que utilizaba otras vías y que hoy debido a las mejoras o nueva infraestructura le resulta más atractivo utilizar la ruta actual por sus mejoras o nuevas facilidades que acortan sus tiempos y/o sus costos operativos, o bien por nuevas restricciones establecidas.

TD: Tráfico Desarrollado representa el incremento del volumen del tráfico debido a cambios importantes en el uso del suelo adyacente al proyecto a desarrollar.

A continuación, se plantean las premisas más importantes para la formulación del pronóstico del crecimiento del tráfico futuro vehicular en la vía en estudio.

- Debido a la naturaleza de la carretera, su mejora y la zona no se considerará la existencia de un tráfico desviado o atraído.
- Se considera que existirá un tráfico generado o inducido iniciando a un período de aproximadamente cinco años posterior a las mejoras (2023) con una tasa del 5%.
- Se tiene evidencia que habrá cambios de uso de suelo de la zona por lo que se considerará un tráfico desarrollado
- Se asume la existencia de una correlación entre el crecimiento del PIB y el tráfico normal, así como se considera correlación entre el crecimiento del tráfico y el crecimiento de variables socioeconómicas.
- El Tráfico futuro estará compuesto por el tráfico normal y su crecimiento natural más el tráfico generado o inducido y el tráfico desarrollado.

Figura 44: Composición del tráfico total



6.1. TRÁFICO NORMAL

6.1.1. Evolución Carretera CA04S Tramo El Trébol - R. Útila

Se analizó los registros históricos del TPDA de la carretera C. Los valores del TPDA tanto históricos como tráficos del presente estudio se encuentran en la siguiente tabla.

Tabla 49: Evolución del TPDA Carretera CA04S Tramo El Trébol - R. Útila

AÑO	TPDA Histórico
2005	29617
2009	31830
2010	32530
2015	52874
2021	63839

La tabla y los gráficos siguientes nos presentan el comportamiento del TPDA En la carretera CA04S en el tramo El Trebol – Redondel Utila mediante un análisis de diferentes tendencias de regresión ajustadas a una curva de crecimiento para ilustrar su validez estadística mediante chi cuadrado, de la Tabla 50, se observa las tendencias de los modelos de crecimiento de la Carretera CA04S en el tramo El Trebol - Redondel Utila, aquí encontramos que los modelos de regresión lineal, exponencial y polinómica tienen los valores más altos de chi cuadrado. Para todos los modelos de regresión se observan al período de mayor tiempo valores altos inusuales de tasas de crecimiento,

Se ha elaborado un TPDA ajustado al modelo para la construcción del modelo econométrico complementando los datos faltantes.

Tabla 50: Tendencias del crecimiento del TPDA Carretera CA04S Tramo El Trébol - R. Útila

X	AÑO	TPDA	$y = A + B(x)$ Regresión Lineal	$y = B \ln(x) + A$ Regresión Logarítmica	$y = Ae^{Bx}$ Regresión Exponencial	$y = Ax^B$ Regresión Potencial	$y = Ax^2 + Bx + C$ Regresión Polinómica
1	2005	29617	25314	22407	27420	25386	27339
2	2006		27718	30329	28950	30496	28872
3	2007		30121	34963	30566	33950	30517
4	2008		32524	38251	32271	36635	32275
5	2009	31830	34928	40801	34072	38863	34144
6	2010	32530	37331	42885	35973	40784	36127
7	2011		39734	44647	37981	42482	38222
8	2012		42137	46173	40100	44010	40429
9	2013		44541	47519	42338	45403	42749
10	2014		46944	48723	44700	46687	45181
11	2015	52874	49347	49813	47195	47879	47725
12	2016		51751	50807	49828	48994	50383
13	2017		54154	51722	52609	50043	53152
14	2018		56557	52569	55544	51034	56034
15	2019		58961	53357	58644	51974	59028
16	2020		61364	54095	61916	52869	62135
17	2021	63839	63767	54788	65371	53724	65354
Constante A			22911	22407	25971	25386	56.219
Constante B			2403.3	11429	0.0543	0.2646	1364
Constante C			-	-	-	-	25919
Correlación R ²			0.93	0.65	0.93	0.68	0.94
Tasa crecimiento 2005 - 2021			5.94%	5.75%	5.58%	4.80%	5.60%
Tasa crecimiento 2011 - 2021			4.84%	2.07%	5.58%	2.38%	5.51%
Tasa crecimiento 2016 - 2021			4.26%	1.52%	5.58%	1.86%	5.34%

Figura 45: Evolución del TPDA en la zona en estudio y proyección del modelo de regresión con tendencia lineal

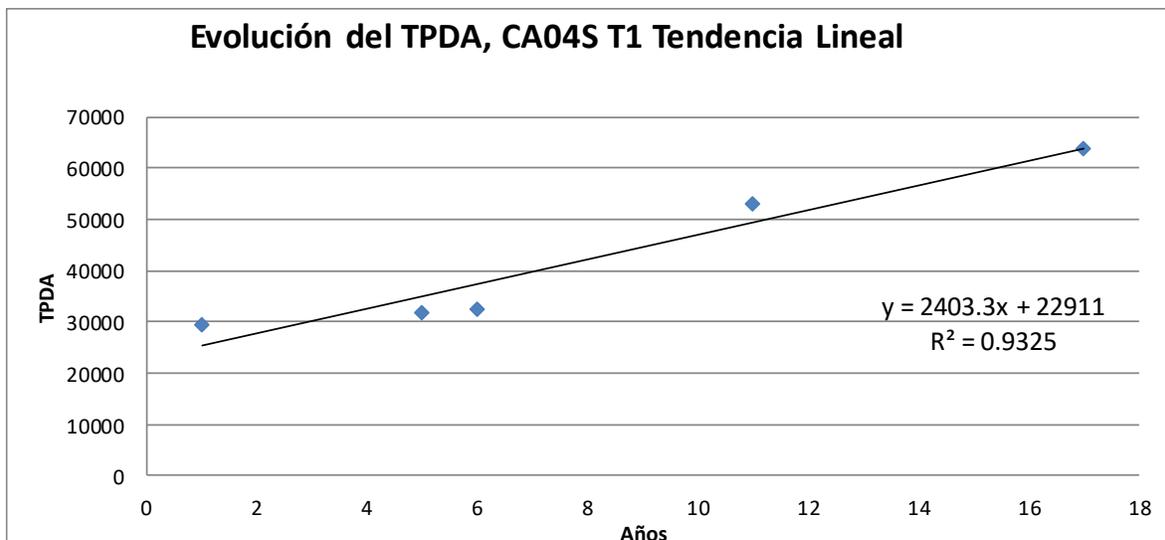


Figura 46: Evolución del TPDA en la zona en estudio y proyección del modelo de regresión con tendencia logarítmica

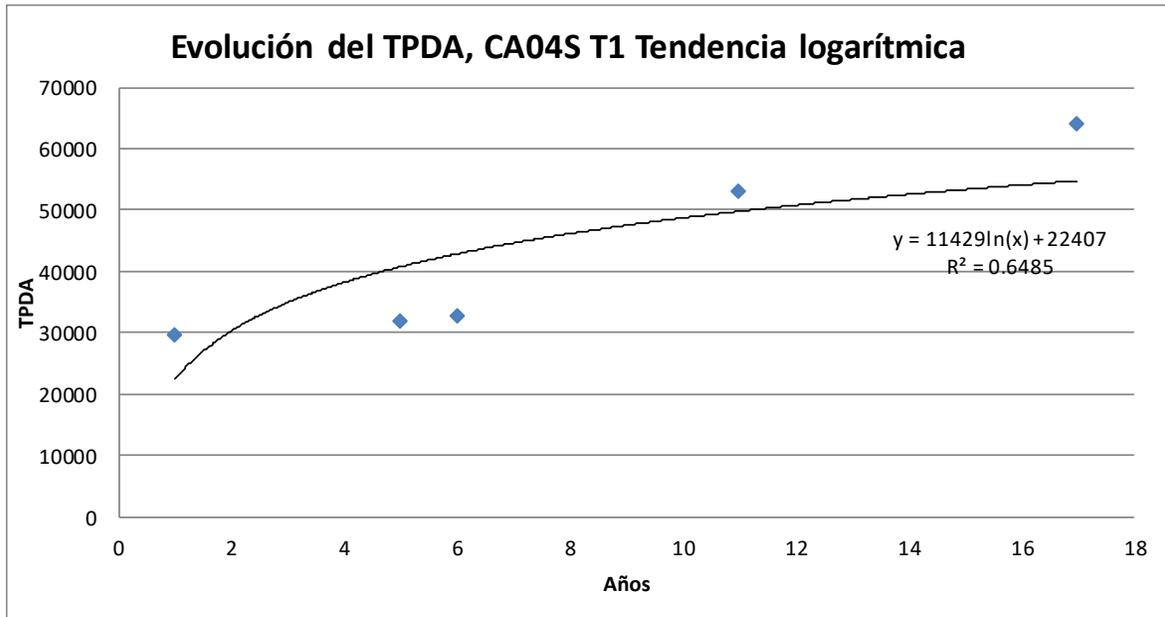


Figura 47: Evolución del TPDA en la zona en estudio y proyección del modelo de regresión con tendencia exponencial

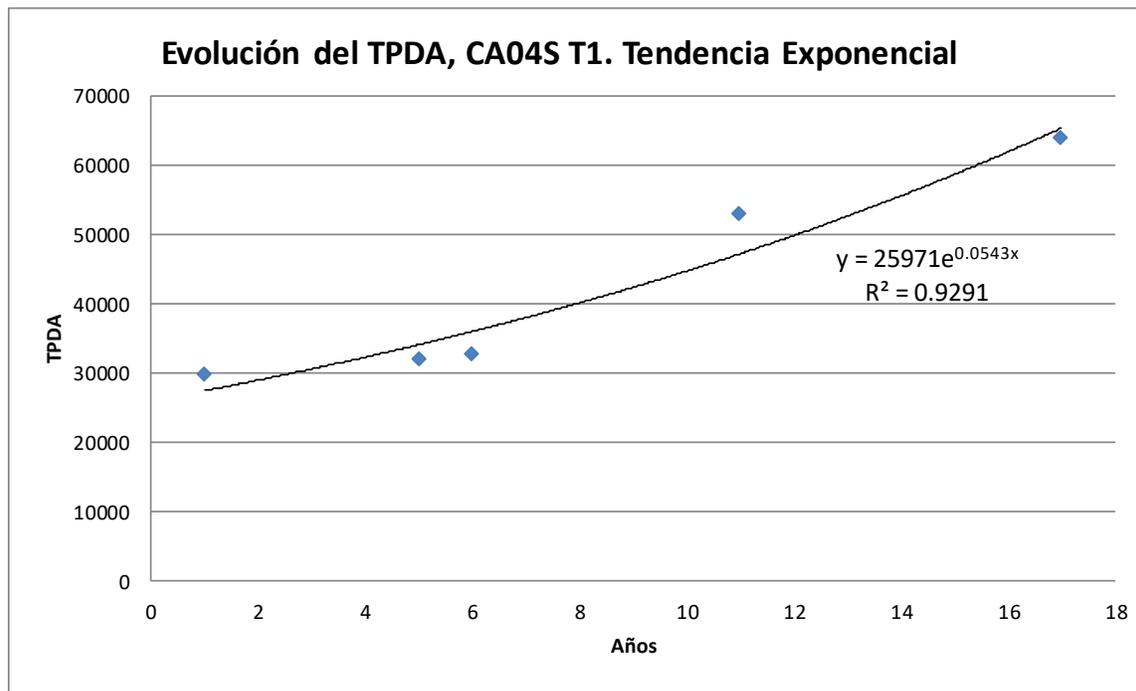


Figura 48: Evolución del TPDA en la zona en estudio y proyección del modelo de regresión con tendencia potencial

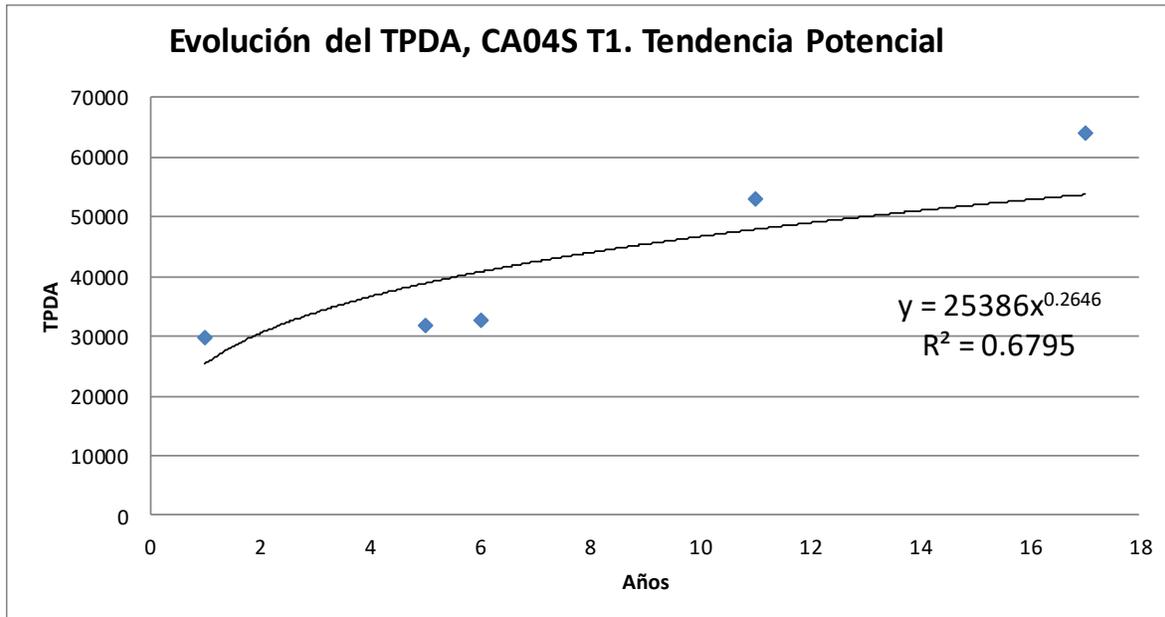


Figura 49: Evolución del TPDA en la zona en estudio y proyección del modelo de regresión con tendencia polinómica

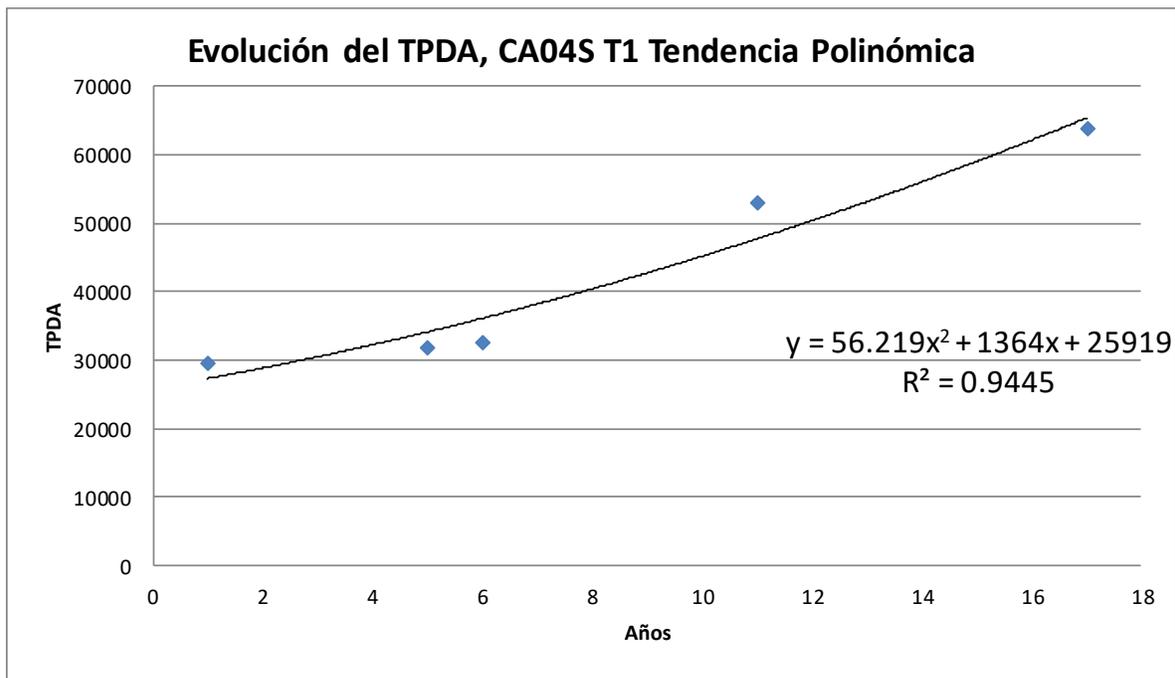


Tabla 51: TPDA ajustado Carretera CA04S Tramo El Trébol - R. Útila

AÑO	TPDA Histórico	TPDA Ajustado
2005	29617	27339
2006		28872
2007		30517
2008		32275
2009	31830	34144
2010	32530	36127
2011		38222
2012		40429
2013		42749
2014		45181
2015	52874	47725
2016		50383
2017		53152
2018		56034
2019		59028
2020		62135
2021	63839	65354

6.1.2. Evolución del TPDA Carretera Blv. Sur tramo 5 Av. Sur - CA04S

Se analizó los registros históricos del TPDA de la Carretera Blv. Sur tramo 5 Av. Sur - CA04S, los valores del TPDA tanto históricos como presentes se encuentran en la siguiente tabla.

Tabla 52: Evolución del TPDA Carretera Blv. Sur tramo 5 Av. Sur - CA04S

AÑO	TPDA Histórico
2005	16495
2009	19796
2010	20325
2015	26544
2021	35587

La Tabla 53, y los gráficos siguientes nos presentan el comportamiento del TPDA en el tramo Carretera Blv. Sur tramo 5 Av. Sur - CA04S, bajo el análisis de diferentes tendencias de regresión ajustadas a una curva de crecimiento para ilustrar su validez estadística mediante chi cuadrado, de la Tabla 53, se observa que los modelos líneal, exponencial y polinómico presentan representatividad estadística con valores altos de chi cuadrado, en el orden de 0.98 -0.99. La tendencia logarítmica y exponencial presentan rangos medios con representatividad de media a poca.

Tabla 53: Tendencias del crecimiento del TPDA Carretera Blv. Sur tramo 5 Av. Sur - CA04S

X	AÑO	TPDA	$y= A+B(x)$ Regresión Lineal	$y=B\ln(x)+A$ Regresión Logarítmica	$y=Ae^{Bx}$ Regresión Exponencial	$y=Ax^B$ Regresión Potencial	$y=Ax^2+Bx+C$ Regresión Polinómica
1	2005	16495	15257	13503	1628	14891	16471
2	2006		16470	17617	1709	17693	17162
3	2007		17684	20023	1794	19570	17921
4	2008		18897	21730	1884	21021	18747
5	2009	19796	20110	23055	1978	22221	19640
6	2010	20325	21323	24137	2076	23251	20601
7	2011		22536	25052	2180	24160	21629
8	2012		23750	25844	2288	24976	22725
9	2013		24963	26543	2402	25718	23888
10	2014		26176	27168	2522	26401	25119
11	2015	26544	27389	27734	2647	27034	26417
12	2016		28602	28250	2779	27626	27782
13	2017		29816	28725	2917	28181	29215
14	2018		31029	29165	3063	28706	30715
15	2019		32242	29575	3215	29202	32283
16	2020		33455	29958	3375	29675	33918
17	2021	35587	34668	30318	3543	30126	35620
Constante A			14044	13503	1551	14891	33.709
Constante B			1213.2	5934.8	0.0486	0.2487	590.07
Constante C			-	-	-	-	15847
Correlación R ²			0.98	0.72	0.99	0.8	0.99
Tasa crecimiento 2015-2021			4.01%	1.50%	4.98%	1.82%	5.11%
Tasa crecimiento 2010-2021			4.52%	2.09%	4.98%	2.38%	5.10%
Tasa crecimiento 2016-2021			3.92%	1.42%	4.98%	1.75%	5.10%

Figura 50: Evolución del TPDA en la zona en estudio y proyección del modelo de regresión con tendencia lineal

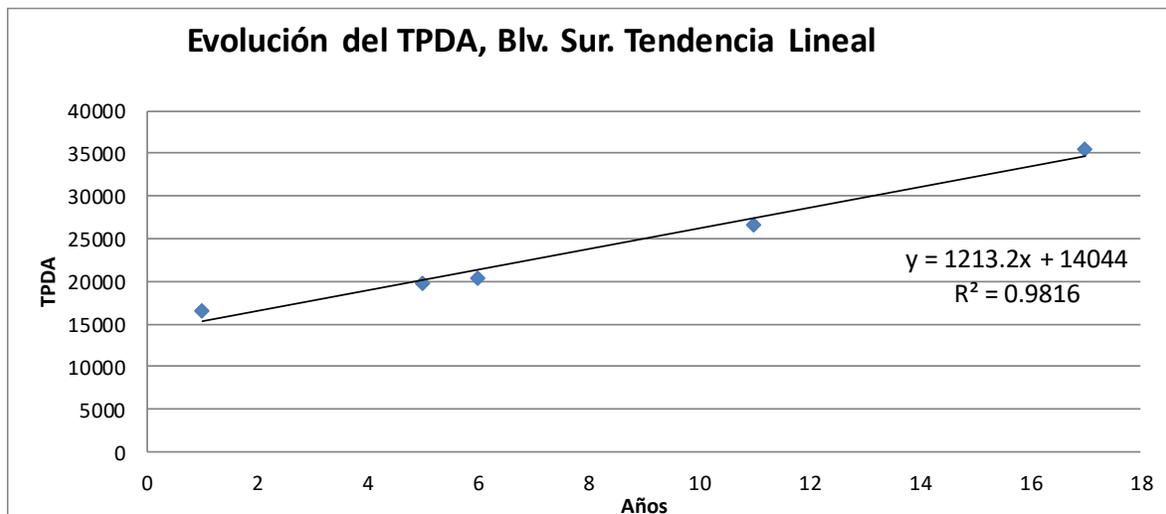


Figura 51: Evolución del TPDA en la zona en estudio y proyección del modelo de regresión con tendencia logarítmica

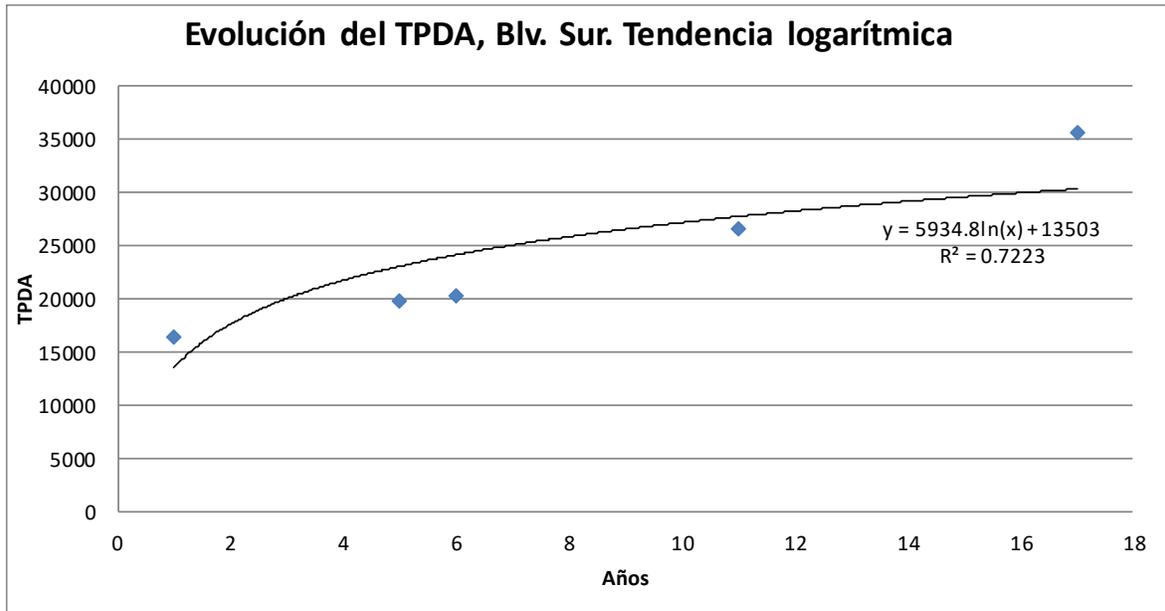


Figura 52: Evolución del TPDA en la zona en estudio y proyección del modelo de regresión con tendencia exponencial

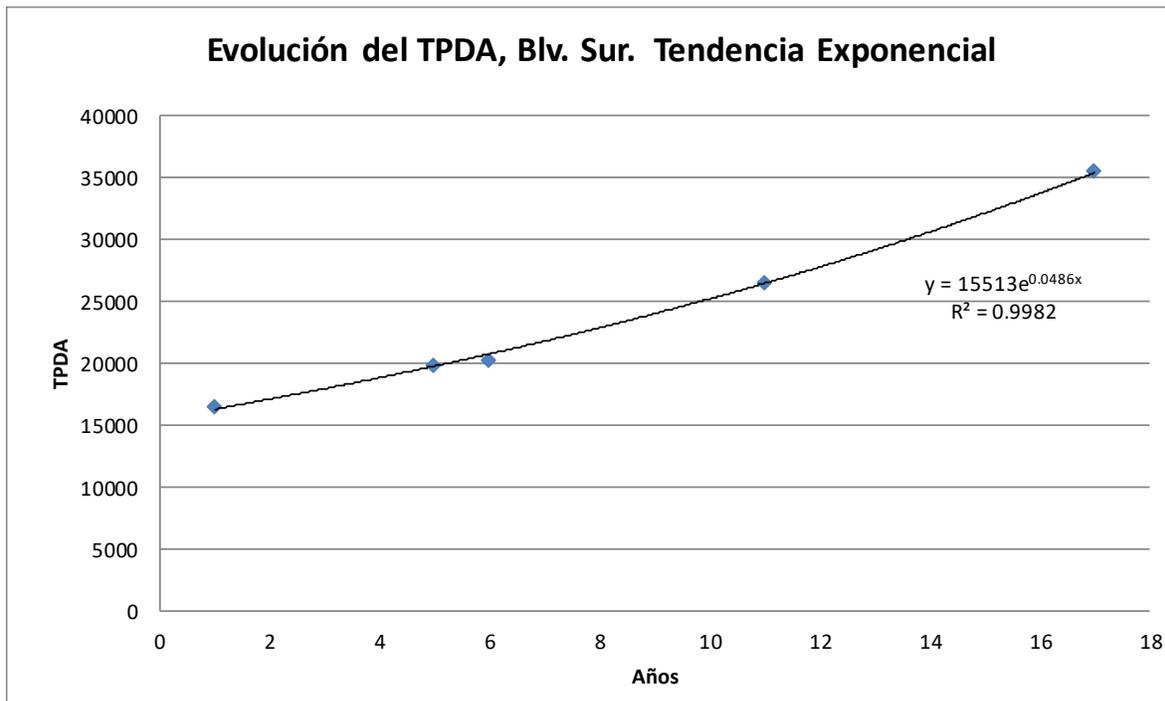


Figura 53: Evolución del TPDA en la zona en estudio y proyección del modelo de regresión con tendencia potencial

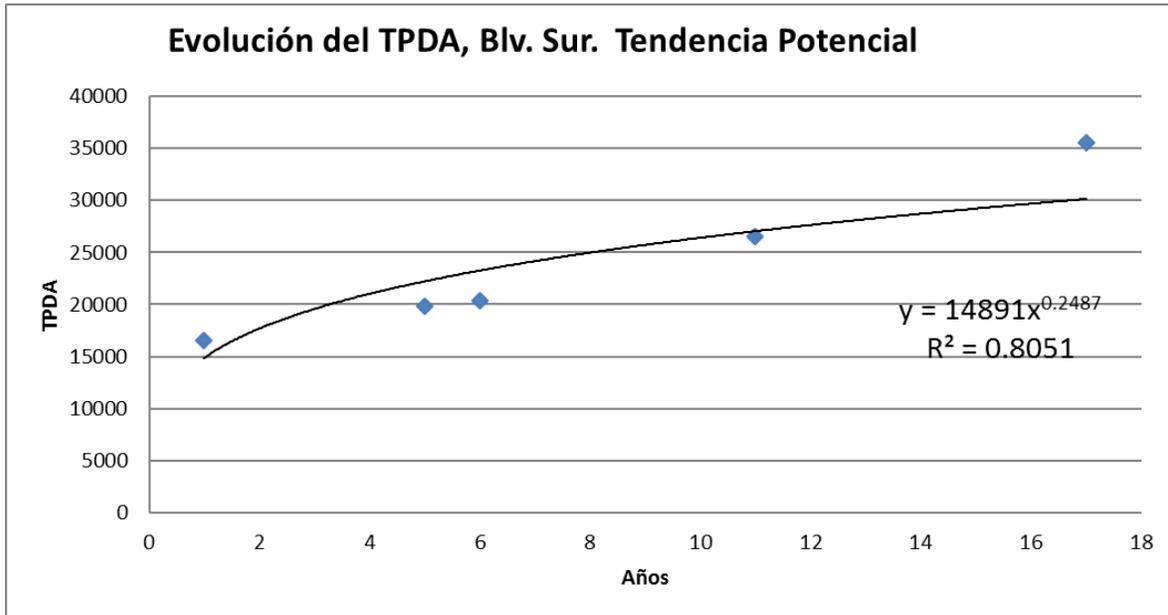


Figura 54: Evolución del TPDA en la zona en estudio y proyección del modelo de regresión con tendencia polinómica

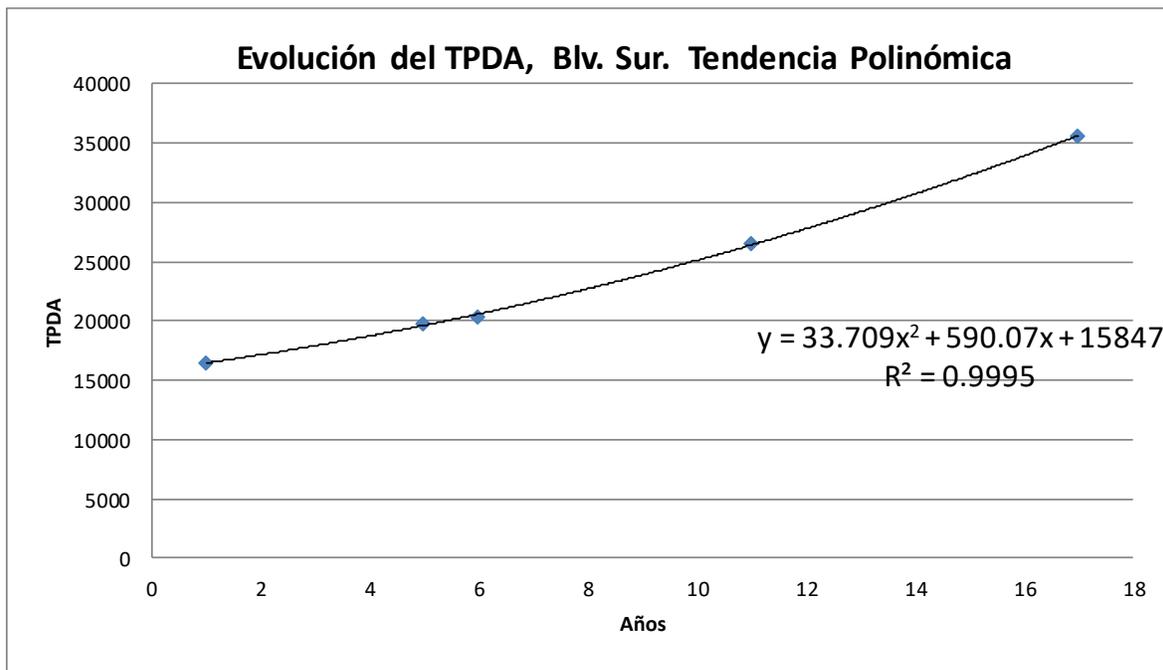


Tabla 54: TPDA ajustado Carretera Blv. Sur tramo 5 Av. Sur - CA04S

AÑO	TPDA Histórico	TPDA Ajustado
2005	16495	15257
2006		16470
2007		17684
2008		18897
2009	19796	20110
2010	20325	21323
2011		22536
2012		23750
2013		24963
2014		26176
2015	26544	27389
2016		28602
2017		29816
2018		31029
2019		32242
2020		33455
2021	35587	34668

6.1.3. Evolución del TPDA Carretera CA04S tramo Blv. Sur - Dv. Comasagua

Se analizó los registros históricos del TPDA de la Carretera CA04S tramo Blv. Sur - Dv. Comasagua, los valores del TPDA tanto históricos como presentes se encuentran en la siguiente tabla.

Tabla 55: Evolución del TPDA Carretera CA04S tramo Blv. Sur - Dv. Comasagua

AÑO	TPDA Histórico
2005	11305
2009	31267
2010	32647
2015	21344
2021	58685

La Tabla 56, y los gráficos siguientes nos presentan el comportamiento del TPDA en el tramo Carretera CA04S tramo Blv. Sur - Dv. Comasagua, bajo el análisis de diferentes tendencias de regresión ajustadas a una curva de crecimiento para ilustrar su validez estadística mediante chi cuadrado, de la Tabla 56, se observa que ninguna de las tendencias presenta representatividad estadística todos los valores de chi cuadrado son bajos.

Tabla 56: Tendencias del crecimiento del TPDA Carretera CA04S tramo Blv. Sur - Dv. Comasagua

X	AÑO	TPDA	$y=A+B(x)$ Regresión Lineal	$y=B\ln(x)+A$ Regresión Logarítmica	$y=Ae^{Bx}$ Regresión Exponencial	$y=Ax^B$ Regresión Potencial	$y=Ax^2+Bx+C$ Regresión Polinómica
1	2005	11305	14749	9540	15880	11999	17885
5	2009	31267	24064	29592	21522	25591	22850
6	2010	32647	26392	31864	23221	27883	24526
7	2011		28721	33784	25055	29981	26377
8	2012		31050	35448	27033	31926	28402
9	2013		33378	36916	29168	33745	30601
10	2014		35707	38228	31471	35461	32975
11	2015	21344	38036	39416	33956	37087	35523
12	2016		40364	40500	36637	38637	38244
13	2017		42693	41497	39530	40121	41140
14	2018		45022	42420	42652	41544	44210
15	2019		47351	43280	46020	42915	47455
16	2020		49679	44084	49654	44239	50873
17	2021	58685	52008	44839	53574	45519	54466
Constante A			12420	9540.3	14718	11999	87.092
Constante B			2328.7	12459	0.076	0.4706	718.67
Constante C			-	-	-	-	17079
Correlación R ²			0.66	0.58	0.6	0.7	0.68
Tasa crecimiento 2005 - 2021			8.19%	10.16%	7.90%	8.69%	7.21%
Tasa crecimiento 2010 - 2021			6.36%	3.15%	7.90%	4.56%	7.52%

Figura 55: Evolución del TPDA en la zona en estudio y proyección del modelo de regresión con tendencia lineal

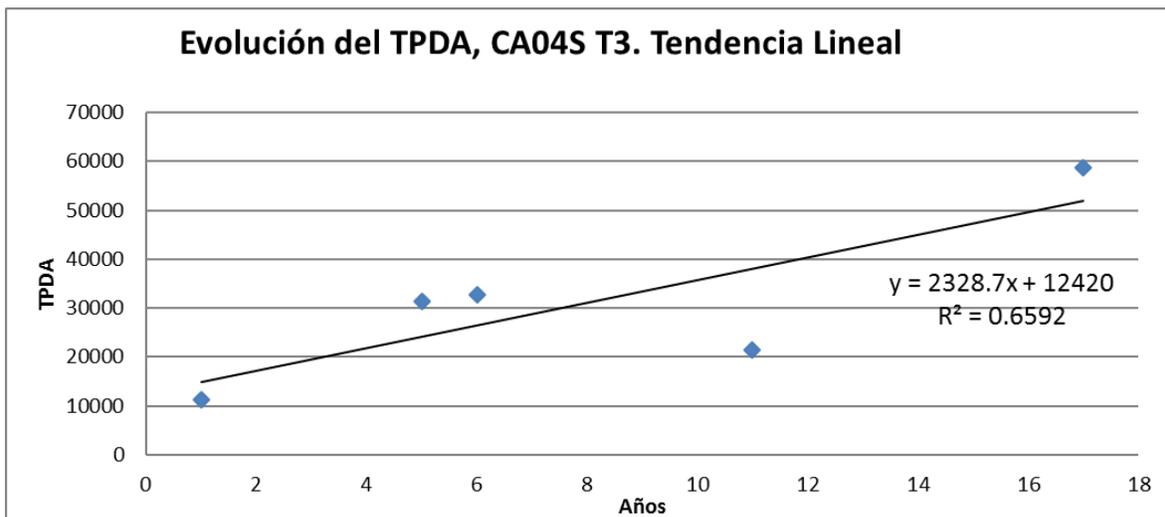


Figura 56: Evolución del TPDA en la zona en estudio y proyección del modelo de regresión con tendencia logarítmica

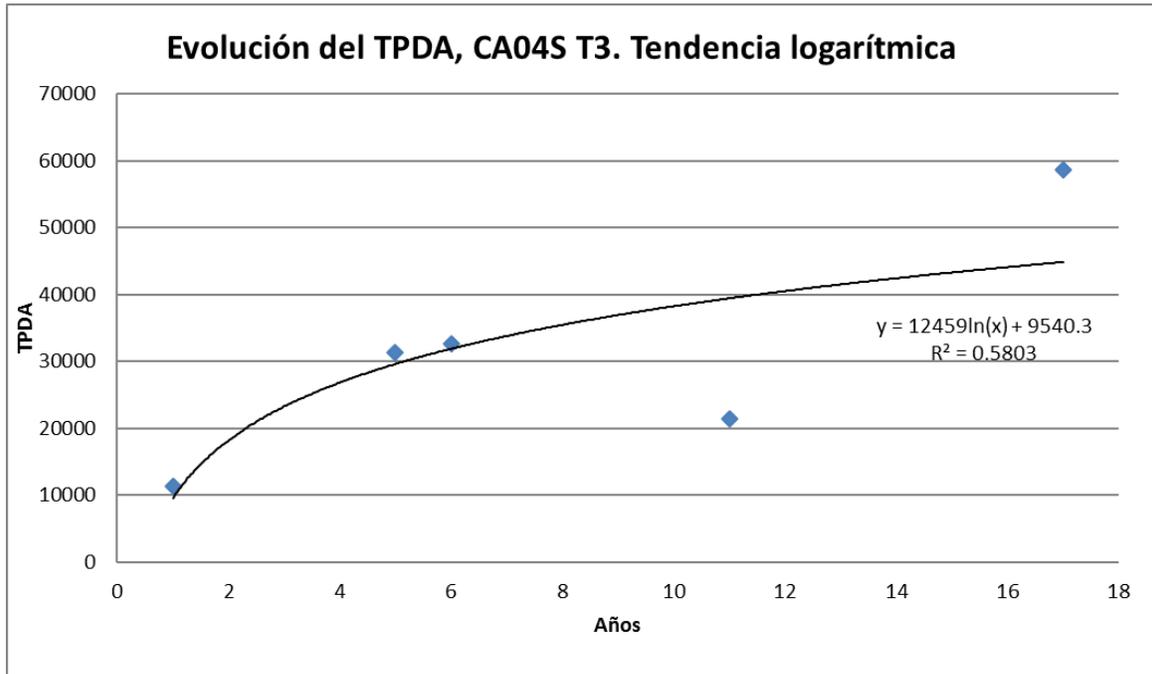


Figura 57: Evolución del TPDA en la zona en estudio y proyección del modelo de regresión con tendencia exponencial

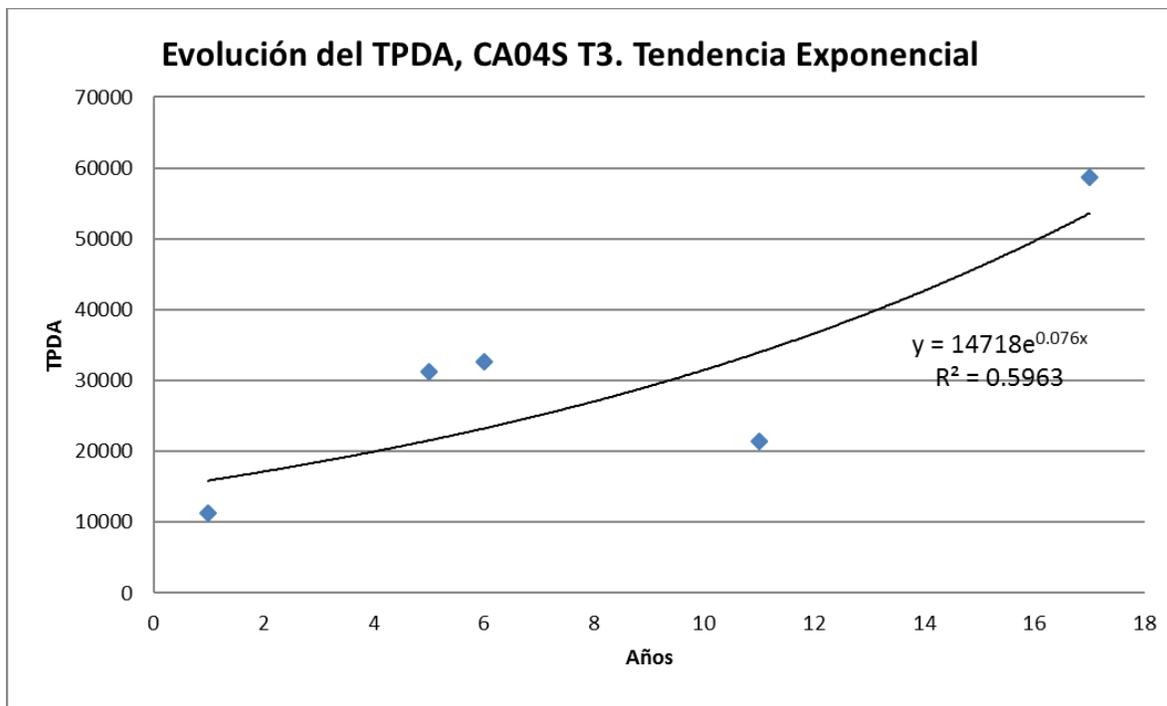


Figura 58: Evolución del TPDA en la zona en estudio y proyección del modelo de regresión con tendencia potencial

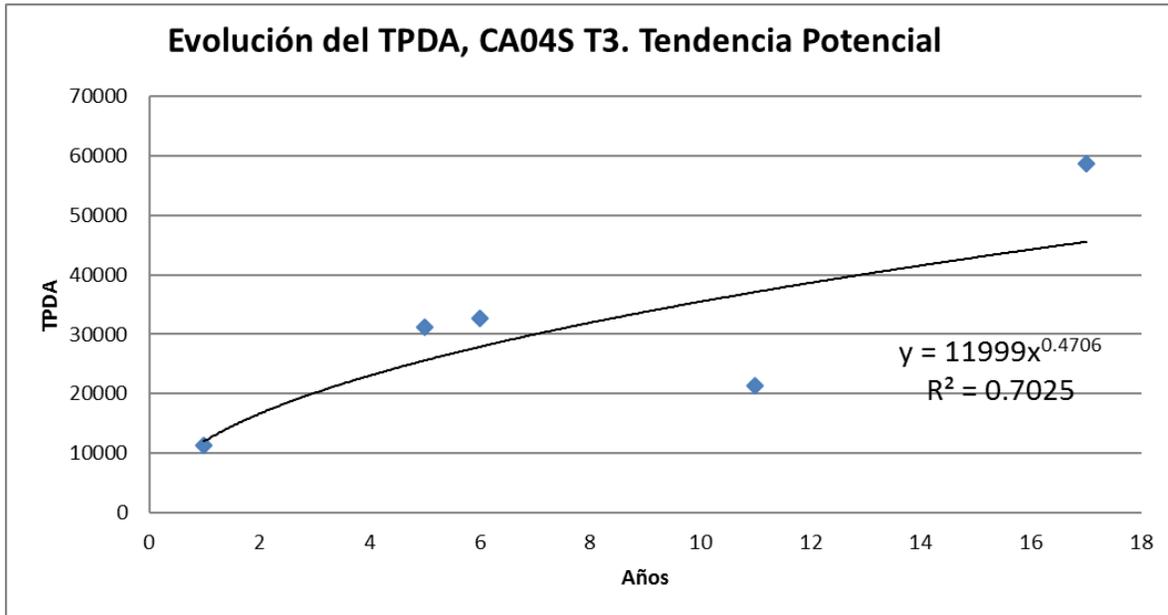


Figura 59: Tendencia Polinómica en la zona en estudio y proyección del modelo de regresión con tendencia polinómica

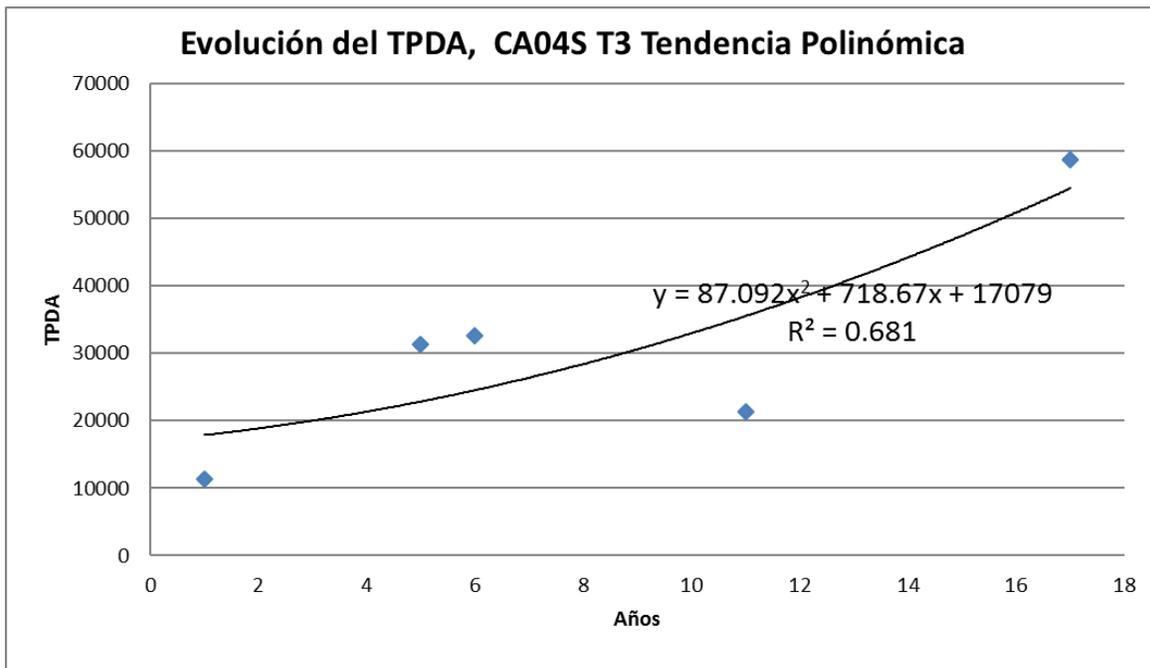


Tabla 57: TPDA ajustado Carretera Blv. Sur tramo 5 Av. Sur - CA04S

AÑO	TPDA Histórico	TPDA Ajustado
2005	11305	11999
2009	31267	25591
2010	32647	27883
2011		29981
2012		31926
2013		33745
2014		35461
2015	21344	37087
2016		38637
2017		40121
2018		41544
2019		42915
2020		44239
2021	58685	45519

6.1.4. Formulación del modelo econométrico del crecimiento del tráfico normal

Con el objetivo de obtener un modelo que permita predecir la tendencia del TPDA a partir de valores proyectados de PIB, se realiza el siguiente análisis.

Partiendo conceptualmente de los siguientes supuestos:

- Existen dos variables, PIB Y TPDA, que se supone que están relacionados
- La variable PIB explica a la variable TPDA, que depende de aquella.
- Econométricamente se puede acceder a una función que reproduzca razonablemente esta relación.

Dentro de este marco se analizaron las series y se estudió econométricamente la relación entre el crecimiento vehicular y el crecimiento del PIB. Se señala que el procedimiento utilizado y la capacidad predictiva de la curva obtenida como resultado, se hallan sujetos a lo siguiente.

- La forma de la función se obtiene de datos empíricos la misma está sujeta a proposiciones teóricas acerca del tipo de relación que se estudia:
- La relación que se estudia no es determinística sino aleatoria;
- El TPDA no solo depende del PIB, es decir que hay más de una variable explicativa:
- Tanto los valores de PIB como el TPDA son el resultado de mediciones inexactas (tienen errores)

Figura 60: Curva de dispersión TPDA – PIB Carretera CA04S Tramo El Trébol - R. Útila

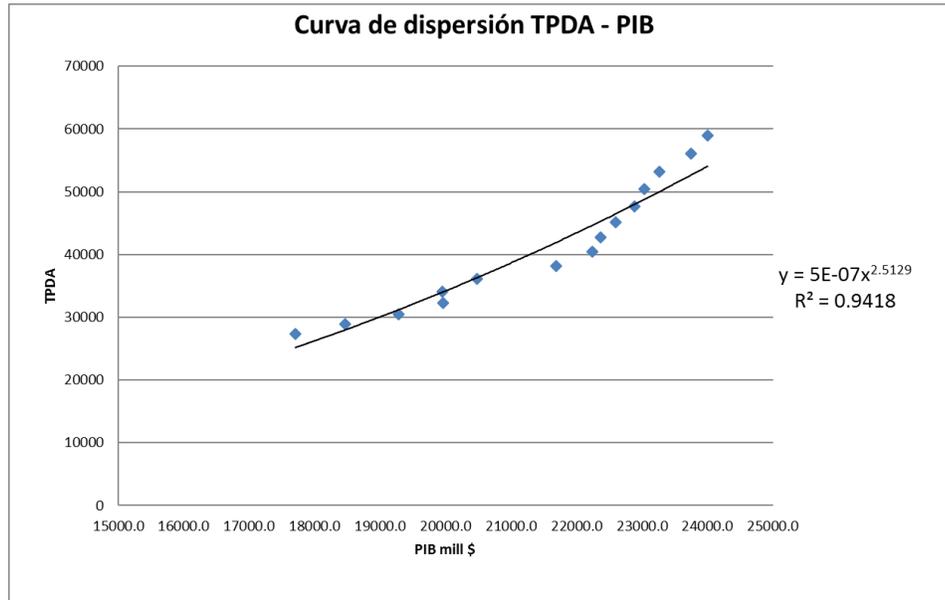
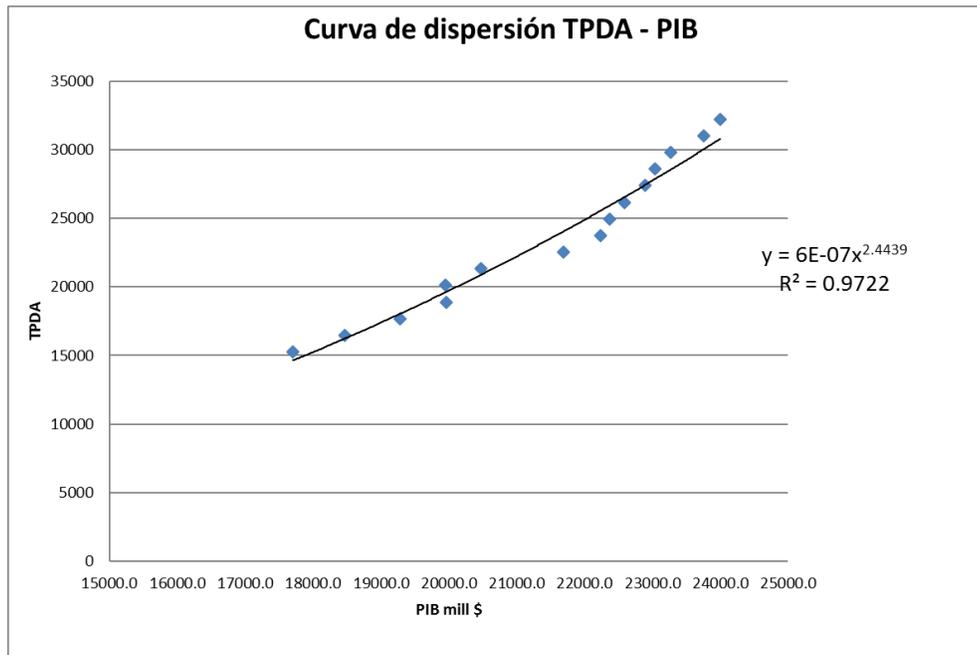


Figura 61: Curva de dispersión TPDA – PIB Carretera Blv. Sur Tramo 5º Av Sur – CA04S



Nuestra premisa es que el tráfico normal de la vía crecerá en los próximos años acompañando el crecimiento de la actividad económica del país, lo cual se puede traducir del siguiente modo:

$$rti = Et * rPIBi \quad (1)$$

Donde:

Rti: tasa del crecimiento anual del tráfico Normal del año i

rPBli: tasa del crecimiento del Producto Interno Bruto del año i,

Et: coeficiente de elasticidad ingreso del trafico

El modelo de regresión adoptado fue el siguiente:

$$\ln (TPDA) = \ln (b_0) + B_1 * \ln (PIB) \quad (2)$$

Donde:

ln: Logaritmo natural (base e),

TPDA: transito medio diario anual del tramo;

PIB: PIB a precios constantes;

Determinándose que la ecuación regresionada (1) equivalente a una función potencial del tipo:

$$TPDA = b_0 * (PIB)^{b_1} \quad (3)$$

Donde el parámetro b1 expresa la variación porcentual del TPDA, en vehículos por día, por cada variación porcentual unitaria en el PIB. Es decir, corresponde al coeficiente de elasticidad.

De la regresión de la Carretera Blv. Sur se obtienen los siguientes parámetros:

Coeficiente de determinación $R^2 = 0.97$

$B_1 = 2.44$

El coeficiente de determinación (R^2), mide la proporción de la variación total del tránsito explicado por la variación del PIB, alcanzo un valor de 0.97 nivel significativamente alto por lo que se asume que los datos en la serie poseen correlación, teniendo en cuenta la gran cantidad de variables que intervienen en su explicación y la imposibilidad de incluirlas en el modelo, por lo cual nos lleva a la conclusión que se refleja la existencia de una correlación entre ambas variables, dicha relación es conocida y aceptada como buena práctica. La correlación de las variables utilizadas es en gran manera nuestra premisa original y se mantiene.

6.1.5. Análisis de variable socio económicas.

Población

Según el último CENSO desarrollado por la DIGESTIC, la población de El Salvador para el año 2007 se estimó en 5.7 millones de habitantes, de los cuales el 37% vive en las zonas rurales del país. La DIGESTIC ha realizado ajustes al censo del año 2007 y ha realizado nuevas proyecciones poblacionales a nivel municipal. En la siguiente tabla se presentan los datos

de las estimaciones oficiales del crecimiento poblacional del departamento de La Libertad, para el período de los años 2015 y el 2025 se estima un crecimiento poblacional promedio de 1.10%.

Tabla 58: Crecimiento poblacional del departamento

DEPARTAMENTO	POBLACION 2015	POBLACION 2025	% CRECIMIENTO
La Libertad	784,613	870,862	1.10%
Fuente: El Salvador estimaciones y proyecciones de población Municipal 2005-2025. DIGESTYC. Sep 2014			

Producto Interno Bruto. PIB

Se ha utilizado la información más reciente disponible por el BCR en cuanto a datos históricos del PIB en nuestro país. En los últimos 18 años la economía nacional ha tenido una evolución variable con períodos de crecimiento medio entre los años 2005 – 2007, otro período de lento crecimiento entre el 2008 y el 2010, luego ha entrado en otro ciclo de bajo crecimiento económico, etapa en la que actualmente se encuentra nuestra economía.

Tabla 59: Evolución del PIB 2000-2019 a precios constantes 1990

AÑO	PIB (Mill. Dólares \$) base 2014	Tasa de crecimiento base 2014
2000	15,307.9	1.13%
2001	15,815.5	0.88%
2002	16,053.1	1.58%
2003	16,529.7	1.56%
2004	16,978.7	0.89%
2005	17,703.3	2.71%
2006	18,469.3	4.34%
2007	19,278.6	1.86%
2008	19,959.1	2.13%
2009	19,947.2	-2.08%
2010	20,475.0	2.11%
2011	21,686.0	3.81%
2012	22,238.8	2.81%
2013	22,367.0	2.38%
2014	22,593.5	1.71%
2015	22,889.9	2.40%
2016	23,039.5	2.54%
2017	23,266.8	2.30%
2018	23,749.6	2.43%
2019	23,998.8	2.38%

Al analizar las tasas de crecimiento del PIB tenemos que, en un periodo de 19 años, el PIB ha crecido en promedio al 2.39% anual, sin embargo, es un periodo más corto de tiempo, 8

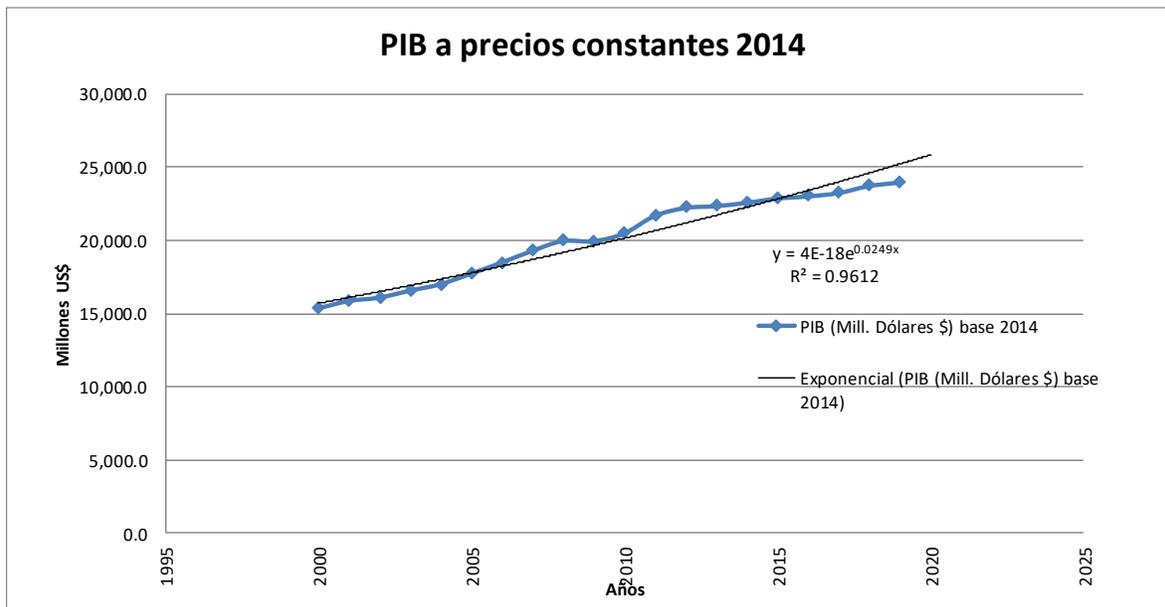
años, dicho crecimiento ha sido en el orden del 1.69% anual, tal como se presenta en la tabla siguiente.

Tabla 60: Tasas del crecimiento del PIB

Período	Tasa crecimiento
2000-2019	2.39%
2005-2019	2.20%
2008-2019	1.69%
2014-2019	1.27%

Estas variaciones cíclicas se pueden representar gráficamente mediante un modelo de regresión exponencial con una correlación de 0.96

Figura 62: Evolución del PIB



6.1.6. Hipótesis del crecimiento del tráfico normal.

Se han formulado dos hipótesis del crecimiento del tráfico en la carretera en estudio, basados en las premisas establecidas y teniendo en consideración las variables socioeconómicas analizadas y considerando lo expuesto en el análisis del modelo econométrico formulado se ha establecido las variables explicativas del crecimiento del tráfico, entre ellas se ha considerado que el crecimiento normal del TPDA se asocia sobre todo con los tipos de vehículos que no se vinculan directamente con la actividad económica, tal es el caso de los vehículos livianos, pick ups y autobuses.

Considerando a la vez que se ha establecido la relación entre el crecimiento del PIB y el crecimiento del TPDA, podemos formular la siguiente hipótesis de crecimiento del tráfico Normal.

Tabla 61: Tasas de crecimiento para tráfico Normal. Hipótesis 1

Tipo vehiculo	Tasa 2022- 2032	Tasa 2033- 2042
Livianos y Pick ups.	3.92%	2.38%
Buses y Microbuses	1.10%	1.10%
Camiones y trailers	2.20%	2.39%

Tabla 62: Tasas de crecimiento para tráfico Normal. Hipótesis 2

Tasas de crecimiento para Trafico Normal. Hipótesis 2		
Tipo vehiculo	Tasa 2022- 2032	Tasa 2033- 2042
Todos	2.20%	2.39%

La hipótesis 1 plantea dos diferentes periodos para aplicar tasas de crecimiento, así como diferencia la tasa a tres grupos de vehículos. Considera tres tasas diferenciadas para el periodo 2022 - 2032, con una tasa del 3.92% aplicada a livianos y pick ups, que corresponde al promedio del crecimiento del TPDA 2016-2021 en el tramo de la carretera Blv. Sur (ver Tabla 53)

Una tasa del 1.10% asociada al crecimiento poblacional de acuerdo con datos censales y aplicada a microbuses y buses (ver Tabla 58), otra tasa del 2.2% asociada a la tasa de crecimiento del PIB en un periodo del PIB del 2005 al 2019 aplicables a camiones y tráileres (ver Tabla 60).

Durante el periodo del 2032 – 2042 se asocia una tasa del 2.38% aplicada a Liviano y Pick-Ups, que corresponde al periodo 2010 – 2021 del crecimiento del TPDA en la carretera Blv. Sur (Tabla 53) una tasa del 1.10% asociada al crecimiento poblacional de acuerdo con datos censales y aplicada a microbuses y buses (ver Tabla 58), otra tasa del 2.39% asociada a la tasa de crecimiento del PIB en un periodo de 20 años aplicables a camiones y tráileres que corresponde al valor calculado de la tasa de crecimiento del PIB – tráfico en periodo más largos (ver Tabla 60).

La hipótesis 2 plantea una tasa única para todos los vehículos, en dos períodos diferentes, entre los años 2022-2032, la tasa del 2.20% corresponde a la tasa de crecimiento del PIB en un periodo de 20 años (ver Tabla 60), para la tasa del 2033 al 2042 se considera la tasa del 2.39% asociada a la tasa de crecimiento del promedio del PIB en un periodo de 15 años, (ver Tabla 60)

De estas dos hipótesis se considera que la menos probable de ocurrir es la 2, es una hipótesis poco conservadora, por lo que se consideraron las tasas de crecimiento de la hipótesis 1 para las proyecciones del tráfico normal.

6.2. PROYECCIÓN DEL TRÁFICO NORMAL

6.2.1. Carretera CA04S tramo El Trébol - R Útila.

Utilizando las tasas de crecimiento establecidas en la Tabla 6.13 se ha elaborado la siguiente tabla que nos presenta los valores del crecimiento del TPDA normal hasta el año 2042.

Tabla 63: Crecimiento del tráfico normal, Carretera CA04S tramo El Trébol - R Útila, (tasas utilizadas conforme Tabla 50)

TRAFICO NORMAL : Carretera CA04S tramo El Trebol - Redondel Utila													
AÑO	LIVIANO	PICK UP	MICROBUS	AUTOBUS	C2	C3	T2S1	T2S2	T2S3	T3S2	T3S3	T3S4	TOTAL
2021	48823	10707	1355	250	1978	393	0	0	0	276	56	1	63839
2022	50738	11127	1370	253	2021	402	0	0	0	282	57	1	66251
2023	52728	11563	1385	256	2065	411	0	0	0	288	58	1	68755
2024	54796	12016	1400	259	2110	420	0	0	0	294	59	1	71355
2025	56945	12487	1415	262	2156	429	0	0	0	300	60	1	74055
2026	59178	12977	1431	265	2203	438	0	0	0	307	61	1	76861
2027	61499	13486	1447	268	2251	448	0	0	0	314	62	1	79776
2028	63911	14015	1463	271	2300	458	0	0	0	321	63	1	82803
2029	66417	14565	1479	274	2351	468	0	0	0	328	64	1	85947
2030	69022	15136	1495	277	2403	478	0	0	0	335	65	1	89212
2031	71729	15730	1511	280	2456	489	0	0	0	342	66	1	92604
2032	74542	16347	1528	283	2510	500	0	0	0	350	67	1	96128
2033	76318	16737	1545	286	2570	512	0	0	0	358	69	1	98396
2034	78137	17136	1562	289	2632	524	0	0	0	367	71	1	100719
2035	79999	17544	1579	292	2695	537	0	0	0	376	73	1	103096
2036	81905	17962	1596	295	2760	550	0	0	0	385	75	1	105529
2037	83857	18390	1614	298	2826	563	0	0	0	394	77	1	108020
2038	85855	18828	1632	301	2894	576	0	0	0	403	79	1	110569
2039	87901	19277	1650	304	2963	590	0	0	0	413	81	1	113180
2040	89996	19736	1668	307	3034	604	0	0	0	423	83	1	115852
2041	92140	20206	1686	310	3107	618	0	0	0	433	85	1	118586
2042	94336	20687	1705	313	3181	633	0	0	0	443	87	1	121386

6.2.2. Carretera Blv. Sur tramo 5 Av. Sur - CA04S

Tabla 64: Crecimiento del tráfico normal, Carretera Blv. Sur tramo 5 Av. Sur - CA04S (tasas utilizadas conforme Tabla 53)

TRAFICO NORMAL : Carretera Blv. Sur, tramo 5 Av. Sur - CA04S													
AÑO	LIVIANO	PICK UP	MICROBUS	AUTOBUS	C2	C3	T2S1	T2S2	T2S3	T3S2	T3S3	T3S4	TOTAL
2021	26626	5657	967	706	969	348	0	0	0	245	69	0	35587
2022	27670	5879	978	714	990	356	0	0	0	250	71	0	36908
2023	28755	6110	989	722	1012	364	0	0	0	255	73	0	38280
2024	29883	6350	1000	730	1034	372	0	0	0	261	75	0	39705
2025	31055	6599	1011	738	1057	380	0	0	0	267	77	0	41184
2026	32273	6858	1022	746	1080	388	0	0	0	273	79	0	42719
2027	33539	7127	1033	754	1104	397	0	0	0	279	81	0	44314
2028	34854	7407	1044	762	1128	406	0	0	0	285	83	0	45969
2029	36221	7697	1055	770	1153	415	0	0	0	291	85	0	47687
2030	37641	7999	1067	778	1178	424	0	0	0	297	87	0	49471
2031	39117	8313	1079	787	1204	433	0	0	0	304	89	0	51326
2032	40651	8639	1091	796	1230	443	0	0	0	311	91	0	53252
2033	41620	8845	1103	805	1259	454	0	0	0	318	93	0	54497
2034	42612	9056	1115	814	1289	465	0	0	0	326	95	0	55772
2035	43627	9272	1127	823	1320	476	0	0	0	334	97	0	57076
2036	44667	9493	1139	832	1352	487	0	0	0	342	99	0	58411
2037	45731	9719	1152	841	1384	499	0	0	0	350	101	0	59777
2038	46821	9951	1165	850	1417	511	0	0	0	358	103	0	61176
2039	47937	10188	1178	859	1451	523	0	0	0	367	105	0	62608
2040	49079	10431	1191	868	1486	536	0	0	0	376	108	0	64075
2041	50248	10680	1204	878	1522	549	0	0	0	385	111	0	65577
2042	51445	10934	1217	888	1558	562	0	0	0	394	114	0	67112

6.2.3. Blv. Carretera CA04S, tramo Blv. Sur - Dv. Comasagua

Tabla 65: Crecimiento del tráfico normal, Carretera CA04S, tramo Blv. Sur - Dv. Comasagua (tasas utilizadas conforme Tabla 56)

TRAFICO NORMAL : Carretera CA04S tramo, Blv. Sur - Dv. Comasagua													
AÑO	LIVIANO	PICK UP	MICROBUS	AUTOBUS	C2	C3	T2S1	T2S2	T2S3	T3S2	T3S3	T3S4	TOTAL
2021	44517	9837	1445	719	1394	571	0	6	0	165	31	0	58685
2022	46263	10223	1461	727	1425	584	0	6	0	169	32	0	60890
2023	48077	10624	1477	735	1456	597	0	6	0	173	33	0	63178
2024	49962	11041	1493	743	1488	610	0	6	0	177	34	0	65554
2025	51921	11474	1509	751	1521	623	0	6	0	181	35	0	68021
2026	53957	11924	1526	759	1554	637	0	6	0	185	36	0	70584
2027	56073	12392	1543	767	1588	651	0	6	0	189	37	0	73246
2028	58272	12878	1560	775	1623	665	0	6	0	193	38	0	76010
2029	60557	13383	1577	784	1659	680	0	6	0	197	39	0	78882
2030	62932	13908	1594	793	1695	695	0	6	0	201	40	0	81864
2031	65400	14453	1612	802	1732	710	0	6	0	205	41	0	84961
2032	67965	15020	1630	811	1770	726	0	6	0	210	42	0	88180
2033	69585	15378	1648	820	1812	743	0	6	0	215	43	0	90250
2034	71243	15744	1666	829	1855	761	0	6	0	220	44	0	92368
2035	72941	16119	1684	838	1899	779	0	6	0	225	45	0	94536
2036	74679	16503	1703	847	1944	798	0	6	0	230	46	0	96756
2037	76458	16896	1722	856	1991	817	0	6	0	236	47	0	99029
2038	78280	17299	1741	865	2039	837	0	6	0	242	48	0	101357
2039	80145	17711	1760	875	2088	857	0	6	0	248	49	0	103739
2040	82055	18133	1779	885	2138	878	0	6	0	254	50	0	106178
2041	84010	18565	1799	895	2189	899	0	6	0	260	51	0	108674
2042	86012	19007	1819	905	2241	921	0	6	0	266	52	0	111229

6.3. TRÁFICO GENERADO O INDUCIDO.

En relación al tráfico generado o inducido, no existen estudios ni investigaciones locales donde se analice el comportamiento del tráfico generado a lo largo de los años por lo que se han utilizado recomendaciones de valores indicativos de autores latinoamericanos que son de común aceptación en nuestro país y en la región, para el caso se utilizó el rango de porcentaje del 5% con respecto al tráfico normal por considerar que la vía es existente

6.3.1. Carretera CA04S tramo El Trébol - R Útila

Tabla 66: Tráfico generado o inducido, Carretera CA04S tramo El Trébol - R Útila (Tasa 5%)

TRAFICO GENERADO O INDUCIDO, Carretera CA04S tramo El Trebol - Redondel Utila													
AÑO	LIVIANO	PICK UP	MICROBUS	AUTOBUS	C2	C3	T2S1	T2S2	T2S3	T3S2	T3S3	T3S4	TOTAL
2021	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2022	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2023	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2024	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2025	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2026	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2027	3075	674	0	0	113	22	0	0	0	16	3	0	3903
2028	3196	701	0	0	115	23	0	0	0	16	3	0	4054
2029	3321	728	0	0	118	23	0	0	0	16	3	0	4209
2030	3451	757	0	0	120	24	0	0	0	17	3	0	4372
2031	3586	787	0	0	123	24	0	0	0	17	3	0	4540
2032	3727	817	0	0	126	25	0	0	0	18	3	0	4716
2033	3816	837	0	0	129	26	0	0	0	18	3	0	4829
2034	3907	857	0	0	132	26	0	0	0	18	4	0	4944
2035	4000	877	0	0	135	27	0	0	0	19	4	0	5062
2036	4095	898	0	0	138	28	0	0	0	19	4	0	5182
2037	4193	920	0	0	141	28	0	0	0	20	4	0	5306
2038	4293	941	0	0	145	29	0	0	0	20	4	0	5432
2039	4395	964	0	0	148	30	0	0	0	21	4	0	5562
2040	4500	987	0	0	152	30	0	0	0	21	4	0	5694
2041	4607	1010	0	0	155	31	0	0	0	22	4	0	5829
2042	4717	1034	0	0	159	32	0	0	0	22	4	0	5968

6.3.2. Carretera Blv. Sur tramo 5 Av. Sur - CA04S

Tabla 67: Tráfico generado o inducido, Carretera Blv. Sur tramo 5 Av. Sur - CA04S. (Tasa 5%)

TRAFICO GENERADO O INDUCIDO : Carretera Blv. Sur, tramo 5 Av. Sur - CA04S													
AÑO	LIVIANO	PICK UP	MICROBUS	AUTOBUS	C2	C3	T2S1	T2S2	T2S3	T3S2	T3S3	T3S4	TOTAL
2021	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2022	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2023	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2024	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2025	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2026	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2027	1677	356	0	0	55	20	0	0	0	14	4	0	2126
2028	1743	370	0	0	56	20	0	0	0	14	4	0	2207
2029	1811	385	0	0	58	21	0	0	0	15	4	0	2294
2030	1882	400	0	0	59	21	0	0	0	15	4	0	2381
2031	1956	416	0	0	60	22	0	0	0	15	4	0	2473
2032	2033	432	0	0	62	22	0	0	0	16	5	0	2570
2033	2081	442	0	0	63	23	0	0	0	16	5	0	2630
2034	2131	453	0	0	64	23	0	0	0	16	5	0	2692
2035	2181	464	0	0	66	24	0	0	0	17	5	0	2757
2036	2233	475	0	0	68	24	0	0	0	17	5	0	2822
2037	2287	486	0	0	69	25	0	0	0	18	5	0	2890
2038	2341	498	0	0	71	26	0	0	0	18	5	0	2959
2039	2397	509	0	0	73	26	0	0	0	18	5	0	3028
2040	2454	522	0	0	74	27	0	0	0	19	5	0	3101
2041	2512	534	0	0	76	27	0	0	0	19	6	0	3174
2042	2572	547	0	0	78	28	0	0	0	20	6	0	3251

6.3.3. Carretera CA04S, tramo Blv. Sur - Dv. Comasagua

Tabla 68: Tráfico generado o inducido, Carretera CA04S, tramo Blv. Sur - Dv. Comasagua. (Tasa 5%)

TRAFICO GENERADO O INDUCIDO : Carretera CA04S tramo, Blv. Sur - Dv. Comasagua													
AÑO	LIVIANO	PICK UP	MICROBUS	AUTOBUS	C2	C3	T2S1	T2S2	T2S3	T3S2	T3S3	T3S4	TOTAL
2021	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2022	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2023	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2024	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2025	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2026	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2027	2804	620	0	0	79	33	0	0	0	9	2	0	3547
2028	2914	644	0	0	81	33	0	0	0	10	2	0	3684
2029	3028	669	0	0	83	34	0	0	0	10	2	0	3826
2030	3147	695	0	0	85	35	0	0	0	10	2	0	3974
2031	3270	723	0	0	87	36	0	0	0	10	2	0	4128
2032	3398	751	0	0	89	36	0	0	0	11	2	0	4287
2033	3479	769	0	0	91	37	0	0	0	11	2	0	4389
2034	3562	787	0	0	93	38	0	0	0	11	2	0	4493
2035	3647	806	0	0	95	39	0	0	0	11	2	0	4600
2036	3734	825	0	0	97	40	0	0	0	12	2	0	4710
2037	3823	845	0	0	100	41	0	0	0	12	2	0	4823
2038	3914	865	0	0	102	42	0	0	0	12	2	0	4937
2039	4007	886	0	0	104	43	0	0	0	12	2	0	5054
2040	4103	907	0	0	107	44	0	0	0	13	3	0	5177
2041	4201	928	0	0	109	45	0	0	0	13	3	0	5299
2042	4301	950	0	0	112	46	0	0	0	13	3	0	5425

6.4. TRAFICO DESARROLLADO

En el presente apartado se da un pequeño resumen donde se valora la dinámica existente entre el uso del suelo y la generación/atracción vehicular que conlleva, teniendo en cuenta la evolución de los usos de suelo de la zona para poder estimar el tráfico que provendrá de todo el cambio de estos.

La zona al sur de la Carretera CA04S ha tenido una dinámica de crecimiento media que ha ido a un menor ritmo durante los últimos 10 años.

Se ha realizado un análisis comparativo de la evolución del uso de suelo en la zona mediante el análisis de fotografías satelitales. En el esquema de abajo podemos apreciar cómo ha evolucionado el crecimiento de los usos de suelo industrial, comercial y habitacional que ha tenido la zona durante los últimos 10 años.

Figura 63: Evolución del uso de suelos

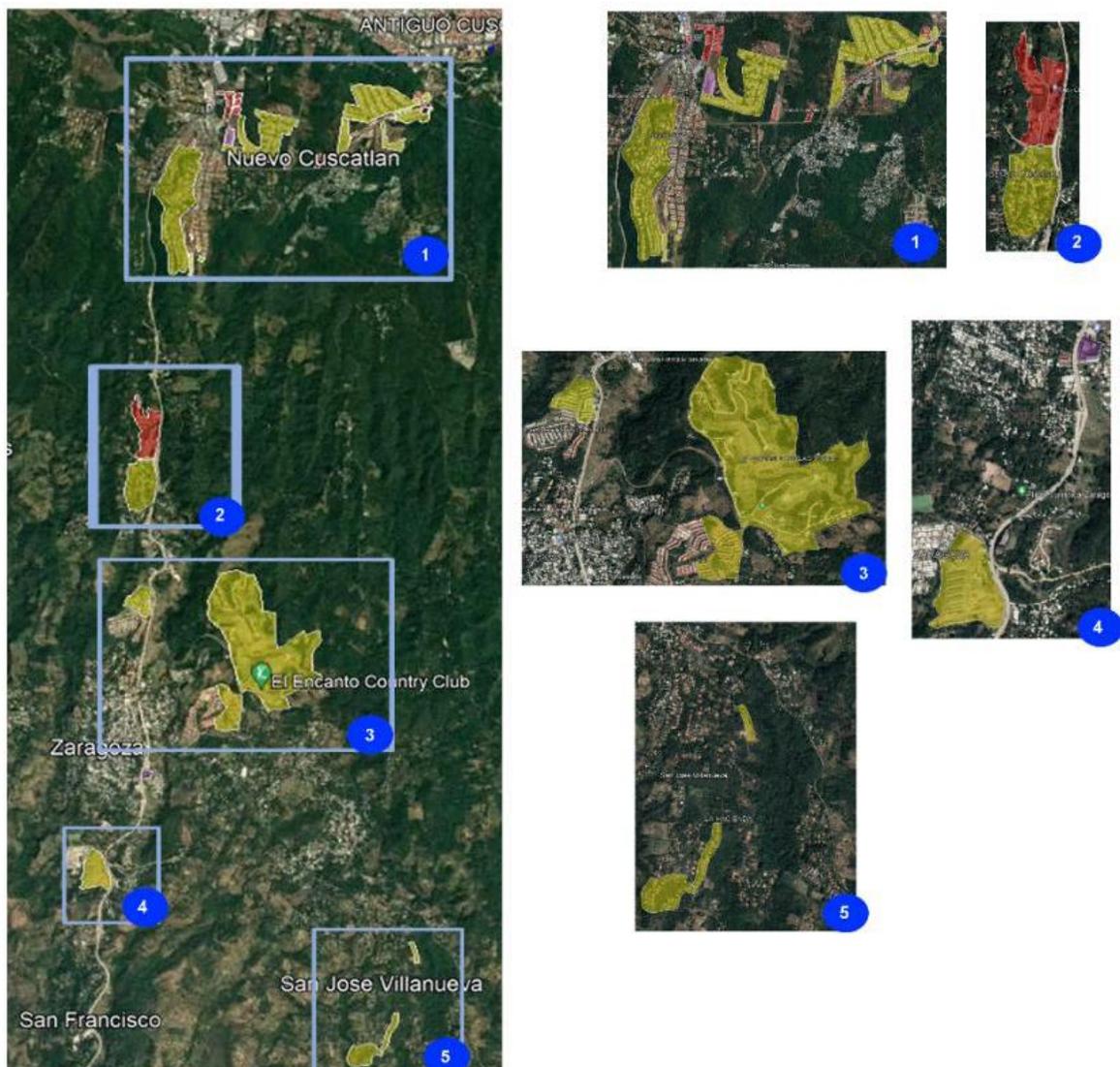


Tabla 69: Evolución del cambio de uso de suelo durante los últimos 10 años

Color	Uso de suelo	Hectáreas	%
	Logística	1.98	0.62%
	Industrial	4.68	1.47%
	Habitacional	291.51	91.37%
	Comercial - Servicios - Oficinas	20.88	6.54%
TOTAL		319.05	100.00%

La Figura 63 y Tabla 69, presenta los diferentes usos de suelo modificados en la zona en estudio y el área, estimándose un cambio del uso de suelo en los últimos años de aproximadamente 319 Ha, de estos el 91% representa un uso de suelo habitacional.

Es así como a un horizonte de 20 años estimaremos un cambio de 320 Ha donde estas cambiarán en su uso de suelo actual, agrícola, pasando a actividades de mayor atracción / generación vehicular que hay que considerar para estimar adecuadamente el impacto del tráfico desarrollado en la zona.

Tabla 70: Estimación del tráfico desarrollado debido al cambio de uso de suelo en la zona

USO DE SUELO	AREA (HECTAREA)	VIAJES DIARIOS POR Ha	TOTAL VIAJES DIARIOS
Logístico	1.98	235	465
Industrial	4.68	200	936
Habitacional	291.51	90	26236
Comercio - Oficinas	20.88	235	4907
TOTAL VIAJES			32544
Viajes fuera Gran San Salvador		10%	3254
Viajes locales		5%	1627
TOTAL VIAJES ESTIMADOS			27663

Considerando lo anterior se ha elaborado la Tabla 71, donde basados en los cambios de uso estimados se ha realizado una estimación de los viajes de los mismos al año 2042 y la asignación de viales a las carreteras próximas a la zona en estudio.

Tabla 71: Estimación del Tráfico Desarrollado por cambio de uso de suelo y su asignación. 2042

Carretera	%	Total Viajes
CA04S Tramo Blv. Sur - Dv. Comasagua	100%	27663
CA04S Tramo El Trebol - Redondel Utila	95%	26280
Blv Sur	5%	1383

6.4.1. Carretera CA04S tramo El Trébol - R Útila

Tabla 72: Tráfico desarrollado, Carretera CA04S tramo El Trébol - R Útila

TRAFICO DESARROLLADO , Carretera CA04S tramo El Trebol - Redondel Utila													
AÑO	LIVIANO	PICK UP	MICROBUS	AUTOBUS	C2	C3	T2S1	T2S2	T2S3	T3S2	T3S3	T3S4	TOTAL
2021	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2022	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2023	1005	220	28	5	41	8	0	0	0	6	1	0	1314
2024	2010	440	56	10	82	16	0	0	0	12	2	0	2628
2025	3015	660	84	15	123	24	0	0	0	18	3	0	3942
2026	4020	880	112	20	164	32	0	0	0	24	4	0	5256
2027	5025	1100	140	25	205	40	0	0	0	30	5	0	6570
2028	6030	1320	168	30	246	48	0	0	0	36	6	0	7884
2029	7035	1540	196	35	287	56	0	0	0	42	7	0	9198
2030	8040	1760	224	40	328	64	0	0	0	48	8	0	10512
2031	9045	1980	252	45	369	72	0	0	0	54	9	0	11826
2032	10050	2200	280	50	410	80	0	0	0	60	10	0	13140
2033	11055	2420	308	55	451	88	0	0	0	66	11	0	14454
2034	12060	2640	336	60	492	96	0	0	0	72	12	0	15768
2035	13065	2860	364	65	533	104	0	0	0	78	13	0	17082
2036	14070	3080	392	70	574	112	0	0	0	84	14	0	18396
2037	15075	3300	420	75	615	120	0	0	0	90	15	0	19710
2038	16080	3520	448	80	656	128	0	0	0	96	16	0	21024
2039	17085	3740	476	85	697	136	0	0	0	102	17	0	22338
2040	18090	3960	504	90	738	144	0	0	0	108	18	0	23652
2041	19095	4180	532	95	779	152	0	0	0	114	19	0	24966
2042	20100	4400	560	100	820	160	0	0	0	120	20	0	26280

6.4.2. Carretera Blv. Sur tramo 5 Av. Sur - CA04S

Tabla 73: Tráfico desarrollado, Carretera Blv. Sur tramo 5 Av. Sur - CA04S

TRAFICO DESARROLLADO: Carretera Blv. Sur, tramo 5 Av. Sur - CA04S													
AÑO	LIVIANO	PICK UP	MICROBUS	AUTOBUS	C2	C3	T2S1	T2S2	T2S3	T3S2	T3S3	T3S4	TOTAL
2021	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2022	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2023	52	11	2	1	2	1	0	0	0	1	0	0	70
2024	104	22	4	2	4	2	0	0	0	2	0	0	140
2025	156	33	6	3	6	3	0	0	0	3	0	0	210
2026	208	44	8	4	8	4	0	0	0	4	0	0	280
2027	260	55	10	5	10	5	0	0	0	5	0	0	350
2028	312	66	12	6	12	6	0	0	0	6	0	0	420
2029	364	77	14	7	14	7	0	0	0	7	0	0	490
2030	416	88	16	8	16	8	0	0	0	8	0	0	560
2031	468	99	18	9	18	9	0	0	0	9	0	0	630
2032	520	110	20	10	20	10	0	0	0	10	0	0	700
2033	572	121	22	11	22	11	0	0	0	11	0	0	770
2034	624	132	24	12	24	12	0	0	0	12	0	0	840
2035	676	143	26	13	26	13	0	0	0	13	0	0	910
2036	728	154	28	14	28	14	0	0	0	14	0	0	980
2037	780	165	30	15	30	15	0	0	0	15	0	0	1050
2038	832	176	32	16	32	16	0	0	0	16	0	0	1120
2039	884	187	34	17	34	17	0	0	0	17	0	0	1190
2040	936	198	36	18	36	18	0	0	0	18	0	0	1260
2041	988	209	38	19	38	19	0	0	0	19	0	0	1330
2042	1040	220	40	20	40	20	0	0	0	20	0	0	1400

6.4.3. Carretera CA04S, tramo Blv. Sur - Dv. Comasagua

Tabla 74: Trafico desarrollado, Carretera CA04S, tramo Blv. Sur - Dv. Comasagua

TRAFICO DESARROLLADO Carretera CA04S tramo, Blv. Sur - Dv. Comasagua													
AÑO	LIVIANO	PICK UP	MICROBUS	AUTOBUS	C2	C3	T2S1	T2S2	T2S3	T3S2	T3S3	T3S4	TOTAL
2021	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2022	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2023	1049	232	34	17	33	13	0	0	0	4	1	0	1383
2024	2098	464	68	34	66	26	0	0	0	8	2	0	2766
2025	3147	696	102	51	99	39	0	0	0	12	3	0	4149
2026	4196	928	136	68	132	52	0	0	0	16	4	0	5532
2027	5245	1160	170	85	165	65	0	0	0	20	5	0	6915
2028	6294	1392	204	102	198	78	0	0	0	24	6	0	8298
2029	7343	1624	238	119	231	91	0	0	0	28	7	0	9681
2030	8392	1856	272	136	264	104	0	0	0	32	8	0	11064
2031	9441	2088	306	153	297	117	0	0	0	36	9	0	12447
2032	10490	2320	340	170	330	130	0	0	0	40	10	0	13830
2033	11539	2552	374	187	363	143	0	0	0	44	11	0	15213
2034	12588	2784	408	204	396	156	0	0	0	48	12	0	16596
2035	13637	3016	442	221	429	169	0	0	0	52	13	0	17979
2036	14686	3248	476	238	462	182	0	0	0	56	14	0	19362
2037	15735	3480	510	255	495	195	0	0	0	60	15	0	20745
2038	16784	3712	544	272	528	208	0	0	0	64	16	0	22128
2039	17833	3944	578	289	561	221	0	0	0	68	17	0	23511
2040	18882	4176	612	306	594	234	0	0	0	72	18	0	24894
2041	19931	4408	646	323	627	247	0	0	0	76	19	0	26277
2042	20980	4640	680	340	660	260	0	0	0	80	20	0	27660

6.5. TRÁFICO TOTAL FUTURO

6.5.1. Carretera CA04S tramo El Trébol - R Útila

Totalizando el crecimiento del tráfico normal, el tráfico generado y el tráfico desarrollado obtenemos el tráfico total futuro para los tramos en estudio:

Tabla 75: Tráfico total, Carretera CA04S tramo El Trébol - R Útila

TRAFICO TOTAL Carretera CA04S tramo El Trebol - Redondel Utila													
AÑO	LIVIANO	PICK UP	MICROBUS	AUTOBUS	C2	C3	T2S1	T2S2	T2S3	T3S2	T3S3	T3S4	TOTAL
2021	48823	10707	1355	250	1978	393	0	0	0	276	56	1	63839
2022	50738	11127	1370	253	2021	402	0	0	0	282	57	1	66251
2023	53733	11783	1413	261	2106	419	0	0	0	294	59	1	70069
2024	56806	12456	1456	269	2192	436	0	0	0	306	61	1	73983
2025	59960	13147	1499	277	2279	453	0	0	0	318	63	1	77997
2026	63198	13857	1543	285	2367	470	0	0	0	331	65	1	82117
2027	69599	15260	1587	293	2569	510	0	0	0	360	70	1	90249
2028	73137	16036	1631	301	2661	529	0	0	0	373	72	1	94741
2029	76773	16833	1675	309	2756	547	0	0	0	386	74	1	99354
2030	80513	17653	1719	317	2851	566	0	0	0	400	76	1	104096
2031	84360	18497	1763	325	2948	585	0	0	0	413	78	1	108970
2032	88319	19364	1808	333	3046	605	0	0	0	428	80	1	113984
2033	91189	19994	1853	341	3150	626	0	0	0	442	83	1	117679
2034	94104	20633	1898	349	3256	646	0	0	0	457	87	1	121431
2035	97064	21281	1943	357	3363	668	0	0	0	473	90	1	125240
2036	100070	21940	1988	365	3472	690	0	0	0	488	93	1	129107
2037	103125	22610	2034	373	3582	711	0	0	0	504	96	1	133036
2038	106228	23289	2080	381	3695	733	0	0	0	519	99	1	137025
2039	109381	23981	2126	389	3808	756	0	0	0	536	102	1	141080
2040	112586	24683	2172	397	3924	778	0	0	0	552	105	1	145198
2041	115842	25396	2218	405	4041	801	0	0	0	569	108	1	149381
2042	119153	26121	2265	413	4160	825	0	0	0	585	111	1	153634

Tabla 76: Tráfico total, Carretera Blv. Sur tramo 5 Av. Sur - CA04S

TRAFICO TOTAL: Carretera Blv. Sur, tramo 5 Av. Sur - CA04S													
AÑO	LIVIANO	PICK UP	MICROBUS	AUTOBUS	C2	C3	T2S1	T2S2	T2S3	T3S2	T3S3	T3S4	TOTAL
2021	26626	5657	967	706	969	348	0	0	0	245	69	0	35587
2022	27670	5879	978	714	990	356	0	0	0	250	71	0	36908
2023	28807	6121	991	723	1014	365	0	0	0	256	73	0	38350
2024	29987	6372	1004	732	1038	374	0	0	0	263	75	0	39845
2025	31211	6632	1017	741	1063	383	0	0	0	270	77	0	41394
2026	32481	6902	1030	750	1088	392	0	0	0	277	79	0	42999
2027	35476	7538	1043	759	1169	422	0	0	0	298	85	0	46790
2028	36909	7843	1056	768	1196	432	0	0	0	305	87	0	48596
2029	38396	8159	1069	777	1225	443	0	0	0	313	89	0	50471
2030	39939	8487	1083	786	1253	453	0	0	0	320	91	0	52412
2031	41541	8828	1097	796	1282	464	0	0	0	328	93	0	54429
2032	43204	9181	1111	806	1312	475	0	0	0	337	96	0	56522
2033	44273	9408	1125	816	1344	488	0	0	0	345	98	0	57897
2034	45367	9641	1139	826	1377	500	0	0	0	354	100	0	59304
2035	46484	9879	1153	836	1412	513	0	0	0	364	102	0	60743
2036	47628	10122	1167	846	1448	525	0	0	0	373	104	0	62213
2037	48798	10370	1182	856	1483	539	0	0	0	383	106	0	63717
2038	49994	10625	1197	866	1520	553	0	0	0	392	108	0	65255
2039	51218	10884	1212	876	1558	566	0	0	0	402	110	0	66826
2040	52469	11151	1227	886	1596	581	0	0	0	413	113	0	68436
2041	53748	11423	1242	897	1636	595	0	0	0	423	117	0	70081
2042	55057	11701	1257	908	1676	610	0	0	0	434	120	0	71763

Tabla 77: Tráfico total, Carretera CA04S, tramo Blv. Sur - Dv. Comasagua

TRAFICO TOTAL Carretera CA04S tramo, Blv. Sur - Dv. Comasagua													
AÑO	LIVIANO	PICK UP	MICROBUS	AUTOBUS	C2	C3	T2S1	T2S2	T2S3	T3S2	T3S3	T3S4	TOTAL
2021	44517	9837	1445	719	1394	571	0	6	0	165	31	0	58685
2022	46263	10223	1461	727	1425	584	0	6	0	169	32	0	60890
2023	49126	10856	1511	752	1489	610	0	6	0	177	34	0	64561
2024	52060	11505	1561	777	1554	636	0	6	0	185	36	0	68320
2025	55068	12170	1611	802	1620	662	0	6	0	193	38	0	72170
2026	58153	12852	1662	827	1686	689	0	6	0	201	40	0	76116
2027	64122	14172	1713	852	1832	749	0	6	0	218	44	0	83708
2028	67480	14914	1764	877	1902	776	0	6	0	227	46	0	87992
2029	70928	15676	1815	903	1973	805	0	6	0	235	48	0	92389
2030	74471	16459	1866	929	2044	834	0	6	0	243	50	0	96902
2031	78111	17264	1918	955	2116	863	0	6	0	251	52	0	101536
2032	81853	18091	1970	981	2189	892	0	6	0	261	54	0	106297
2033	84603	18699	2022	1007	2266	923	0	6	0	270	56	0	109852
2034	87393	19315	2074	1033	2344	955	0	6	0	279	58	0	113457
2035	90225	19941	2126	1059	2423	987	0	6	0	288	60	0	117115
2036	93099	20576	2179	1085	2503	1020	0	6	0	298	62	0	120828
2037	96016	21221	2232	1111	2586	1053	0	6	0	308	64	0	124597
2038	98978	21876	2285	1137	2669	1087	0	6	0	318	66	0	128422
2039	101985	22541	2338	1164	2753	1121	0	6	0	328	68	0	132304
2040	105040	23216	2391	1191	2839	1156	0	6	0	339	71	0	136249
2041	108142	23901	2445	1218	2925	1191	0	6	0	349	73	0	140250
2042	111293	24597	2499	1245	3013	1227	0	6	0	359	75	0	144314

6.5.2. Paso a desnivel Utila

Las estimaciones realizadas para las horas de máxima demanda vehicular en el intercambiador se presentan en los siguientes esquemas, veh/h.

Figura 64: Tráfico hora pico am, 2042

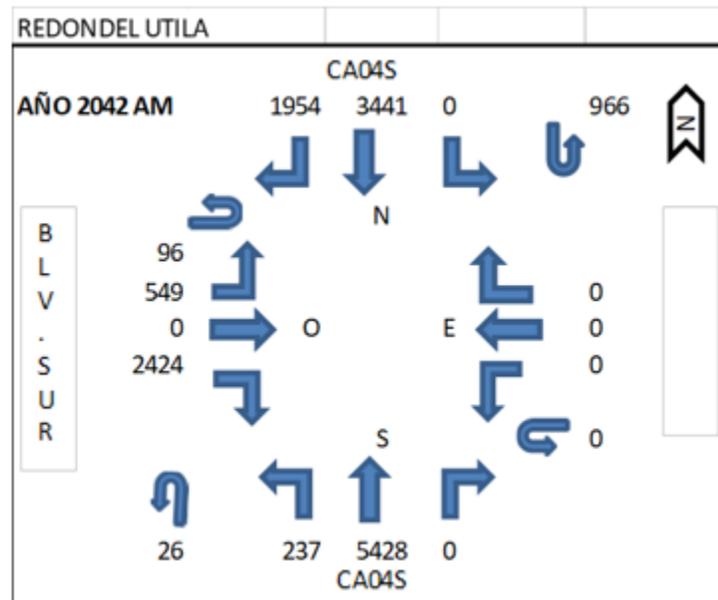
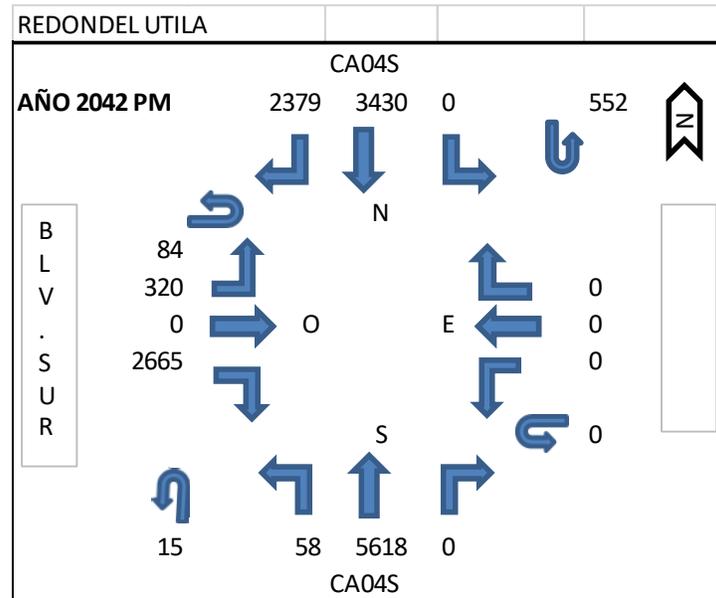


Figura 65: Tráfico hora pico pm, 2042



7. ANÁLISIS DE CAPACIDAD A FUTURO

El paso a desnivel se analizó para determinar su eficiencia operativa a futuro considerando el redondel en su nivel inferior y los carriles de aceleración, se estima que el paso a desnivel tenga una vida útil corta, ya que al año 2027 el mismo presentará ya bloqueos y congestión.

El redondel en la parte inferior podrá operar de muy buena manera con un nivel de servicio A en conjunto y en todos sus accesos, mostrando suficiente capacidad para atender la demanda futura.

Tabla 78: Eficiencia operativa Redondel Utila 2027

Eficiencia operativa Intersección Redondel Utila con paso a desnivel 2027, hora pico						
Acceso	Movimiento	Demanda	Capacidad	Grado de saturación	Retraso promedio	Nivel de servicio
		(veh/h)	(veh/h)	(v/c)	(sec)	
Carretera al Puerto (N)						
CA04S	PR	375	1086	0.35	6.9	A
Sub-Total		375	1086	0.35	6.2	A
Carretera al Puerto (S)						
CA04S	IR	57	732	0.08	6.2	A
Sub-Total		57	732	0.08	6.2	A
Blv. Sur (O)						
	IR	232	813	0.29	7.6	A
Sub-Total		232	813	0.29	7.6	A
TOTAL		664	2631	0.25	7.1	A

Se estima al año 2027 que el carril de aceleración sur ya operé bajo saturación presentando un nivel de servicio E, en este carril de aceleración se incorpora el giro de oeste a sur con el movimiento de norte a sur y es ahí donde por la alta demanda y la poca longitud del carril de aceleración se formarán longitudes de cola que bloquearán el Blv. Sur, una situación muy similar a la que ocurre actualmente al año base.

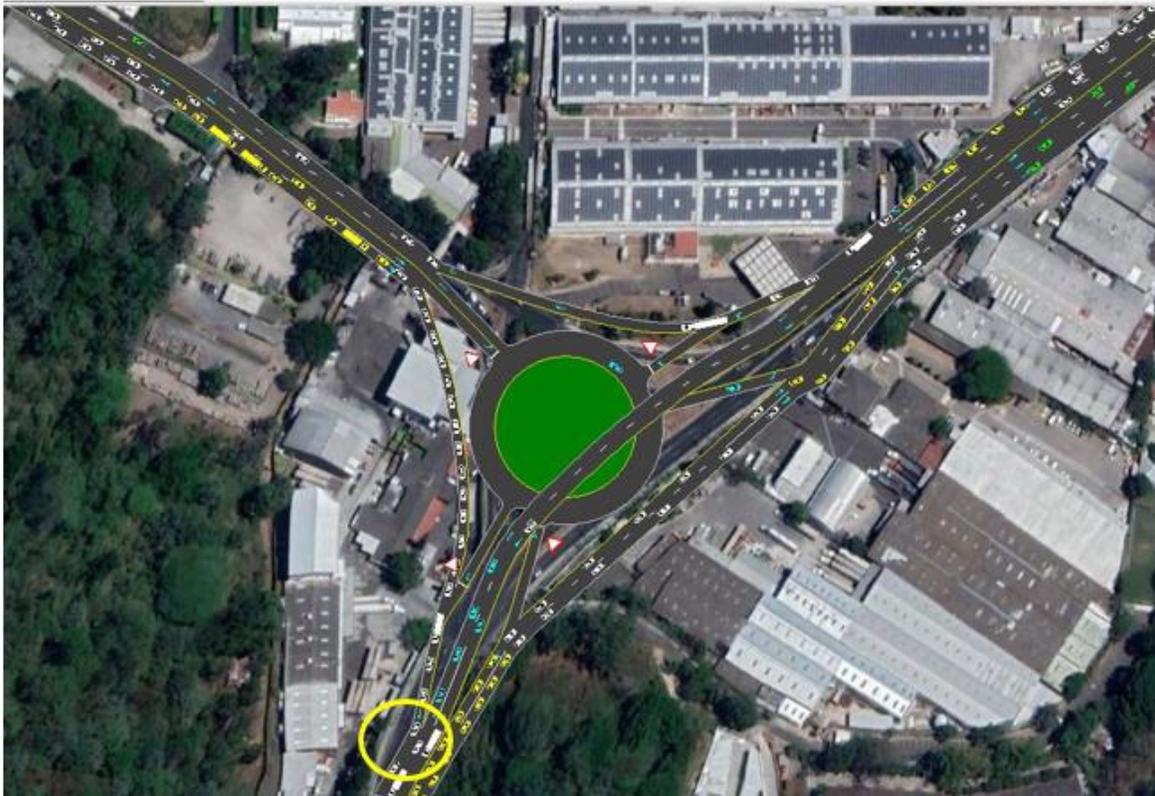
Tabla 79: Eficiencia operativa carril de aceleración sur, año 2027

AÑO 2027	No. Carriles			Densidad pc/km/ln	Nivel de servicio
	Sentido O-S	Sentido N-S	Carretera		
SUR	1	2	2	22.9	E

Eventualmente al forzar su paso los usuarios del Blv. Sur se formarán colas sobre el puente del paso a desnivel.

La simulación de tráfico realizada confirma lo estimado y a la vez se observa una alta densidad vehicular del movimiento sur-norte y del giro derecho de norte a oeste.

Figura 66: Simulación del paso a desnivel Utila, año 2027 y su punto crítico



Con fines ilustrativos se ha elaborado la siguiente tabla que contiene la eficiencia operativa del carril de aceleración sur al año 2042, ahí se evidencia una densidad muy alta y un nivel de servicio F.

Tabla 80: Eficiencia operativa carril de aceleración sur, año 2042

AÑO 2042	No. Carriles			Densidad pc/km/ln	Nivel de servicio
	Sentido O-S	Sentido N-S	Carretera		
SUR	1	2	2	35.5	F

8. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

8.1. CONCLUSIONES

1. El Redondel Utila opera al año base (2021) ya con un nivel de servicio F, presentando saturación ya no cuenta con capacidad para atender la demanda presente y mucho menos la demanda futura.
2. La Carretera CA04S tramo El Trebol – Redondel Utila presenta al año base (2021) un TPDA de 63,839, el Blv. Sur de 35,587 y la Carretera CA04S tramo Blv. Sur – Dv.Comasagua con un TPDA de 58,685.
3. El desarrollo urbanístico de la zona de influencia ha sido de aproximadamente 319 Ha durante los últimos 10 años, siendo el uso de suelo habitacional el predominante en el desarrollo, se estima que a un horizonte de 20 años se desarrollen la misma cantidad de hectáreas, lo que elevará el tráfico en el paso a desnivel.
4. La obra de paso propuesta posee una vida útil muy corta, se estima que llegue a su capacidad a no más del 2027, a un horizonte no más de 5 años posteriores a entrar en operación.
5. El punto más crítico de la obra de paso a desnivel es el carril de aceleración sur donde se incorpora el flujo vehicular de oeste a sur con el flujo norte – sur sobre la CA04S, al inicio de operaciones dicho carril de aceleración operará con un nivel de servicio D y conforme pase el tiempo se observarán más frecuentemente colas que bloquearán el Blv. Sur y eventualmente la salida sur del redondel y el puente.
6. El redondel en la parte inferior del paso puede llegar a tener una muy buena eficiencia operativa.
7. Al año 2027 se observan también densidades altas en la CA04S en el acceso sur en el movimiento de sur a norte y en el acceso norte en el movimiento de norte a oeste.

8.2. RECOMENDACIONES

Recomendaciones por seguir dentro del proyecto

- 1- Considerando que el carril que conecta el Boulevard Sur hacia la Carretera al Puerto se constituye CRITICO, en el funcionamiento del sistema vial; estrangularlo con la colocación de una ciclovía, complejiza aún más esta condición; por ello, se recomienda no disponer ciclovía en este carril, el cual podrá agregarse a futuro cuando el MOP adquiera los derechos de vía correspondientes.

Recomendaciones relacionadas al manejo de tránsito

- 2- Para incrementar la operación, se sugiere que el tráfico de rastras y camiones grandes, se restrinjan en los horarios pico, o mejor aún, solo en horario nocturno; ya que dentro del Redondel afectan considerablemente su operación porque utilizan los dos carriles.

Recomendaciones sugeridas en proyectos futuros

- 3- A corto plazo, se sugiere que el MOP adelante un proyecto que consista en la ampliación a 3 carriles por sentido, de la Carretera CA04S, Tramo: Redondel Utila – Centro Comercial La Joya.
- 4- A corto plazo, se sugiere que el MOP adelante un proyecto que consista en la ampliación del giro Norte a Oeste (Desde Carretera al Puerto hacia el Boulevard Sur).

9. ADJUNTOS

9.1. ADJUNTO No. 1: Análisis de Accidentabilidad

Este adjunto muestra la información histórica de la accidentabilidad en la zona del proyecto, al mismo tiempo, genera un insumo de análisis de velocidades límites para consideración dentro del informe de tráfico.



10. GLOSARIO

Capacidad

Es definida por el máximo número de vehículos que puede circular por un punto de la intersección o tramo uniforme de la vía durante cierto período de tiempo (una hora) en las condiciones imperantes en la vía y de tránsito. La capacidad se expresa en vehículos por hora.

Grado de saturación (V/C)

Nos indica la relación entre el volumen y la capacidad de la intersección, la relación entre la demanda/oferta. Expresa el grado en que una intersección está por llegar a su máxima capacidad, entre más cercano a uno su valor indica mayor saturación, o bien sea dicho una mayor utilización.

Nivel de servicio.

El nivel de servicio determina la calidad del servicio que ofrece esta vía a sus usuarios, que es en gran medida el grado de satisfacción o contrariedad que experimentan estos en su paso por la intersección. El nivel de servicio de una intersección se define a través de los retrasos, los cuales representan para el usuario una medida del tiempo perdido de viaje, de la incomodidad y de la frustración. Específicamente, el nivel de servicio se expresa en términos de retraso promedio por vehículo debida a las detenciones para un período de análisis de 15 minutos.

La normativa define seis niveles de servicio del A al F:

Nivel de servicio A: Excelente. Representa la condición ideal, retrasos mínimos. Los tiempos de espera para el paso en la intersección son mínimos, hay amplia facilidad de maniobrar dentro del flujo vehicular, existe interferencia mínima con otros usuarios. Operación con demoras muy bajas, menores de 5 segundos por vehículo. La mayoría de los vehículos que llegan a la intersección no se detienen del todo. Longitudes de ciclo corto puede contribuir a demoras mínimas.

Nivel de servicio B: Muy bueno. Se presenta una condición muy buena, donde los usuarios cuando ya no existe flujo libre en una vía o las especificaciones geométricas reducen algo la velocidad. La libertad para maniobrar con la velocidad deseada se ve reducida, al ocurrir ligeras interferencias con otros vehículos o por existir condiciones de vía que ofrecen pocas restricciones. El nivel general de libertad y comodidad que tiene el conductor es muy bueno. Operación con demoras bajas, algunos vehículos comienzan a detenerse.

Nivel de servicio C: Bueno. Representa condiciones medias cuando el flujo es estable o empiezan restricciones de geometría y pendiente. La progresión del tránsito es regular y algunos ciclos

empiezan a acumular colas vehiculares, pero se presentan interferencias tolerables con otros vehículos. El nivel general de libertad y comodidad que tiene el conductor es adecuado.

Nivel de servicio D: Aceptable. El flujo todavía es estable y se presentan restricciones de geometría y pendiente. No existe la libertad para un paso fluido, ocurren interferencias frecuentes con otros vehículos, ó con condiciones de vía algo defectuosas. El nivel general de libertad y comodidad que tiene el conductor es deficiente por presentar demoras ya altas. Las demoras pueden deberse a la mala progresión del tránsito o llegadas en la fase roja, longitudes de ciclo amplias, o relaciones de v/c muy altas. Muchos vehículos se detienen y se hacen más notables los ciclos de semáforos o esperas.

Nivel de servicio E: Malo. Representa la circulación a capacidad cuando las velocidades son bajas con demoras altas. En estas condiciones es prácticamente imposible adelantar, por lo que los niveles de servicio son muy bajos La circulación a capacidad es muy inestable ya que pequeñas interrupciones al tráfico causan congestión. Se considera como el límite aceptable de demoras.

Nivel de servicio F: Muy Malo. Representa las condiciones de circulación bajo total congestión. Ocurre cuando el volumen de demanda es superior a la capacidad de la vía y se rompe la continuidad del flujo. Se forman colas largas y se acumulan vehículos a lo largo de varios ciclos de semáforos. La operación vehicular se caracteriza por constantes paradas y avances cortos.





GOBIERNO DE
EL SALVADOR

MINISTERIO DE OBRAS PÚBLICAS Y TRANSPORTE
VICEMINISTERIO DE OBRAS PÚBLICAS

PROYECTO:

**DISEÑO Y CONSTRUCCION DE PASO A DESNIVEL EN INTERSECCION ENTRE
LAS RUTAS CA04S – LIB04W, CARRETERA AL PUERTO DE LA LIBERTAD,
SOBRE REDONDEL UTILA , MUNICIPIO DE SANTA TECLA, LA LIBERTAD
[CONTRATO No. 101/2021]**

INFORME:

ANEXO NO.03
ESTUDIO GEOTECNICO
DEL DOC-1 MEMORIA DEL PROYECTO

Contratista:



Supervisor:



Edición 2.1 (15-MAR-2022)

Página intencionalmente en
blanco para congruencia entre
versiones impresa y digital

TABLA DE CONTENIDO

<u>1</u>	<u>CONTROL DE EDICIONES</u>	<u>6</u>
1.1	EDICIÓN 1.0 (13 DE DICIEMBRE DE 2021)	6
1.2	EDICIÓN 2.0 (31 DE ENERO DE 2022)	6
1.3	EDICIÓN 2.1 (15 DE MARZO DE 2022)	6
<u>1.</u>	<u>CAMPAÑA GEOTECNICA</u>	<u>7</u>
<u>2.</u>	<u>OBJETIVO</u>	<u>7</u>
<u>3.</u>	<u>RECONOCIMIENTO GENERAL.</u>	<u>7</u>
3.1.	UBICACIÓN.	7
3.2.	MATERIALES ENCONTRADOS	8
3.3.	GEOLOGÍA DEL SITIO	9
3.3.1.	GEOLOGÍA SEGÚN EL MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES	9
3.3.2.	GEOLOGÍA SEGÚN EL GEO PORTAL COAMSS/OPAMSS	10
<u>4.</u>	<u>ESTABLECIMIENTO DE LA CAMPAÑA GEOTÉCNICA</u>	<u>10</u>
4.1.	UBICACIÓN DE SERVICIOS PÚBLICOS EN LA ZONA	11
4.2.	EXPLORACIONES DE CAMPO	12
4.2.1.	PROCEDIMIENTO DE EXPLORACIÓN DEL SUBSUELO	12
4.2.2.	UBICACIÓN DE LAS EXPLORACIONES REALIZADAS	13
4.2.3.	ENSAYOS DE REFRACCIÓN SÍSMICA	13
4.2.4.	MUESTREO POR MEDIO DE POZOS A CIELO ABIERTO (PCA)	15
4.2.5.	BANCOS DE PRÉSTAMO, YACIMIENTOS Y CANTERAS	16
<u>5.</u>	<u>ANÁLISIS DE RESULTADOS PARA LOS ENSAYOS REALIZADOS</u>	<u>17</u>
5.1.	ENSAYOS DE PENETRACIÓN ESTÁNDAR (SPT)	17
5.1.1.	MATERIALES ENCONTRADOS	17
5.1.2.	COMPACIDAD O CONSISTENCIA DE LOS MATERIALES	17
5.1.3.	CAPACIDAD DE CARGA ADMISIBLE	17
5.2.	ENSAYOS DE PERFORACIÓN ROTATIVA	21
5.2.1.	MATERIALES CARACTERÍSTICOS	21
5.2.2.	COMPACIDAD GENERAL	21
5.2.3.	CAPACIDAD DE CARGA ADMISIBLE	21
5.3.	ENSAYOS DE REFRACCIÓN SÍSMICA	22
5.4.	ENSAYOS DE EXPLORACIÓN: POZOS A CIELO ABIERTO	22
5.5.	ENSAYOS EN LOS MATERIALES DE BANCOS DE PRÉSTAMO	23

5.5.1.	AGREGADOS PARA CONCRETO	23
5.5.2.	MATERIALES PARA RELLENO	24
6.	CIMENTACIÓN DEL PUENTE	26
6.1.	CAPACIDAD ADMISIBLE – MÉTODO 1: ECUACIÓN GENERAL	29
6.2.	CAPACIDAD ADMISIBLE – MÉTODO 2: SPT	33
6.2.1.	CAPACIDAD PARA UN ASENTAMIENTO DE 50 MM.	33
6.2.2.	ASENTAMIENTO PARA UNA CAPACIDAD DE 30 TON/M ²	34
6.2.3.	PERFILES SIMPLIFICADOS	35
6.3.	CAPACIDAD ADMISIBLE – MÉTODO 3: AASHTO SEMI EMPÍRICO	37
6.4.	ANÁLISIS DE ASENTAMIENTOS – MÉTODO 1: LEY DE HOOKE	38
6.5.	ANÁLISIS DE ASENTAMIENTOS – MÉTODO 2: CÁLCULO ELÁSTICO DE ESPESORES (ESTRIBO 1)	39
6.5.1.	INFORMACIÓN GEOTÉCNICA (VALORES N DE ROTATIVA, SPT Y PRUEBAS DE FONDO)	39
6.5.2.	CORRECCIÓN DEL VALOR N _{CAMPO} Y OBTENCIÓN DE MÓDULOS DE DEFORMACIÓN (Es)	41
6.5.3.	MODELO GEOTÉCNICO	42
6.5.4.	CONDICIONES DE CARGA	43
6.5.5.	ESFUERZOS EN LA MASA DE SUELO (KPA) Y ASENTAMIENTOS (MM)	44
6.5.6.	MEMORIA	47
6.6.	ANÁLISIS DE ASENTAMIENTOS – MÉTODO 2: CÁLCULO ELÁSTICO DE ESPESORES (PILA 1)	48
6.6.1.	INFORMACIÓN GEOTÉCNICA (VALORES N DE ROTATIVA, SPT Y PRUEBAS DE FONDO)	48
6.6.2.	CORRECCIÓN DEL VALOR N _{CAMPO} Y OBTENCIÓN DE MÓDULOS DE DEFORMACIÓN (Es)	50
6.6.3.	MODELO GEOTÉCNICO	51
6.6.4.	CONDICIONES DE CARGA	52
6.6.5.	ESFUERZOS EN LA MASA DE SUELO (KPA) Y ASENTAMIENTOS (MM)	53
6.6.6.	MEMORIA	56
6.7.	ANÁLISIS DE ASENTAMIENTOS – MÉTODO 2: CÁLCULO ELÁSTICO DE ESPESORES (PILA 2)	57
6.7.1.	INFORMACIÓN GEOTÉCNICA (VALORES N DE ROTATIVA, SPT Y PRUEBAS DE FONDO)	57
6.7.2.	CORRECCIÓN DEL VALOR N _{CAMPO} Y OBTENCIÓN DE MÓDULOS DE DEFORMACIÓN (Es)	59
6.7.3.	MODELO GEOTÉCNICO	60
6.7.4.	CONDICIONES DE CARGA	61
6.7.5.	ESFUERZOS EN LA MASA DE SUELO (KPA) Y ASENTAMIENTOS (MM)	62
6.7.6.	MEMORIA	67
6.8.	ANÁLISIS DE ASENTAMIENTOS – MÉTODO 2: CÁLCULO ELÁSTICO DE ESPESORES (ESTRIBO 2)	68
6.8.1.	INFORMACIÓN GEOTÉCNICA (VALORES N DE ROTATIVA, SPT Y PRUEBAS DE FONDO)	68
6.8.2.	CORRECCIÓN DEL VALOR N _{CAMPO} Y OBTENCIÓN DE MÓDULOS DE DEFORMACIÓN (Es)	70
6.8.3.	MODELO GEOTÉCNICO	71
6.8.4.	CONDICIONES DE CARGA	72
6.8.5.	ESFUERZOS EN LA MASA DE SUELO (KPA) Y ASENTAMIENTOS (MM)	72
6.8.6.	MEMORIA	76
6.9.	ANÁLISIS DE ASENTAMIENTOS – MÉTODO 3: AASHTO HOUGH (ESTRIBO 1)	77
6.9.1.	CONDICIÓN 1 – SIN PEDRAPLÉN	79
6.9.2.	CONDICIÓN 2 – CON PEDRAPLÉN (0.50M)	80
6.10.	ANÁLISIS DE ASENTAMIENTOS – MÉTODO 3: AASHTO HOUGH (PILA 1)	81

6.10.1.	CONDICIÓN 1 – SIN PEDRAPLÉN	81
6.10.2.	CONDICIÓN 2 – CON PEDRAPLÉN (0.50M)	82
6.11.	ANÁLISIS DE ASENTAMIENTOS – MÉTODO 3: AASHTO HOUGH (PILA 2)	83
6.11.1.	CONDICIÓN 1 – SIN PEDRAPLÉN	83
6.11.2.	CONDICIÓN 2 – CON PEDRAPLÉN (1.50M)	84
6.12.	ANÁLISIS DE ASENTAMIENTOS – MÉTODO 3: AASHTO HOUGH (ESTRIBO 2)	85
6.12.1.	CONDICIÓN 1 – SIN PEDRAPLÉN	85
6.12.2.	CONDICIÓN 2 – CON PEDRAPLÉN (2.00M)	86
6.12.3.	CONDICIÓN 3 – CON PEDRAPLÉN (2.50M)	87

7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES **88**

7.1.	RESPECTO LA CIMENTACIÓN DEL PUENTE	88
7.2.	RELLENO DE LOS MUROS RAMPA (KEYSTONE)	90
7.3.	ESTRUCTURA DE PAVIMENTO	91
7.4.	BANCOS DE PRÉSTAMO	91

8. ADJUNTOS **92**

8.1.	ADJUNTO 1: INFORME DE REFRACCION SISMICA	ADJUNTO No. 1-01
8.2.	ADJUNTO 2: HOJAS DE REGISTRO, ENSAYOS E PENETRACION ESTANDAR (SPT)	ADJUNTO No. 2-01
8.3.	ADJUNTO 3: TABLA RESUMEN DE ENSAYOS DE PERFORACION ROTATIVA	ADJUNTO No. 3-01
8.4.	ADJUNTO 4: ENSAYOS DE LABORATORIO	ADJUNTO No. 4-01
8.5.	ADJUNTO 5: MEMORIAS DE CALCULO	ADJUNTO No. 5-01

INDICE DE TABLAS

TABLA 1:	ENSAYOS DE EXPLORACIÓN.	12
TABLA 2:	COORDENADAS DE UBICACIÓN DE SONDEOS	13
TABLA 3:	ENSAYOS DE LABORATORIO A REALIZAR CON LAS MUESTRAS ALTERADAS E INALTERADAS	15
TABLA 4:	ENSAYOS EN MUESTRAS PROVENIENTES DE FUENTES DE MATERIALES	16
TABLA 5:	RESULTADOS DE VELOCIDADES, ENSAYOS DE REFRACCIÓN	22
TABLA 6:	VALORES DE "N", ENSAYOS DE REFRACCIÓN	22
TABLA 7:	RESUMEN DE RESULTADOS PCA	23
TABLA 8:	RESUMEN DE RESULTADOS AGREGADOS	24
TABLA 9:	RESULTADOS PARA MATERIALES DE RELLENO	25

INDICE DE FIGURAS

FIGURA 1:	UBICACIÓN GEOLÓGICA DEL PROYECTO, MARN.	9
FIGURA 2:	UBICACIÓN GEOLÓGICA (IZQ.) E INGENIERÍA GEOLÓGICA (DER.) DEL PROYECTO.	10
FIGURA 3:	IDENTIFICACIÓN DE SERVICIOS PÚBLICOS	11
FIGURA 4:	SIMBOLOGÍA DE SERVICIOS	11
FIGURA 5:	PLANTA DE UBICACIÓN DE LOS SONDEOS REALIZADOS	13
FIGURA 6:	ESQUEMA GENERAL DEL ENSAYO DE REFRACCIÓN SÍSMICA	14

FIGURA 7: UBICACIÓN DE LÍNEAS DE REFRACCIÓN SÍSMICA	14
FIGURA 8: ESQUEMA DE UBICACIÓN DE PCA	15

INDICE DE FOTOGRAFIAS

FOTOGRAFÍA 1: PLANTA DE UBICACIÓN DE REDONDEL UTILA	8
FOTOGRAFÍA 2: MATERIALES SUPERFICIALES DEL SITIO.	8

1 CONTROL DE EDICIONES

1.1 Edición 1.0 (13 de diciembre de 2021)

Edición Inicial para Control de Calidad Interno

1.2 Edición 2.0 (31 de enero de 2022)

Edición Actualizada atendiendo observaciones de Supervisión.

1.3 Edición 2.1 (15 de marzo de 2022)

Contiene ajustes e incluye apartados de bancos de materiales e insumos de pavimentos

1. CAMPAÑA GEOTECNICA

Para establecer los lineamientos de diseño, es necesaria la recopilación de información de las características físicas y propiedades mecánicas del suelo; por ello, es importante llevar a cabo las exploraciones y muestreos de los materiales existentes en el terreno, de esta manera, se podrá prever el comportamiento de las estructuras proyectadas.

Actualmente en las horas de mayor tráfico vehicular se generan congestionamientos importantes en la zona del proyecto que, además de costos en concepto de consumo de combustible, generan también costos en concepto de tiempos de espera, accidentes y otros, por lo cual se vuelve necesario mejorar dicha intersección a fin de solventar los problemas descritos.

La propuesta de diseño consiste en un paso superior de dos carriles en sentido nor-orientado – surponiente, que estaría geoméricamente formado por una rampa de acceso y una rampa de salida, con ancho de rodaje mínimo de 6.50 m (dos carriles) y un ancho total de 7.60 m, incluyendo zonas de seguridad y barreras de protección. En el puente, el ancho se considera con un rodaje de 7.30 m (dos carriles) y un ancho total de 8.40 m incluyendo las zonas de seguridad. Se proyecta que las rampas empalmen con el puente elevado a construir, que servirá para el cruce superior sobre el redondel existente. La sección del puente mantendría la continuidad de la sección de las rampas.

En la propuesta se contempla utilizar muros de Suelo Mecánicamente Estabilizados (MSEW), para el sistema de rampas. Así mismo, para el puente, el sistema estructural de la subestructura se propone que sea con base en estribos de concreto reforzado actuando en voladizo; así también, el fuste de las pilas podría ser de concreto reforzado. Para la superestructura se utilizarían vigas de concreto presforzado que soportarán la losa de concreto que servirá como apoyo para la superficie de rodadura (toping de asfalto). La longitud total de esta propuesta se estima en 358.68 m.

2. OBJETIVO

Obtener parámetros para el análisis y diseño de las cimentaciones de las estructuras del proyecto, muros de retención, terraplenes, estabilización de taludes, agregados y bancos de materiales a ser utilizados en el desarrollo del proyecto, e información para el diseño de pavimentos; mediante la definición de la naturaleza de los suelos existentes en el área del proyecto, capacidad de carga, asentamientos que puedan producirse.

3. RECONOCIMIENTO GENERAL.

3.1. Ubicación.

El Redondel Utila está ubicado en la intersección entre la CA04S (Carretera al Puerto de La Libertad) y la LIB04W (Bulevar Sur), dicha intersección es de las más importantes en el corredor sur del área capitalina, las coordenadas de ubicación son Latitud 13°39'46.68"N y Longitud 89°16'40.46"W (Centro del Redondel Utila).

Fotografía 1: Planta de ubicación de Redondel Utila



3.2. Materiales encontrados

El área del proyecto está compuesta por zonas pavimentadas y zonas con vegetación (área del redondel e islas) ver Fotografía 1, en términos generales, los materiales observados en la superficie se pueden caracterizar como suelo arenoso con materia orgánica (ver Fotografía 2); sin embargo, debido a que El Salvador es una zona volcánica, los materiales del subsuelo están compuestos por materiales propios de coladas volcánicas (superficialmente) y otras formaciones a mayor profundidad.

Fotografía 2: Materiales superficiales del sitio.

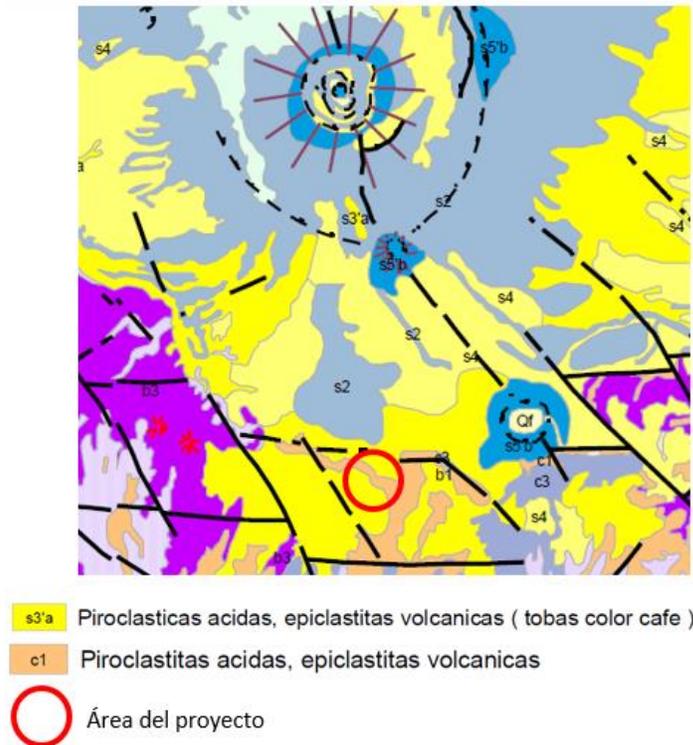


3.3. Geología del sitio

3.3.1. Geología según el Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales

La geología del lugar está definida por materiales de origen volcánico pertenecientes a la formación San Salvador, esta se encuentra asentada sobre la formación Cuscatlán y de igual forma, asentada sobre la formación El Bálsamo. Entre estos se pueden encontrar piroclastos, tobas, otros. Estos materiales poseen excelentes capacidades de soporte, sin embargo, es necesario identificar la profundidad de ubicación y el espesor de cada uno de los estratos existentes, con ello garantizar una superficie portante para las estructuras. El área se encuentra influenciada por dos fallas locales pertenecientes a la Cordillera del Bálsamo.

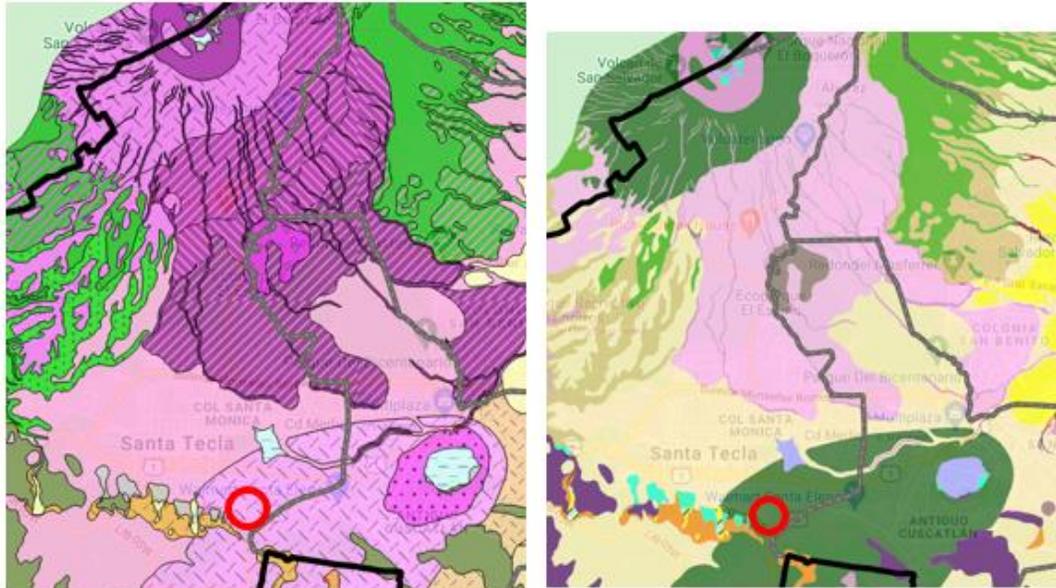
Figura 1: Ubicación geológica del proyecto, MARN.



La geología del lugar está definida por materiales de origen volcánico, entre estos se pueden encontrar piroclastos, tobas, otros. Estos materiales poseen excelentes capacidades de soporte cuando se encuentran bien consolidados, sin embargo, es necesario identificar la profundidad de ubicación y el espesor de cada uno de los estratos existentes, con ello garantizar una superficie portante para las estructuras. El área se encuentra influenciada por dos fallas locales pertenecientes a la Cordillera del Bálsamo.

3.3.2. Geología según el Geo Portal COAMSS/OPAMSS

Figura 2: Ubicación geológica (Izq.) e ingeniería geológica (Der.) del proyecto.



○ Área del proyecto

Fuente: Geoportal COAMSS/OPAMSS

Según la clasificación obtenida del GeoPortal de OPAMSS, los materiales encontrados se clasifican de acuerdo a la disposición estratigráfica.

Geológico: Facies distales de tefras freatomagmáticas con tefras de tierras blancas y Volcán Boquerón subordinados.

Ingeniería geológica: Región de tobas freatomagmaticas superficiales.

En ambos casos la clasificación geológica menciona materiales freatomagmaticos, esto significa que el material es producto de procesos eruptivos, de los cuales se encuentran lapilli, cenizas volcánicas (tierras blancas), tobas, entre otros, una de las características mas importantes de este tipo de materiales es que suelen tener buena capacidad de carga.

4. ESTABLECIMIENTO DE LA CAMPAÑA GEOTÉCNICA

Una vez se define la idea general de los materiales existentes en la zona, se determinan los procedimientos a ejecutar, tomando en cuenta el tipo de estructura a construir, influencia de la estructura sobre el suelo (puntos con mayor carga) y todos aquellos elementos que puedan llegar a interferir en los procedimientos de ensayo.

4.1. Ubicación de servicios públicos en la zona

Inicialmente, se definen los servicios que pudieran llegar a verse afectados, en este caso se habla de tuberías de agua potable y aguas negras; tuberías con elementos de transmisión de información, elementos aéreos (cables de tendido eléctrico, servicios telefónicos, otros). En la Figura 3, se muestra los servicios públicos de la zona.

Figura 3: Identificación de Servicios Públicos

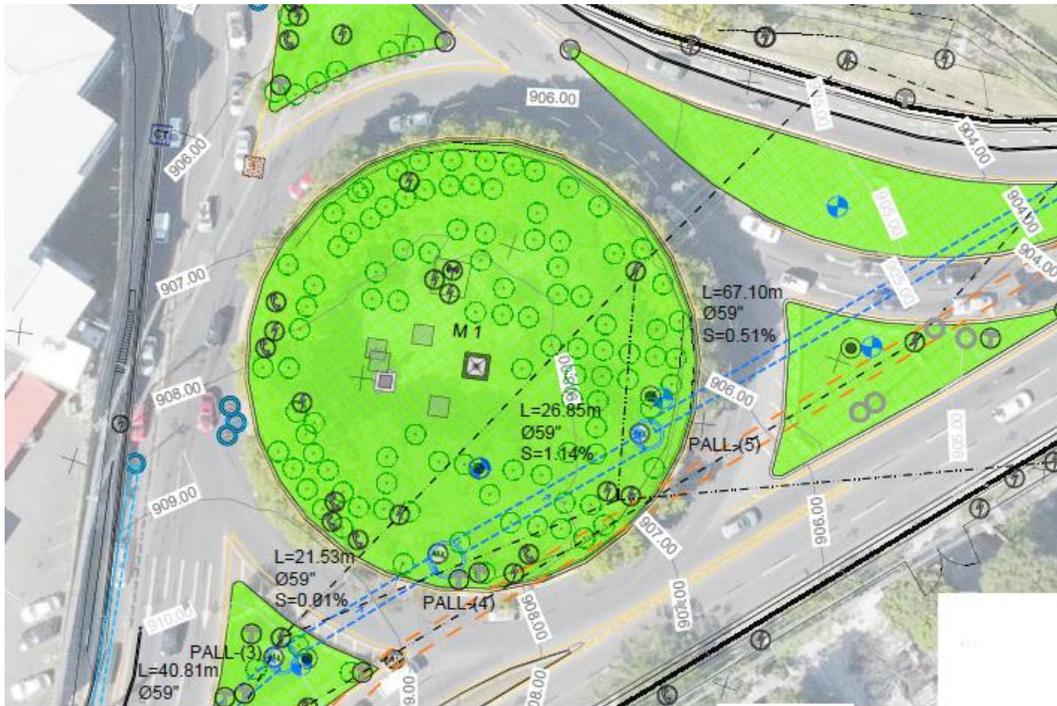


Figura 4: Simbología de servicios

CUADRO DE SIMBOLOGÍA		CUADRO DE SIMBOLOGÍA	
SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN	SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN
	LOSETA TÁCTIL		POSTE ELÉCTRICO
	CAJA AGUAS LLUVIAS		POSTE TELEFÓNICO
	CAJA TRAGANTE		SEÑAL DE TRÁNSITO
	CAJA AGUA POTABLE		POZO AGUA NEGRAS
	MOJÓN		POZO AGUA LLUVIA
	NEW JERSEY		POZO AGUA POTABLE
	MONUMENTO FARABUNDO MARTÍ		VALVULA AGUA POTABLE
	BASE DE CONCRETO		SISTEMA DE AGUA LLUVIAS
	SONDEO DE PERFORACIÓN		SISTEMA DE AGUAS NEGRAS
	ROTATIVA		SISTEMA DE AGUA POTABLE
	POZO TELEFÓNICO		ALTA TENSIÓN
	CAJA DE CLARO		ANTENA
	HIDRANTE		POSTE DE RETENCIÓN
	ÁRBOL		POSTE DE PUBLICIDAD

4.2. Exploraciones de Campo

Para definir las exploraciones necesarias a realizar, se debe tener en cuenta la cantidad de ensayos solicitada para diseño, en este caso, Tabla 1, muestra los ensayos realizados en el proceso de exploración, se toma como base las Condiciones Particulares del Proyecto, CPP1-14 Ensayos de Laboratorio.

Tabla 1: Ensayos de exploración.

Concepto	Unidad	Cantidad
Ensayos de Penetración Estándar (SPT)	m	40
Perforación Rotativa (Incluye determinación RQD y en suelos alternancia con perforación SPT)	m	150
Ensayo de Refracción sísmica.	m	100

4.2.1. Procedimiento de exploración del subsuelo

El conjunto de exploraciones que se realizan se llevara a cabo de acuerdo a la siguiente secuencia:

- 1- Inicialmente, en una planta con los elementos existentes, se ubican las estructuras proyectadas de la propuesta de diseño; basado en esto, se hará una distribución de los sondeos y/o exploraciones a realizar.
- 2- La ejecución de Ensayos de Penetración Estándar (SPT), se hace en los puntos proyectados evitando dañar los sistemas de tuberías existentes; para ello, se presenta la planta de ubicación de los sondeos geo-referenciados considerando los servicios existentes.
- 3- Se ejecutan los ensayos de Perforación Rotativa, cuya ubicación está definida por aproximación al área de fundaciones; el procedimiento consiste en extraer muestras de suelo por medios mecánicos (tipo núcleos); la característica clave de este proceso hace posible poder extraer muestras de roca; en simultáneo, se realizarán ensayos SPT.
- 4- La ubicación de los ensayos SPT, ROTATIVOS-SPT, se realizará por medio de GPS, posteriormente con la topografía se armoniza la información; de esta manera, se obtendrá la ubicación definitiva de cada ensayo.
- 5- Todas las muestras extraídas de los ensayos mencionados se trasladaron bajo condiciones adecuadas (Herméticas en el caso de muestras del SPT), hacia el laboratorio central para el proceso de análisis correspondiente.

4.2.2. Ubicación de las Exploraciones realizadas

En la Figura 5, se muestra la ubicación de los sondeos realizados.

Figura 5: Planta de ubicación de los sondeos realizados

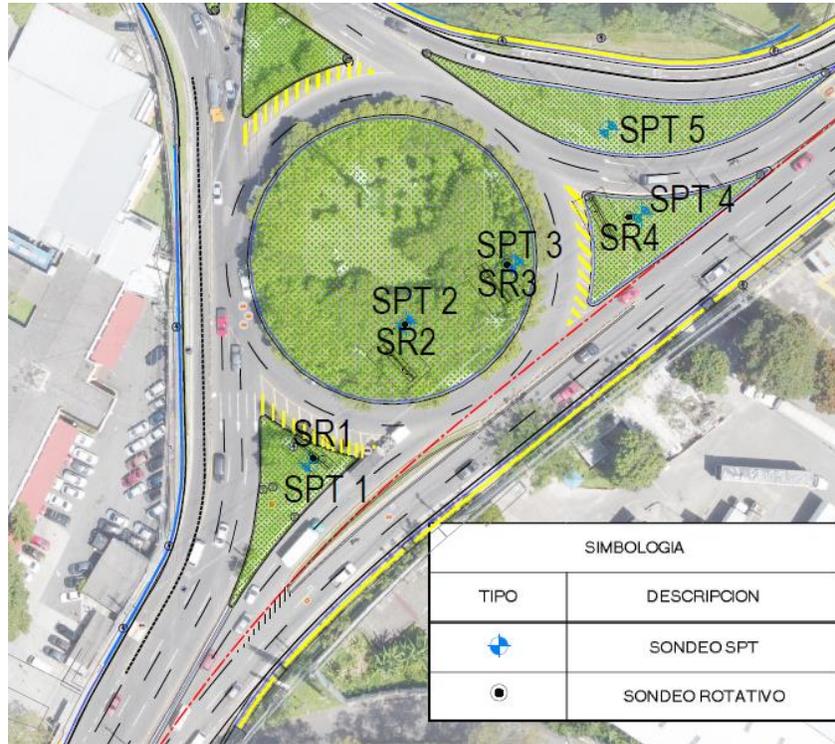


Tabla 2: Coordenadas de ubicación de sondeos

SONDEO	COORDENADAS			
	POSICION X	LONGITUD	POSICION Y	LATITUD
SR1	469918.0907	89°16'39.75"O	282366.9691	13°39'46.70"N
SR2	469934.9332	89°16'40.36"O	282391.4181	13°39'46.35"N
SR3	469953.5763	89°16'41.00"O	282402.3455	13°39'45.50"N
SR4	469975.8514	89°16'39.06"O	282410.9800	13°39'46.91"N
SPT 1	469917.5375	89°16'40.95"O	282366.0898	13°39'45.52"N
SPT 2	469935.0861	89°16'40.37"O	282391.4916	13°39'46.35"N
SPT 3	469954.9803	89°16'39.71"O	282402.3214	13°39'46.70"N
SPT 4	469978.2324	89°16'38.94"O	282411.433	13°39'47.00"N
SPT 5	469972.1455	89°16'39.30"O	282427.0193	13°39'47.60"N

4.2.3. Ensayos de refracción sísmica

La refracción sísmica es un método geofísico no destructivo para la interpretación de las propiedades de los suelos, y la detección de la profundidad de la roca, mediante el análisis de las variaciones en las velocidades de refracción de ondas sísmicas.

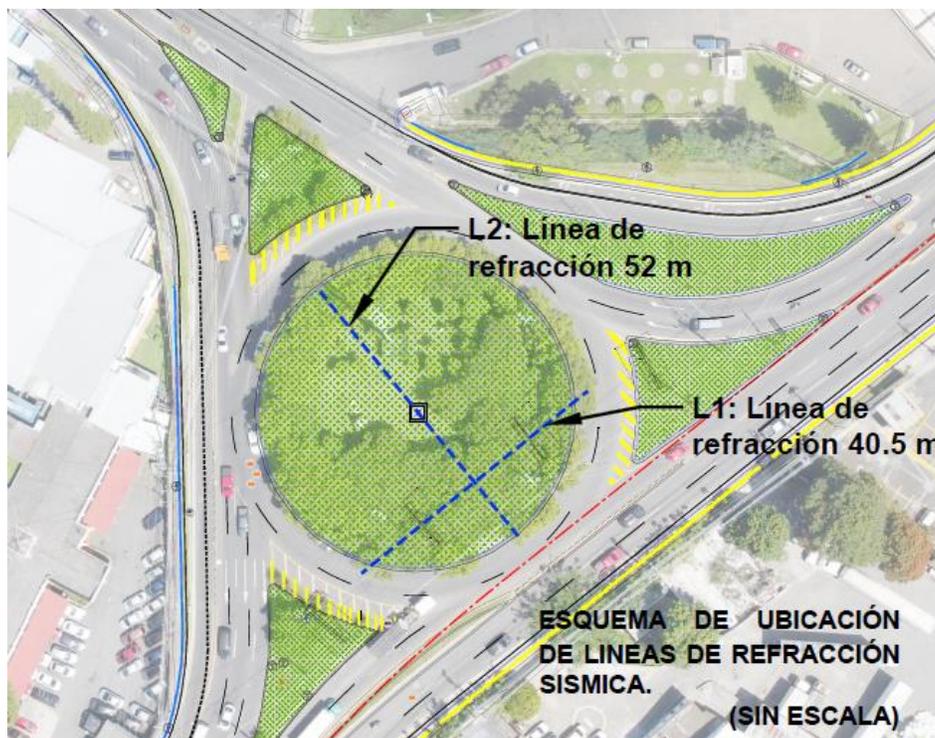
Figura 6: Esquema general del ensayo de refracción sísmica



Metodología aplicada al proyecto:

- 1- Se establecen los puntos de interés para el análisis; en este caso particular, la colocación de las líneas de refracción se realiza en las áreas de las pilas centrales del puente.
- 2- Se colocará una línea de 40.5 m en el sentido longitudinal del proyecto, de tal forma que se pueda obtener información de las áreas de cimentación.
- 3- Se colocará otra línea de refracción de 52.0 m en el sentido perpendicular al anterior para tener mayor amplitud de las zonas a cimentar.

Figura 7: Ubicación de líneas de refracción sísmica



4.2.4. Muestreo por medio de Pozos a Cielo Abierto (PCA)

El procedimiento general para la exploración por medio de PCA, consiste en ubicar de manera estratégica los Pozos según sea requerido; en este caso particular, los pozos se han colocado en el trazo de las rampas de ascenso y descenso.

Figura 8: Esquema de ubicación de PCA



Tabla 3: Ensayos de laboratorio a realizar con las muestras alteradas e inalteradas

TIPO DE ENSAYO	DESIGNACION
Contenido de humedad natural	ASTM D4959, ASTM D2216
Granulometría por tamizado	ASTM D422
Límites de Atterberg	ASTM D4318
Clasificación de suelos para propósitos de ingeniería	AASHTO M145 y ASTM D2487
CBR de laboratorio*	AASHTO T193, ASTM D1883

*Se realizan ensayos de CBR en muestras obtenidas de PCA en la base y subrasante, con el propósito de determinar parámetros de capacidad del material existente.

4.2.5. Bancos de préstamo, yacimientos y canteras

Como requisito general para la construcción, se tendrá en cuenta el uso de materiales provenientes de bancos de préstamo, para ello, las muestras serán tomadas bajo los criterios de ensayos necesarios para la tipología del mismo.

Los ensayos por realizar en los materiales obtenidos de los bancos de préstamo se muestran en la siguiente tabla:

Tabla 4: Ensayos en muestras provenientes de fuentes de materiales

TIPO DE ENSAYO	DESIGNACION
Análisis granulométrico en gravas y arenas	ASTM C136
Límites de Atterberg	ASTM D4318
Clasificación de suelos para propósitos de ingeniería	AASHTO M145 y ASTM D2487
Relación Densidad – Humedad	AASHTO T180, ASTM D1557
CBR de laboratorio	AASHTO T193, ASTM D1883
Coefficiente de desgaste de Los Ángeles	ASTM C131, ASTM C535
Estabilidad ante el ataque de sulfato de sodio o magnesio	ASTM C88
Equivalente de arenas	ASTM D2419
Gravedad específica y absorción de agregados gruesos y finos	ASTM C127 y ASTM C128

5. ANALISIS DE RESULTADOS PARA LOS ENSAYOS REALIZADOS

5.1. Ensayos de Penetración Estándar (SPT)

Como se mostró en la Figura 5, se llevaron a cabo 4 sondeos de exploración, ubicados estratégicamente en las zonas de mayor influencia generada por la carga de las cimentaciones del proyecto; adicionalmente, se realizó un sondeo para proyectar los materiales existentes.

5.1.1. Materiales encontrados

Se observa un comportamiento singular, encontrando materiales contaminados con finos orgánicos en los primeros 2.0 m de profundidad, posterior a este estrato, se encuentran materiales predominantemente arenosos a finos (arenas / arenas limosas). A una profundidad de 6.0 a 7.0 m aproximadamente, existe un estrato de limos arenosos bien consolidados.

5.1.2. Compacidad o consistencia de los materiales

El número de golpes obtenido por medio del ensayo (SPT), permite determinar la compacidad (grado de acomodo) de los materiales.

En términos generales, los sondeos del 1 al 4 presentan consistencias semi compactas hasta una profundidad de 2.0 m, en el caso del sondeo 5 posee materiales con consistencia superiores.

Existe una capa suelta entre los 2.5 m hasta los 3.5 m, indicando que todo estrato que se encuentre por encima de esta capa estará sujeta a cualquier asentamiento que sufra la capa en cuestión.

Los 5 Sondeos coinciden en poseer una compacidad semi compacta a compacta a una profundidad de 6.0 m o superior. Esto indica deformaciones casi nulas ante la acción de cargas, el factor determinante de una buena compacidad radica en la continuidad del estrato con estas características.

5.1.3. Capacidad de carga admisible

Las capacidades de carga representativas se encuentran a una profundidad de 6.0 m o superior. Toda cimentación deberá dimensionarse de acuerdo a la capacidad obtenida en los puntos explorados; para las profundidades mencionadas, la capacidad de carga del suelo ronda los 5 kg/cm² o más; sin embargo, esta propiedad esta condicionada a la continuidad del estrato resistente.

Para completar la información descrita, se realizan ensayos de Perforación Rotativa, con el propósito de investigar las características de los suelos subyacentes al estrato que produjo rechazo en el SPT.

CORRECCION DE N DE CAMPO

DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE PASO A DESNIVEL EN INTERSECCIÓN ENTRE LAS RUTAS CA04S – LIB04W, CARRETERA AL PUERTO DE LA LIBERTAD, SOBRE REDONDEL ÚTILA, MUNICIPIO DE SANTA TECLA, LA LIBERTAD.

Sondeo No.	Profund.	N _{CAMPO}	N _{CORREGIDO}	Capacidad de Carga Admisible	S. Granular (G) S. Cohesivo (C)	Compacidad ó Consistencia	Presión Efectiva	Cn (Nota: p' > 0.25) (No aplica en Suelos Plásticos)	η ₁	η ₂	η ₃	η ₄	Factor de Corrección (FC ≤ 1.00)
	h (m)	(golpes)	(golpes)	(kg/cm ²)			p' (kg/cm ²)	Energía del Martillo	Longitud de la Varilla	Revestimiento o Interno	Diámetro de Perforación		
S-01	0.50	30	30		G	Semi compacta	0.0750	1.465379	0.90	0.75	1.00	1.00	0.99
	1.00	29	29		G	Semi compacta	0.1500	1.465379	0.90	0.75	1.00	1.00	0.99
	1.50	15	15		G	Semi compacta	0.2250	1.465379	0.90	0.75	1.00	1.00	0.99
	2.00	17	16		G	Semi compacta	0.3000	1.404410	0.90	0.75	1.00	1.00	0.95
	2.50	12	11		G	Semi compacta	0.3750	1.329789	0.90	0.75	1.00	1.00	0.90
	3.00	10	9		G	Suelta	0.4500	1.268819	0.90	0.75	1.00	1.00	0.86
	3.50	4	4	0.00	G	Muy suelta	0.5250	1.217270	0.90	0.85	1.00	1.00	0.93
	4.00	0	0		G	Muy suelta	0.6000	1.172617	0.90	0.85	1.00	1.00	0.90
	4.50	13	11		G	Semi compacta	0.6750	1.133229	0.90	0.85	1.00	1.00	0.87
	5.00	23	19		G	Semi compacta	0.7500	1.097996	0.90	0.85	1.00	1.00	0.84
	5.50	37	30		G	Semi compacta	0.8250	1.066124	0.90	0.85	1.00	1.00	0.82
	6.00	60	48		G	Compacta	0.9000	1.037026	0.90	0.85	1.00	1.00	0.79
	6.50	-	-		G	# #N/D	0.9750	1.010260	0.90	0.95	1.00	1.00	0.86
S-02	0.50	30	30		G	Semi compacta	0.0750	1.465379	0.90	0.75	1.00	1.00	0.99
	1.00	29	29		G	Semi compacta	0.1500	1.465379	0.90	0.75	1.00	1.00	0.99
	1.50	15	15		G	Semi compacta	0.2250	1.465379	0.90	0.75	1.00	1.00	0.99
	2.00	17	16		G	Semi compacta	0.3000	1.404410	0.90	0.75	1.00	1.00	0.95
	2.50	12	11		G	Semi compacta	0.3750	1.329789	0.90	0.75	1.00	1.00	0.90
	3.00	10	9	0.40	G	Suelta	0.4500	1.268819	0.90	0.75	1.00	1.00	0.86
	3.50	4	4		G	Muy suelta	0.5250	1.217270	0.90	0.85	1.00	1.00	0.93
	4.00	0	0		G	Muy suelta	0.6000	1.172617	0.90	0.85	1.00	1.00	0.90
	4.50	13	11		G	Semi compacta	0.6750	1.133229	0.90	0.85	1.00	1.00	0.87
	5.00	23	19		G	Semi compacta	0.7500	1.097996	0.90	0.85	1.00	1.00	0.84
	5.50	37	30	2.00	G	Semi compacta	0.8250	1.066124	0.90	0.85	1.00	1.00	0.82
	6.00	60	48		G	Compacta	0.9000	1.037026	0.90	0.85	1.00	1.00	0.79
	6.50	-	-		G	# #N/D	0.9750	1.010260	0.90	0.95	1.00	1.00	0.86

CORRECCION DE N DE CAMPO

DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE PASO A DESNIVEL EN INTERSECCIÓN ENTRE LAS RUTAS CA04S – LIB04W, CARRETERA AL PUERTO DE LA LIBERTAD, SOBRE REDONDEL ÚTILA, MUNICIPIO DE SANTA TECLA, LA LIBERTAD.

Sondeo No.	Profund. h (m)	N _{CAMPO} (golpes)	N _{CORREGIDO} (golpes)	Capacidad de Carga Admisible (kg/cm ²)	S. Granular (G) S. Cohesivo (C)	Compacidad ó Consistencia	Presión Efectiva	Cn (Nota: p' ¹ > 0.25) (No aplica en Suelos Plásticos)	η ₁	η ₂	η ₃	η ₄	Factor de Corrección (FC ≤ 1.00)
							p' (kg/cm ²)	Energía del Martillo	Longitud de la Varilla	Revestimiento o Interno	Diámetro de Perforación		
S-03	0.50	11	11		G	Semi compacta	0.0750	1.465379	0.90	0.75	1.00	1.00	0.99
	1.00	42	42		G	Compacta	0.1500	1.465379	0.90	0.75	1.00	1.00	0.99
	1.50	23	23		G	Semi compacta	0.2250	1.465379	0.90	0.75	1.00	1.00	0.99
	2.00	12	11	0.50	G	Semi compacta	0.3000	1.404410	0.90	0.75	1.00	1.00	0.95
	2.50	6	5		G	Suelta	0.3750	1.329789	0.90	0.75	1.00	1.00	0.90
	3.00	8	7	0.70	G	Suelta	0.4500	1.268819	0.90	0.75	1.00	1.00	0.86
	3.50	8	7		G	Suelta	0.5250	1.217270	0.90	0.85	1.00	1.00	0.93
	4.00	12	11		G	Semi compacta	0.6000	1.172617	0.90	0.85	1.00	1.00	0.90
	4.50	14	12		G	Semi compacta	0.6750	1.133229	0.90	0.85	1.00	1.00	0.87
	5.00	37	31		G	Compacta	0.7500	1.097996	0.90	0.85	1.00	1.00	0.84
	5.50	36	29	2.00	G	Semi compacta	0.8250	1.066124	0.90	0.85	1.00	1.00	0.82
	6.00	164	130		G	Muy compacta	0.9000	1.037026	0.90	0.85	1.00	1.00	0.79
S-04	0.50	3	3	0.30	G	Muy suelta	0.0750	1.465379	0.90	0.75	1.00	1.00	0.99
	1.00	10	10		G	Suelta	0.1500	1.465379	0.90	0.75	1.00	1.00	0.99
	1.50	10	10		G	Suelta	0.2250	1.465379	0.90	0.75	1.00	1.00	0.99
	2.00	20	19		G	Semi compacta	0.3000	1.404410	0.90	0.75	1.00	1.00	0.95
	2.50	12	11	0.80	G	Semi compacta	0.3750	1.329789	0.90	0.75	1.00	1.00	0.90
	3.00	9	8		G	Suelta	0.4500	1.268819	0.90	0.75	1.00	1.00	0.86
	3.50	10	9		G	Suelta	0.5250	1.217270	0.90	0.85	1.00	1.00	0.93
	4.00	17	15		G	Semi compacta	0.6000	1.172617	0.90	0.85	1.00	1.00	0.90
	4.50	11	10	0.70	G	Suelta	0.6750	1.133229	0.90	0.85	1.00	1.00	0.87
	5.00	8	7		G	Suelta	0.7500	1.097996	0.90	0.85	1.00	1.00	0.84
	5.50	17	14		G	Semi compacta	0.8250	1.066124	0.90	0.85	1.00	1.00	0.82
	6.00	33	26	2.00	G	Semi compacta	0.9000	1.037026	0.90	0.85	1.00	1.00	0.79
6.50	164	141		G	Muy compacta	0.9750	1.010260	0.90	0.95	1.00	1.00	0.86	

CORRECCION DE N DE CAMPO

DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE PASO A DESNIVEL EN INTERSECCIÓN ENTRE LAS RUTAS CA04S – LIB04W, CARRETERA AL PUERTO DE LA LIBERTAD, SOBRE REDONDEL ÚTILA, MUNICIPIO DE SANTA TECLA, LA LIBERTAD.

Sondeo No.	Profund. h (m)	N _{CAMPO} (golpes)	N _{CORREGIDO} (golpes)	Capacidad de Carga Admisible (kg/cm ²)	S. Granular (G) S. Cohesivo (C)	Compacidad ó Consistencia	Presión Efectiva	Cn (Nota: p' > 0.25) (No aplica en Suelos Plásticos)	η ₁	η ₂	η ₃	η ₄	Factor de Corrección (FC ≤ 1.00)
							p' (kg/cm ²)	Energía del Martillo	Longitud de la Varilla	Revestimiento o Interno	Diámetro de Perforación		
S-05	0.50	52	51		G	Muy compacta	0.0750	1.465379	0.90	0.75	1.00	1.00	0.99
	1.00	37	37		G	Compacta	0.1500	1.465379	0.90	0.75	1.00	1.00	0.99
	1.50	20	20		G	Semi compacta	0.2250	1.465379	0.90	0.75	1.00	1.00	0.99
	2.00	35	33	1.30	G	Compacta	0.3000	1.404410	0.90	0.75	1.00	1.00	0.95
	2.50	15	13		G	Semi compacta	0.3750	1.329789	0.90	0.75	1.00	1.00	0.90
	3.00	21	18	1.70	G	Semi compacta	0.4500	1.268819	0.90	0.75	1.00	1.00	0.86
	3.50	18	17		G	Semi compacta	0.5250	1.217270	0.90	0.85	1.00	1.00	0.93
	4.00	31	28	1.40	G	Semi compacta	0.6000	1.172617	0.90	0.85	1.00	1.00	0.90
	4.50	16	14		G	Semi compacta	0.6750	1.133229	0.90	0.85	1.00	1.00	0.87
	5.00	39	33	2.00	G	Compacta	0.7500	1.097996	0.90	0.85	1.00	1.00	0.84
	5.50	90	73		G	Muy compacta	0.8250	1.066124	0.90	0.85	1.00	1.00	0.82
	6.00	-	-		G	# #N/D	0.9000	1.037026	0.90	0.85	1.00	1.00	0.79

NOTA 1: Las capacidades admisibles mostradas fueron calculadas para una cimentación de 1.00 m de ancho (B).

NOTA 2: Para dimensiones del ancho (B) hasta 3.00 m, pueden utilizarse estos mismos valores de capacidad de carga siempre y cuando considere que los asentamientos totales serán mayores y del siguiente orden: $s_t \text{ (mm)} \gg 5 \cdot B \text{ (m)} + 15$.

NOTA 3: Para dimensiones del ancho (B) hasta 3.00 m, asentamientos totales máximos de 1" (25 mm) y restringiendo los asentamientos diferenciales, los valores de capacidad de carga disminuyen al aumentar el ancho de la cimentación, de acuerdo al factor que se calcula como sigue: Factor de Reducción (%) $\gg 112 - 12 \cdot B \text{ (m)}$.

NOTA 4: Los valores mostrados corresponden a cálculos propios de este consultor basado en suposiciones de escenarios típicos generales de diferentes proyectos y tienen como único objeto servir de referencia. Por lo tanto, la utilización de estos valores es de entera responsabilidad del diseñador quien deberá validarlos para sus condiciones particulares o específicas realizando sus propios cálculos.

5.2. Ensayos de Perforación Rotativa

Como se mostró en la Figura 5, se realizaron 4 Ensayos de Perforación Rotativa, estos se ubican en la cercanía de los sondeos SPT, con el propósito de ampliar la información obtenida de estos.

Los ensayos se realizan a profundidades mayores a los 30.0 m, cuyo objetivo es determinar la existencia de estratos rocosos y obtener información sobre agua subterránea. Particularmente, en la ejecución de los 4 ensayos, no se encuentra presencia de nivel de aguas subterráneas (Nivel Freático). Los resultados característicos se definen:

5.2.1. Materiales característicos

La configuración estratigráfica obtenida a partir de los Ensayos de Perforación Rotativa posee la misma configuración de materiales encontrados en el ensayo de SPT. Desde una profundidad de 0.0 m hasta 7.0 m se obtienen arenas limosas y limos arenosos, presentando contaminación orgánica en los primeros 2.5 m de profundidad.

A mayores profundidades, se encuentra una distribución de materiales predominantemente arenas limosas hasta una profundidad de 15.0 m aproximadamente; en este nivel, se observa un estrato de materiales plásticos (arcillas y combinación de limos arcillosos o arenas arcillosas) con un espesor que ronda entre 3.0 a 4.5 m; luego tenemos un estrato de arenas limosas hasta una profundidad aproximada de 30.0 m, posterior a esta profundidad los materiales encontrados son limos arenosos.

La disposición de materiales se encuentra organizada de tal manera que definen curvas peculiares de una ladera montañosa, en este caso, incrementando la elevación de los estratos característicos a medida nos acercamos a la cordillera de El Bálsamo (dirección norte a sur).

5.2.2. Compacidad general

El ensayo rotativo permitió determinar el espesor aproximado del estrato resistente definido a partir de los Ensayos de Penetración Estándar, delimitando un espesor aproximado de 2.0 m, bajo este estrato, los materiales poseen una compacidad baja presentándose como sueltos hasta una profundidad aproximada de 9.5 m.

A mayores profundidades a la descrita anteriormente, los suelos se encuentran con un grado de acomodo a medianamente denso a denso, cuya variabilidad está sujeta al tipo de material encontrado; en el caso del estrato arcilloso, la compacidad es medianamente densa y los materiales como arenas limosas se encuentran en un grado de acomodo denso.

5.2.3. Capacidad de carga admisible

Los materiales a profundidades mayores a 7.0 m poseen capacidades menores a las descritas en la sección 5.1.3 de este documento, obteniendo valores de “N” inferiores en el estrato inmediato sobre el que descansa el suelo resistente. Para mayor amplitud a lo descrito, ver DOCUMENTO 2 – PLANOS, 14 GG – PLANO DE GEOTECNIA, GG 03/04.

5.3. Ensayos de Refracción Sísmica

El resumen de los resultados de las refracciones sísmicas se presenta en la Tabla 5 y Tabla 6.

Tabla 5: Resultados de velocidades, Ensayos de Refracción

TENDIDO	Velocidad de las Ondas P (m/s)		Espesores (m)	
	1er Estrato	2do Estrato	1er Estrato	2do Estrato
Línea 1 (40.5 m)	276	319	3.0	> 8
Línea 2 (52.0 m)	374	375	1.0	> 8

Tabla 6: Valores de "N", Ensayos de Refracción

TENDIDO	Valores de N (SPT)		Velocidad de las Ondas S (m/s)	
	1er Estrato	2do Estrato	1er Estrato	2do Estrato
Línea 1 (40.5 m)	4	7	139	160
Línea 2 (52.0 m)	10	10	185	186

Basados en los resultados obtenidos de velocidades y N para cada uno de los tendidos colocados en campo, la interpretación y estratigrafía característica de estos, se muestra en el ADJUNTO 1: INFORME DE REFRACCION SISMICA, de este documento.

5.4. Ensayos de Exploración: Pozos a Cielo Abierto

En la tabla siguiente, se muestra el resumen de los resultados obtenidos en los Pozos a Cielo Abierto.

En términos generales, la estructura existente posee capacidad suficiente para soportar las cargas de tránsito actuales, el CBR oscila entre valores de 12.5% – 53.0%

La base existente presenta un comportamiento general NO PLÁSTICO, sin embargo, se obtuvo un valor con un IP 8% y LL 34%, cuyo resultado puede estar ligado a la existencia de materiales deletéreos propios de la conformación en su proceso constructivo.

Respecto a las clasificaciones obtenidas, se reflejan resultados entre A-4 y A-2-4, los cuales entran en la categoría de materiales muy buenos para la compactación de rellenos.

Tabla 7: Resumen de resultados PCA

ESTACION		0+038.0	0+138.0	0+367.0	0+387.0
LATERAL		Derecho	Derecho	Derecho	Derecho
CARRIL		Interno	Interno	Interno	Interno
PROCTOR (kg/m ³)		1348	1510	1712	1403
CBR (%)	0.1"	19	51	26	12
	0.2"	23	55	32	13
	PROM	21	53	29	12.5
Límites de Atterberg	LL	NP	NP	34	NP
	IP	NP	NP	8	NP
Hinchamientos (%)	1	0	0	0	0.04
	2	0	0.04	0.11	0.07
	3	0.17	0.07	0.15	0.09
	H. promedio	0.06	0.04	0.09	0.07
CLASIFICACION	AASHTO	A-4(0)	A-2-4(0)	A-2-4(0)	A-4(0)
	SUCS, Descripción	SM, Arena limosa, color café claro, finos no plásticos	SM, Arena limosa con pómez, color café claro, finos no plásticos	SM, Arena limosa con grava, color café, finos no plásticos	ML, limo arenoso con pómez, color café claro, finos no plásticos

5.5. Ensayos en los materiales de Bancos de Préstamo

Las siguientes tablas, muestran los resultados obtenidos en los ensayos realizados a los materiales provenientes de los bancos de préstamo.

5.5.1. Agregados para concreto

Inicialmente se muestran los resultados para materiales pétreos (gravas y arenas); para ambos casos, se cumple con los requisitos establecidos en ASTM C33 (AASHTO M6 y AASHTO M80); por lo tanto, es factible su utilización en los procesos de elaboración de concretos o cualquiera de sus derivados.

Tabla 8: Resumen de Resultados Agregados

TIPO DE MATERIAL		Grava	Arena
Procedencia		La Cantera San Diego	Río Tihuapa
Granulometría (%Pasante)	1.5"		
	1"	100	
	3/4"	94.7	
	1/2"	70.7	
	3/8"	52.7	100
	No. 4	4.4	96.5
	No. 8		88.5
	No. 16		74.5
	No. 30		46.9
	No. 50		17
	No. 100		4.3
	No. 200		1.3
	Pasa	1	1.5
Desgaste (%)		17	
Durabilidad		96	92
Densidad BULK (kg/m ³)	Suelto	1390	1332
	Varillado	1474	1497
Gravedad Específica		2.565	2.398
Absorción (%)		1.4	3.4

5.5.2. Materiales para relleno

Los materiales que se pretenden utilizar como relleno se obtendrán de la Cantera San Diego (Materiales granulares y material selecto), y de la Cantera Dulce María únicamente obtener material selecto, los resultados de los ensayos realizados se muestran en la tabla siguiente:

Tabla 9: Resultados para materiales de relleno

TIPO DE MATERIAL		Material Selecto	Material Selecto
Procedencia		La Cantera - San Diego	Dulce María - Armenia
PROCTOR (kg/m ³)		2000	---
%W _{OPTIMA}		9.2	---
CBR (%)	0.1"	44	
	0.2"	61	
	PROMEDIO	52.5	
Hinchamientos (%)	1	0	
	2	0.04	
	3	0.04	
	H. promedio	0.03	
Límites de Atterberg	LL	37	NP
	IP	13	NP
Granulometría (%)	Gravas	51	14
	Arenas	38	55
	Finos	11	31
CLASIFICACION	AASHTO	A-2-6(0)	A-2-4(0)
	SUCS, Descripción	GP-GC, Grava mal graduada, con arcilla y arena color café, finos plásticos	SM, Arena limosa con pómez, color café claro, finos no plásticos

6. CIMENTACIÓN DEL PUENTE

El cálculo de la cimentación del puente se basa en la siguiente Información Geotécnica:

- ⊕ Refracción Sísmica. Adjunto 1 del Estudio Geotécnico.
- ⊕ Sondeos SPT. Adjunto 2 del Estudio Geotécnico.
- ⊕ Sondeos Rotativos. Adjunto 3 del Estudio Geotécnico.
- ⊕ Ensayos de Laboratorio. Adjunto 4 del Estudio Geotécnico.

Adicionalmente, se realizaron Ensayos SPT en la profundidad de desplante del mejoramiento con concreto ciclópeo, insumo técnico que se incluye en esta actualización del documento.

El puente se emplazará en el suelo, por medio de CIMENTACIÓN SUPERFICIAL; específicamente LOSA DE FUNDACIÓN. Para ello, la capacidad admisible será determinada por las siguientes metodologías:

- Ecuación General de Capacidad de Carga, Meyerhof, 1963
- SPT. Capacidad Neta Admisible sobre Suelos Granulares
- AASHTO. Método Semi empírico (10.6.3.1.3).

De acuerdo a las memorias estructurales, el puente transmitirá los siguientes esfuerzos reales al suelo:

Condición Estática.	24.91 ton/m ² (Estribos)	17.78 ton/m ² (Pilas)
Condición Dinámica.	30.13 ton/m ² (Estribos)	30.61 ton/m ² (Pilas)

(Nótese que estos esfuerzos aplican al ancho equivalente según cálculos, que es 5.51 m para el estribo).

A efectos de los análisis, se utilizan los siguientes valores admisibles:

Condición Estática.	25.00 ton/m ² (Estribos)	20.00 ton/m ² (Pilas)
Condición Dinámica.	37.50 ton/m ² (Estribos)	30.00 ton/m ² (Pilas)

Para el cálculo de los asentamientos, se ha utilizado la metodología elástica.

El Módulo de Elasticidad se estimará a partir de las correlaciones indicadas en la Normativa AASHTO:

Arcillas y Limos...	$E_s \approx 0.40 N_{160}$
Arenas...	$E_s \approx 0.70 N_{160}$

Table C10.4.6.3-1—Elastic Constants of Various Soils (modified after U.S. Department of the Navy, 1982; Bowles, 1988)

Soil Type	Typical Range of Young's Modulus Values, E_s (ksi)	Poisson's Ratio, ν (dim)
Clay:		
Soft sensitive		0.4–0.5
Medium stiff to stiff	0.347–2.08	(undrained)
Very stiff	2.08–6.94	
Loess	2.08–8.33	0.1–0.3
Silt	0.278–2.78	0.3–0.35
Fine Sand:		
Loose	1.11–1.67	0.25
Medium dense	1.67–2.78	
Dense	2.78–4.17	
Sand:		
Loose	1.39–4.17	0.20–0.36
Medium dense	4.17–6.94	
Dense	6.94–11.11	0.30–0.40
Gravel:		
Loose	4.17–11.11	0.20–0.35
Medium dense	11.11–13.89	
Dense	13.89–27.78	0.30–0.40
Estimating E_s from SPT N Value		
Soil Type	E_s (ksi)	
Silts, sandy silts, slightly cohesive mixtures	0.056 N_{160}	
Clean fine to medium sands and slightly silty sands	0.097 N_{160}	
Coarse sands and sands with little gravel	0.139 N_{160}	
Sandy gravel and gravels	0.167 N_{160}	
Estimating E_s from q_c (static cone resistance)		
Sandy soils	0.028 q_c	

Tabla C10.4.6.3-1 — Constantes elásticas de varios suelos (modificado según el Departamento de la Marina de Guerra, 1982; Bowles, 1988)

Tipo de suelo	Rango típico de los valores del módulo de Young, E_s (MPa)	Relación de Poisson, ν (adim)
Arcilla:		
Banda sensible	2.4 -15	0.4-0.5
Medio rígida a rígida	15-50	(sin drenaje)
Muy rígida	50-100	
Loess	15-60	0.1-0.3
Limo	2-20	0.3-0.35
Arena fina:		
Suelta	7.5-10	0.25
Medio densa	10-20	
Densa	20-25	
Arena:		
Suelta	10-25	0.20-0.36
Medio densa	25-50	
Densa	50-75	0.30-0.40
Grava:		
Suelta	25-75	0.20-0.35
Medio densa	75-100	
Densa	100-200	0.30-0.40
E_s estimado a partir del número de golpes del SPT		
Tipo de suelo	E_s (MPa)	
Limos, limos arenosos, mezclas ligeramente cohesivas	0.4 N_{160}	
Arenas limpias, finas a medias y arenas ligeramente limosas	0.7 N_{160}	
Arenas gruesas y arenas con poca grava	1.0 N_{160}	
Gravas arenosas y gravas	1.1 N_{160}	
E_s estimado a partir de q_c (resistencia a la penetración estática de la punta del cono)		
Suelos arenosos	4 q_c	

$$N_1 = C_N N \quad (10.4.6.2.4-1)$$

N_1 = *SPT* blow count corrected for overburden pressure, σ'_v (blows/ft)

$$C_N = [0.77 \log_{10}(40/\sigma'_v)], \text{ and } C_N < 2.0$$

σ'_v = vertical effective stress (ksf)

N = uncorrected *SPT* blow count (blows/ft)

SPT N values should also be corrected for hammer efficiency, if applicable to the design method or correlation being used, determined as:

$$N_{60} = (ER / 60\%)N \quad (10.4.6.2.4-2)$$

where:

N_{60} = *SPT* blow count corrected for hammer efficiency (blows/ft)

ER = hammer efficiency expressed as percent of theoretical free fall energy delivered by the hammer system actually used

N = uncorrected *SPT* blow count (blows/ft)

When *SPT* blow counts have been corrected for both overburden effects and hammer efficiency effects, the resulting corrected blow count shall be denoted as N_{160} , determined as:

$$N_{160} = C_N N_{60} \quad (10.4.6.2.4-3)$$

$$N_1 = C_N N \quad (10.4.6.2.4-1)$$

N_1 = número de golpes del *SPT*, corregido por presión de sobrecarga, σ'_v , (golpes/300 mm)

$$C_N = [0.77 \log_{10}(1.92\sigma'_v)], \text{ y } C_N < 2.0$$

σ'_v = esfuerzo vertical efectivo (MPa)

N = número de golpes *SPT* (no corregido) (golpes/300 mm)

Los valores N del *SPT* también deben corregirse por eficiencia del martillo, si es aplicable al método de diseño o correlación que están siendo utilizados. Dicha corrección se determina como:

$$N_{60} = (ER/60\%)N \quad (10.4.6.2.4-2)$$

donde:

N_{60} = número de golpes del *SPT*, corregido por eficiencia del martillo (golpes/300 mm)

ER = eficiencia del martillo expresada como porcentaje de la energía de caída libre teórica suministrada por el sistema de martinete utilizado realmente (porcentaje)

N = número de golpes del *SPT* (no corregido) (golpes/300 mm)

Cuando el número de golpes del *SPT* ha sido corregido por presión de sobrecarga y por eficiencia del martillo, el número de golpes resultante (corregido) debe denotarse como N_{160} , determinado como:

$$N_{160} = C_N N_{60} \quad (10.4.6.2.4-3)$$

El *SPT* se realiza con Martillo de Seguridad, su eficiencia es del 60%, que es consistente con la recomendación AASHTO. Por lo tanto, el factor de corrección $(ER / 60\%) = 1$, $N_{60} = N_{CAMPO}$.

6.1. Capacidad Admisible – Método 1: Ecuación General

Conforme la literatura especializada, la capacidad de la losa, se desarrolla en una profundidad que oscila entre dos y tres veces el ancho de la losa; de acuerdo a las pruebas rotativas, en estos espesores se tienen valor N promedios que oscilan entre 25 y 31. Conforme la correlación entre N y Ángulo de Fricción (se muestra la contenida en la Norma AASHTO), se esperan ángulos (ϕ) comprendidos entre 30° y 40°.

Table 10.4.6.2.4-1—Correlation of SPT N_{160} Values to Drained Friction Angle of Granular Soils (modified after Bowles, 1977)

N_{160}	ϕ_r
<4	25–30
4	27–32
10	30–35
30	35–40
50	38–43

No obstante, se asume un valor conservador, $\phi = 28^\circ$.

Asimismo, en las actividades de excavación, se aprecian cortes verticales firmes que evidencian la existencia de cohesión en la masa de suelo; a pesar de ello, se asume **cohesión nula** en los cálculos de ingeniería. Se agregan fotografías que ilustran lo anterior.

Las arenas limosas y limos arenosos encontrados en el lugar, su peso unitario (γ) fluctúa, típicamente, entre 1.55 ton/m³ y 1.80 ton/m³.





CAPACIDAD DE CARGA DE LOSAS

* ECUACION GENERAL DE LA CAPACIDAD DE CARGA (MEYERHOF - 1963) *

		ESTRIBO 1	PILA 1	PILA 2	ESTRIBO 2	
LOSA	B (m) Base	6.10	7.20	7.20	6.10	
	L (m) Largo	10.00	10.00	10.00	10.00	
	Df (m) Desplante	2.05	2.80	2.80	2.45	
	β (Grados) Inclinación	0.00	0.00	0.00	0.00	
	β (Grados)	0.00	0.00	0.00	0.00	
	B / L	0.61	0.72	0.72	0.61	
	Df / B	0.34	0.39	0.39	0.40	
SUELO	c (ton/m ²) Cohesión	0.00	0.00	0.00	0.00	
	ϕ (Grados) Fricción	28.00	28.00	28.00	28.00	
	ϕ (Rad)	0.49	0.49	0.49	0.49	
	γ (ton/m ³) Densidad	1.60	1.60	1.60	1.60	
	tan ϕ	0.53	0.53	0.53	0.53	
	q (ton/m ²) $\gamma \cdot H = \gamma \cdot D_f$	3.28	4.48	4.48	3.92	
	$q_u = cN_c F_{cs} F_{cd} F_{ci} + qN_q F_{qs} F_{qd} F_{qi} + \frac{1}{2} \gamma B N_\gamma F_{\gamma s} F_{\gamma d} F_{\gamma i}$	132.05	170.36	170.36	147.28	
Q _{neta}	(ton/m ²)	128.77	165.88	165.88	143.36	
FS		3.00	3.00	3.00	3.00	
Q _{adm}	(ton/m ²)	42.92	55.29	55.29	47.79	
Q _{adm}	(kg/cm ²)	4.29	5.53	5.53	4.78	
FACTORES DE CAPACIDAD DE CARGA	N _q	$N_q = \tan^2 \left(45 + \frac{\phi}{2} \right) e^{K \tan \phi}$	14.72	14.72	14.72	14.72
	N _c	$N_c = (N_q - 1) \cot \phi$	25.80	25.80	25.80	25.80
	N _γ	$N_\gamma = 2(N_q + 1) \tan \phi$	16.72	16.72	16.72	16.72

FACTORES DE FORMA	F_{cs}	$F_{cs} = 1 + \frac{B N_q}{L N_c}$	1.35	1.41	1.41	1.35
	F_{qs}	$F_{qs} = 1 + \frac{B}{L \tan \phi}$	1.32	1.38	1.38	1.32
	$F_{\gamma s}$	$F_{\gamma s} = 1 - 0.4 \frac{B}{L}$	0.76	0.71	0.71	0.76
FACTORES DE PROFUNDIDAD	D_f / B	Condición (a): $D_f/B \leq 1$ $F_{cd} = 1 + 0.4 \frac{D_f}{B}$	0.34	0.39	0.39	0.40
	F_{cd}	$F_{qd} = 1 + 2 \tan \phi (1 - \sin \phi)^2 \frac{D_f}{B}$ $F_{\gamma d} = 1$	1.13	1.16	1.16	1.16
	F_{qd}	Condición (b): $D_f/B > 1$ $F_{cd} = 1 + (0.4) \tan^{-1} \left(\frac{D_f}{B} \right)$	1.10	1.12	1.12	1.12
	$F_{\gamma d}$	$F_{qd} = 1 + 2 \tan \phi (1 - \sin \phi)^2 \tan^{-1} \left(\frac{D_f}{B} \right)$ $F_{\gamma d} = 1$	1.00	1.00	1.00	1.00
FACTORES DE INCLINACIÓN	F_{ci}	$F_{ci} = F_{qi} = \left(1 - \frac{\beta^2}{90^\circ} \right)^2$	1.00	1.00	1.00	1.00
	F_{qi}	$F_{qi} = \left(1 - \frac{\beta}{\phi} \right)^2$	1.00	1.00	1.00	1.00
	$F_{\gamma i}$	donde β = inclinación de la carga sobre la cimentación con respecto a la vertical	1.00	1.00	1.00	1.00

6.2. Capacidad Admisible – Método 2: SPT

6.2.1. Capacidad para un Asentamiento de 50 mm.

CAPACIDAD DE CARGA DE LOSAS						
* CAPACIDAD NETA ADMISIBLE SOBRE SUELO GRANULAR *						
			ESTRIBO 1	PILA 1	PILA 2	ESTRIBO 2
LOSA	B (m)	Base	6.10	7.20	7.20	6.10
	L (m)	Largo	10.00	10.00	10.00	10.00
	Df (m)	Desplante	2.05	2.80	2.80	2.45
	D _f / B		0.34	0.39	0.39	0.40
	3.28B		20.01	23.62	23.62	20.01
	3.28B + 1		21.01	24.62	24.62	21.01
SUELO	N _{SPT}	N Corregido Promedio en una Profundidad de 2B a 3B	14	14	14	14
	Se	Asentamiento, mm	50	50	50	50
		$F_d = 1 + 0.33 (D_f/B) \leq 1.33$	1.11	1.13	1.13	1.13
		$q_{adm(neto)} (kN/m^2) = 11.98 N_{cor} \left(\frac{3.28B + 1}{3.28B} \right)^2 F_d \left(\frac{S_e}{25.4} \right)$	404.35	404.74	404.74	412.23
	q _{adm}	(ton/m ²)	41.23	41.27	41.27	42.04
	q _{adm}	(kg/cm ²)	4.12	4.13	4.13	4.20

De acuerdo a los registros de Sondeos Rotativos (ver a continuación capítulo Perfiles Simplificados), en todos los casos, para las profundidades de desarrollo del bulbo de presiones, se tienen valores de N_{CAMPO} promedio entre 25 y 31; por lo cual, se alcanzan capacidades mayores a 4.00 kg/cm².

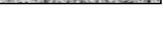
6.2.2. Asentamiento para una Capacidad de 30 ton/m²

Considerando que el menor N_{CAMPO} promedio, en los sondeos fue 25, se utiliza en el cálculo un N_{CORR.} = 12.

CAPACIDAD DE CARGA DE LOSAS						
* CAPACIDAD NETA ADMISIBLE SOBRE SUELO GRANULAR *						
			ESTRIBO 1	PILA 1	PILA 2	ESTRIBO 2
LOSA	B (m)	Base	6.10	7.20	7.20	6.10
	L (m)	Largo	10.00	10.00	10.00	10.00
	D _f (m)	Desplante	2.05	2.80	2.80	2.45
	D _f / B		0.34	0.39	0.39	0.40
	3.28B		20.01	23.62	23.62	20.01
	3.28B + 1		21.01	24.62	24.62	21.01
SUELO	N _{SPT}	N Corregido Promedio en una Profundidad de 2B a 3B	12	12	12	12
	Se	Asentamiento, mm	42	42	42	42
		$F_d = 1 + 0.33 (D_f/B) \leq 1.33$	1.11	1.13	1.13	1.13
		$q_{adm(neto)} (kN/m^2) = 11.98 N_{cor} \left(\frac{3.28B + 1}{3.28B} \right)^2 F_d \left(\frac{S_e}{25.4} \right)$	294.20	294.49	294.49	293.98
	q _{adm}	(ton/m ²)	30.00	30.03	30.03	29.98
	q _{adm}	(kg/cm ²)	3.00	3.00	3.00	3.00

Se estiman asentamientos totales del orden de 42 mm en el proyecto.

6.2.3. Perfiles simplificados

Prof. (m)	N _{CAMPO}	ESTRIBO 1	N _{MODIFICADO}	E (MPa)		Prof. (m)	N _{CAMPO}	PILA 1	N _{MODIFICADO}	E (MPa)	
0.00						0.00					
1.50	12.00		12.00	9.19	SM	1.50	23.00		23.00	17.62	
3.00	11.00		50.00	38.30	ML	3.00	7.00		50.00	38.30	
4.50	28.00		50.00	38.30	ML	4.50	24.00		50.00	38.30	
6.00	43.00		43.00	32.94	SM	6.00	32.00		32.00	24.51	
7.50	73.00	PROMEDIO EN 2B:	50.00	38.30	SM	7.50	50.00	PROMEDIO EN 2B:	50.00	38.30	
9.00	9.00	31.1	9.00	6.89	SM	9.00	27.00	27.5	27.00	20.68	
10.50	10.00		10.00	7.66	SM	10.50	11.00		11.00	8.43	
12.00	13.00	PROMEDIO EN 2B:	13.00	9.96	SM	12.00	22.00	PROMEDIO EN 2B:	22.00	16.85	
13.50	31.00	27.8	31.00	23.75	SM	13.50	18.00	24.9	18.00	13.79	
15.00	24.00		24.00	18.38	SM	15.00	10.00		10.00	7.66	
16.50	18.00		18.00	13.79	SM	16.50	9.00		9.00	6.89	
18.00	17.00		17.00	13.02	CL	18.00	15.00		15.00	11.49	
19.50	19.00		19.00	14.55	CL	19.50	30.00		30.00	22.98	
21.00	54.00		50.00	38.30	SM	21.00	44.00		44.00	33.70	
22.50	31.00		31.00	23.75	SM	22.50	26.00		26.00	19.92	
24.00	66.00		50.00	38.30	SM	24.00	45.00		45.00	34.47	
		$E_s = (kN/m^2) = 766N_F$									

Nótese que, el espesor de concreto ciclópeo se representa con un N_{CAMPO} de 50; en la realidad es mucho mayor. Asimismo, para el cálculo del N promedio, se ha condicionado que el máximo valor de N_{CAMPO} sea 50. Ambos criterios son conservadores. El valor de Es solo es indicativo, se utilizó la correlación de Schmertmann; para el cálculo exacto de asentamientos se utilizarán las correlaciones indicadas en la Normativa AASHTO.

Prof. (m)	N _{CAMPO}	PILA 2	N _{MODIFICADO}	E (MPa)	Prof. (m)	N _{CAMPO}	ESTRIBO 2	N _{MODIFICADO}	E (MPa)
0.00					0.00				
1.50	10.00		10.00	7.66	1.50	13.00		10.00	7.66
3.00	6.00		50.00	38.30	3.00	10.00		50.00	38.30
4.50	15.00		50.00	38.30	4.50	9.00		50.00	38.30
6.00	50.00		50.00	38.30	6.00	75.00		50.00	38.30
7.50	51.00	PROMEDIO EN 2B:	50.00	38.30	7.50	90.00	PROMEDIO EN 2B:	50.00	38.30
9.00	9.00	27.8	9.00	6.89	9.00	6.00	30.3	6.00	4.60
10.50	25.00		25.00	19.15	10.50	11.00		11.00	8.43
12.00	12.00	PROMEDIO EN 2B:	12.00	9.19	12.00	22.00	PROMEDIO EN 2B:	22.00	16.85
13.50	15.00	26.5	15.00	11.49	13.50	28.00	31.4	28.00	21.45
15.00	11.00		11.00	8.43	15.00	25.00		25.00	19.15
16.50	16.00		16.00	12.26	16.50	38.00		38.00	29.11
18.00	30.00		30.00	22.98	18.00	34.00		34.00	26.04
19.50	24.00		24.00	18.38	19.50	31.00		31.00	23.75
21.00	30.00		30.00	22.98	21.00	32.00		32.00	24.51
22.50	30.00		30.00	22.98	22.50	19.00		19.00	14.55
24.00	34.00		34.00	26.04	24.00	11.00		11.00	8.43

6.3. Capacidad Admisible – Método 3: AASHTO Semi empírico

CAPACIDAD DE CARGA DE LOSAS						
* CAPACIDAD SEGUN AASHTO - PROCEDIMIENTO SEMI-EMPIRICO *						
$q_n = \frac{\bar{N}1_{60} B}{5} \left(C_{wq} \frac{D_f}{B} + C_{w\gamma} \right)$		(10.6.3.1.3-1)				
			ESTRIBO 1	PILA 1	PILA 2	ESTRIBO 2
LOSA	B (m)	Base	6.10	7.20	7.20	6.10
	L (m)	Largo	10.00	10.00	10.00	10.00
	Df (m)	Desplante	2.05	2.80	2.80	2.45
	D _f / B		0.34	0.39	0.39	0.40
	B (ft)	Base	20.01	23.62	23.62	20.01
	L (ft)	Largo	32.81	32.81	32.81	32.81
	Df (ft)	Desplante	6.73	9.19	9.19	8.04
	C _{wq}		1.00	1.00	1.00	1.00
	C _{wγ}		1.00	1.00	1.00	1.00
SUELO	N _{SPT}	N Campo	20	20	20	20
	N ₁₆₀	N ₁₆₀ ≈ 40% N _{SPT}	8	8	8	8
	$q_n = \frac{\bar{N}1_{60} B}{5} \left(C_{wq} \frac{D_f}{B} + C_{w\gamma} \right)$	(ksf)	42.78	52.49	52.49	44.88
		(ton/m ²)	208.88	256.29	256.29	219.13
	FS		3.00	3.00	3.00	3.00
	Q _{adm}	(ton/m ²)	69.63	85.43	85.43	73.04
	Q _{adm}	(kg/cm ²)	6.96	8.54	8.54	7.30

6.4. Análisis de Asentamientos – Método 1: Ley de Hooke

ASENTAMIENTO DE LA LOSA						
* Cálculo Simplificado. Asentamientos Elásticos aplicando la Ley de Hooke *						
			ESTRIBO 1	PILA 1	PILA 2	ESTRIBO 2
LOSA	B (m)	Base	7.30	8.40	8.40	7.30
	L (m)	Largo	11.20	11.20	11.20	11.20
	L / B		1.53	1.33	1.33	1.53
SUELO	N _{SPT}	N Campo (N ₁₆₀ ≈ 40% N _{CAMPO})	30	30	30	30
		0.7N ₁₆₀	8,400.00	8,400.00	8,400.00	8,400.00
	μ _s		0.30	0.30	0.30	0.30
	H	Espesor de Suelo	40.00	40.00	40.00	40.00
	q _o	(ton/m ²)	25.00	20.00	20.00	25.00
		(kPa)	245.17	196.13	196.13	245.17
	F ₁		0.60	0.60	0.60	0.60
	F ₂		0.04	0.04	0.04	0.04
	$S_e = \frac{Bq_o}{E_s} (1 - \mu_s^2) [(1 - \mu_s^2) F_1 + (1 - \mu_s - 2\mu_s^2) F_2]$		109.89	101.16	101.16	109.89

De acuerdo a lo anterior, se esperan ASENTAMIENTOS TOTALES del orden de 100 mm; con ASENTAMIENTOS DIFERENCIALES del orden de 10 mm, que corresponde a una **DISTORSIÓN ANGULAR** de 1/2000, la cual excede la requerida por la normativa que es 1/125 (0.008); no obstante, se realizará un cálculo detallado de los asentamientos.

6.5. Análisis de Asentamientos – Método 2: Cálculo Elástico de Espesores (ESTRIBO 1)

6.5.1. Información Geotécnica (Valores N de Rotativa, SPT y Pruebas de Fondo)

Espesor (m)	H (m)	SR-1	SPT-1	PF-1	PF-2	PF-3	PF-4	SUCS	N _{CAMPO}
	0.00								
0.50	0.50		18					SM	18
0.50	1.00		26						26
0.50	1.50	12	7						7
0.50	2.00		6					ML	6
0.50	2.50		6						6
0.50	3.00	11	9						9
0.50	3.50		5						5
0.50	4.00		15						15
0.50	4.50	28	20						20
0.50	5.00		13	17	8	13	56	SM	8
0.50	5.50		7	50	100	100	50		7
0.50	6.00	43	40	50	PUNTA	PUNTA	PUNTA		40
0.50	6.50		164	PUNTA					50
1.00	7.50	73							50
1.50	9.00	9							9
1.50	10.50	10							10
1.50	12.00	13							13
1.50	13.50	31							31
1.50	15.00	24							24
1.50	16.50	18						CL	18
1.50	18.00	17							17
1.50	19.50	19							19
1.50	21.00	54						SM	50
1.50	22.50	31							31
1.50	24.00	66							50
1.50	25.50	33							33
1.50	27.00	27						SW-SM	27

Esesor	H	SR-1	SPT-1	PF-1	PF-2	PF-3	PF-4	SUCS	N _{CAMPO}
(m)	(m)								
1.50	28.50	47							47
1.50	30.00	33							33
1.50	31.50	28							28
1.50	33.00	13						ML	13

Se destacan varios puntos:

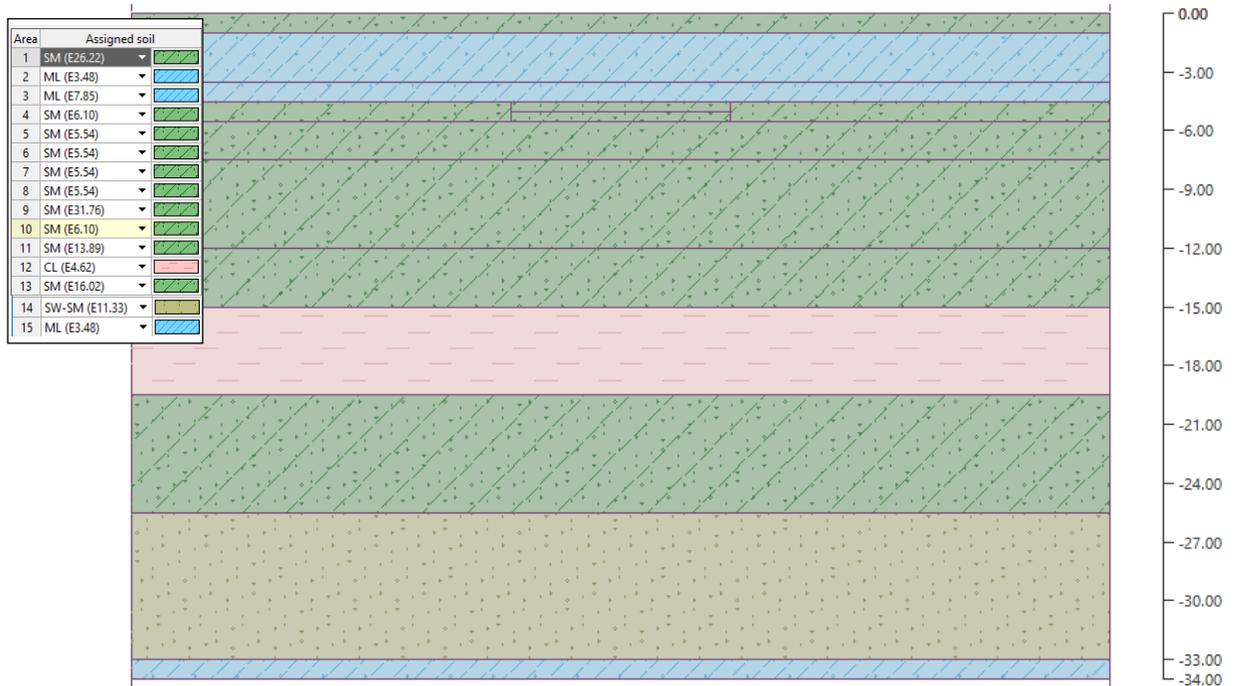
- ⊕ A una profundidad de 5.50m todos los sondeos dieron N mayores a 50, a excepción de uno que arrojó un valor de 7; a pesar de esto, se han calculado los asentamientos con este valor bajo.
- ⊕ Conservadoramente, para el perfil geotécnico, se adoptó el menor valor N obtenido en los distintos sondeos.
- ⊕ El material predominante abajo de la zapata son las ARENAS LIMOSAS.

6.5.2. Corrección del Valor N_{CAMPO} y obtención de Módulos de Deformación (Es)

Espesor (m)	H (m)	N_{CAMPO}	N_{60} (= N_{CAMPO})	γ (ton/m ³)	γ (MN/m ³)	$\sigma'_v = \gamma H$ (Mpa)	C_N	N_{160}	Es (MPa) AASHTO		Es (MPa) (Schmertmann)	Es (MPa) MODELO GEOTECNICO
									(Limos)	(Arenas)		
	0.00											
0.50	0.50	18	18	1.60	0.0157	0.01	1.84	33	13.24	23.18	13.79	26.22
0.50	1.00	26	26	1.60	0.0157	0.02	1.61	42	16.72	29.26	19.92	
0.50	1.50	7	7	1.60	0.0157	0.02	1.47	10	4.12	7.21	5.36	3.48
0.50	2.00	6	6	1.60	0.0157	0.03	1.38	8	3.30	5.78	4.60	
0.50	2.50	6	6	1.60	0.0157	0.04	1.30	8	3.12	5.46	4.60	
0.50	3.00	9	9	1.60	0.0157	0.05	1.24	11	4.46	7.81	6.89	
0.50	3.50	5	5	1.60	0.0157	0.05	1.19	6	2.38	4.16	3.83	
0.50	4.00	15	15	1.60	0.0157	0.06	1.14	17	6.86	12.01	11.49	7.85
0.50	4.50	20	20	1.60	0.0157	0.07	1.10	22	8.84	15.46	15.32	
0.50	5.00	8	8	1.60	0.0157	0.08	1.07	9	3.42	5.99	6.13	5.54
0.50	5.50	7	7	1.60	0.0157	0.09	1.04	7	2.90	5.08	5.36	
0.50	6.00	40	40	1.60	0.0157	0.09	1.01	40	16.13	28.23	30.64	31.76
0.50	6.50	50	50	1.60	0.0157	0.10	0.98	49	19.63	34.35	38.30	
1.00	7.50	50	50	1.60	0.0157	0.12	0.93	47	18.67	32.68	38.30	
1.50	9.00	9	9	1.60	0.0157	0.14	0.87	8	3.14	5.50	6.89	6.10
1.50	10.50	10	10	1.60	0.0157	0.16	0.82	8	3.28	5.75	7.66	

Espesor (m)	H (m)	N_{CAMPO}	N_{60} (= N_{CAMPO})	γ (ton/m ³)	γ (MN/m ³)	$\sigma'_v = \gamma H$ (Mpa)	C_N	N_{160}	Es (MPa) AASHTO		Es (MPa) (Schmertmann)	Es (MPa) MODELO GEOTECNICO
									(Limos)	(Arenas)		
1.50	12.00	13	13	1.60	0.0157	0.19	0.78	10	4.04	7.07	9.96	13.89
1.50	13.50	31	31	1.60	0.0157	0.21	0.74	23	9.14	16.00	23.75	
1.50	15.00	24	24	1.60	0.0157	0.24	0.70	17	6.74	11.79	18.38	4.62
1.50	16.50	18	18	1.60	0.0157	0.26	0.67	12	4.82	8.44	13.79	
1.50	18.00	17	17	1.60	0.0157	0.28	0.64	11	4.36	7.63	13.02	
1.50	19.50	19	19	1.60	0.0157	0.31	0.61	12	4.67	8.17	14.55	
1.50	21.00	50	50	1.60	0.0157	0.33	0.59	29	11.79	20.63	38.30	
1.50	22.50	31	31	1.60	0.0157	0.35	0.57	18	7.02	12.29	23.75	16.02
1.50	24.00	50	50	1.60	0.0157	0.38	0.54	27	10.89	19.07	38.30	
1.50	25.50	33	33	1.60	0.0157	0.40	0.52	17	6.92	12.12	25.28	11.33
1.50	27.00	27	27	1.60	0.0157	0.42	0.51	14	5.46	9.55	20.68	
1.50	28.50	47	47	1.60	0.0157	0.45	0.49	23	9.16	16.03	36.00	
1.50	30.00	33	33	1.60	0.0157	0.47	0.47	16	6.21	10.86	25.28	
1.50	31.50	28	28	1.60	0.0157	0.49	0.45	13	5.08	8.89	21.45	

6.5.3. Modelo Geotécnico



Soil parameters

SM (E26.22)

Unit weight : $\gamma = 17.00 \text{ kN/m}^3$
 Deformation modulus : $E_{def} = 26.22 \text{ MPa}$
 Poisson's ratio : $\nu = 0.30$
 Saturated unit weight : $\gamma_{sat} = 18.00 \text{ kN/m}^3$

SM (E5.54)

Unit weight : $\gamma = 17.00 \text{ kN/m}^3$
 Deformation modulus : $E_{def} = 5.54 \text{ MPa}$
 Poisson's ratio : $\nu = 0.30$
 Saturated unit weight : $\gamma_{sat} = 18.00 \text{ kN/m}^3$

SM (E31.76)

Unit weight : $\gamma = 17.00 \text{ kN/m}^3$
 Deformation modulus : $E_{def} = 31.76 \text{ MPa}$
 Poisson's ratio : $\nu = 0.30$
 Saturated unit weight : $\gamma_{sat} = 18.00 \text{ kN/m}^3$

SM (E6.10)

Unit weight : $\gamma = 17.00 \text{ kN/m}^3$
 Deformation modulus : $E_{def} = 6.10 \text{ MPa}$
 Poisson's ratio : $\nu = 0.30$
 Saturated unit weight : $\gamma_{sat} = 18.00 \text{ kN/m}^3$

SM (E13.89)

Unit weight : $\gamma = 17.00 \text{ kN/m}^3$
 Deformation modulus : $E_{def} = 13.89 \text{ MPa}$
 Poisson's ratio : $\nu = 0.30$
 Saturated unit weight : $\gamma_{sat} = 18.00 \text{ kN/m}^3$

SM (E16.02)

Unit weight : $\gamma = 17.00 \text{ kN/m}^3$
 Deformation modulus : $E_{def} = 16.02 \text{ MPa}$
 Poisson's ratio : $\nu = 0.30$
 Saturated unit weight : $\gamma_{sat} = 18.00 \text{ kN/m}^3$

SW-SM (E11.33)

Unit weight : $\gamma = 17.50 \text{ kN/m}^3$
 Deformation modulus : $E_{def} = 11.33 \text{ MPa}$
 Poisson's ratio : $\nu = 0.28$
 Saturated unit weight : $\gamma_{sat} = 19.00 \text{ kN/m}^3$

SW-SM (E10.37)

Unit weight : $\gamma = 17.50 \text{ kN/m}^3$
 Deformation modulus : $E_{def} = 10.37 \text{ MPa}$
 Poisson's ratio : $\nu = 0.28$
 Saturated unit weight : $\gamma_{sat} = 19.00 \text{ kN/m}^3$

CL (E4.62)

Unit weight : $\gamma = 19.00 \text{ kN/m}^3$
 Deformation modulus : $E_{def} = 4.62 \text{ MPa}$
 Poisson's ratio : $\nu = 0.40$
 Saturated unit weight : $\gamma_{sat} = 21.00 \text{ kN/m}^3$

MH (E2.35)

Unit weight : $\gamma = 18.50 \text{ kN/m}^3$
 Deformation modulus : $E_{def} = 2.35 \text{ MPa}$
 Poisson's ratio : $\nu = 0.40$
 Saturated unit weight : $\gamma_{sat} = 21.00 \text{ kN/m}^3$

ML (E3.48)

Unit weight : $\gamma = 18.00 \text{ kN/m}^3$
 Deformation modulus : $E_{def} = 3.48 \text{ MPa}$
 Poisson's ratio : $\nu = 0.40$
 Saturated unit weight : $\gamma_{sat} = 20.00 \text{ kN/m}^3$

ML (E7.85)

Unit weight : $\gamma = 18.00 \text{ kN/m}^3$
 Deformation modulus : $E_{def} = 7.85 \text{ MPa}$
 Poisson's ratio : $\nu = 0.40$
 Saturated unit weight : $\gamma_{sat} = 20.00 \text{ kN/m}^3$

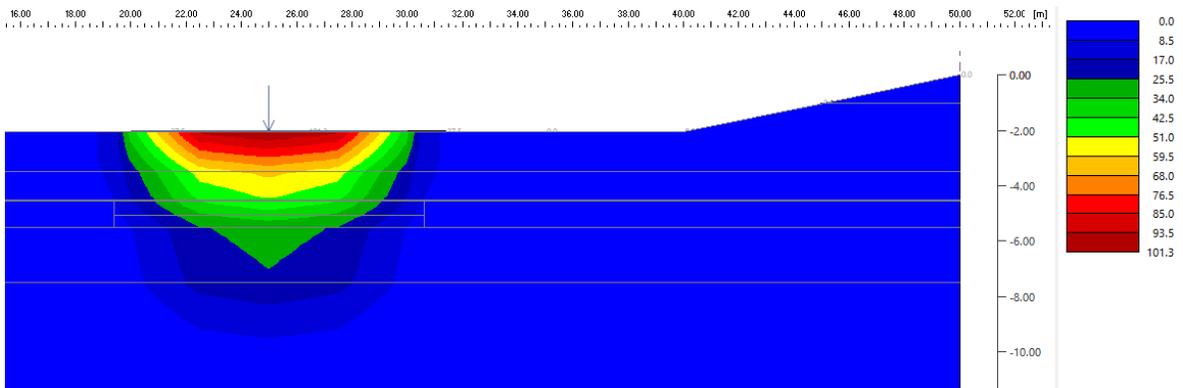
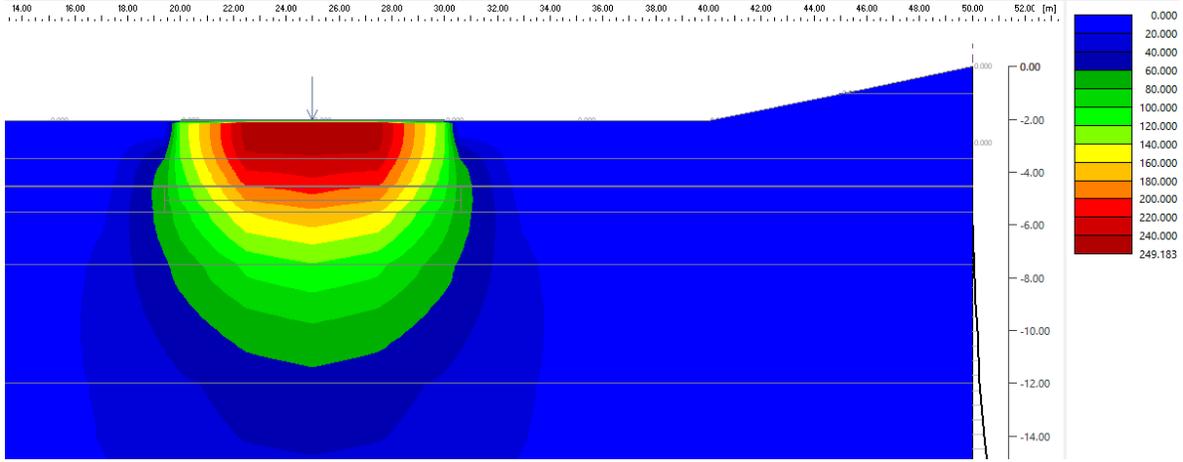
6.5.4. Condiciones de Carga

Se presentan las condiciones (estados) de análisis de asentamientos:

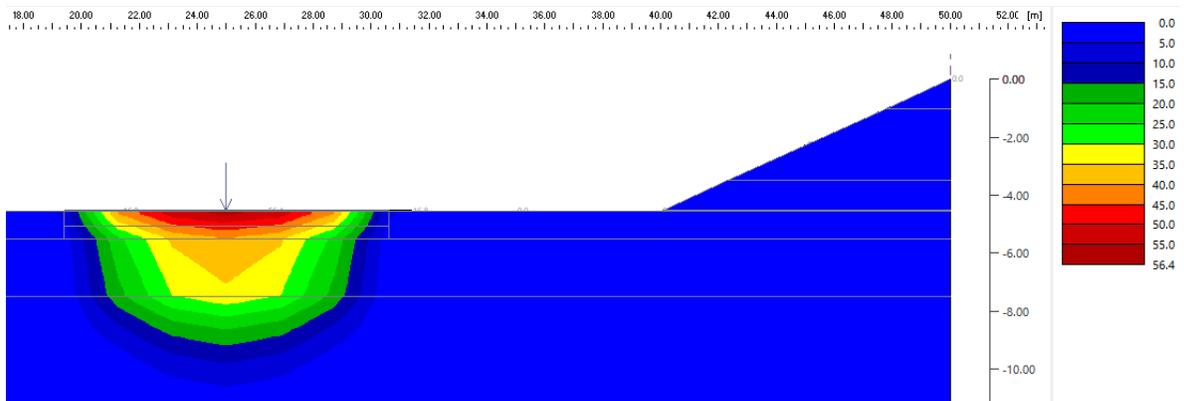
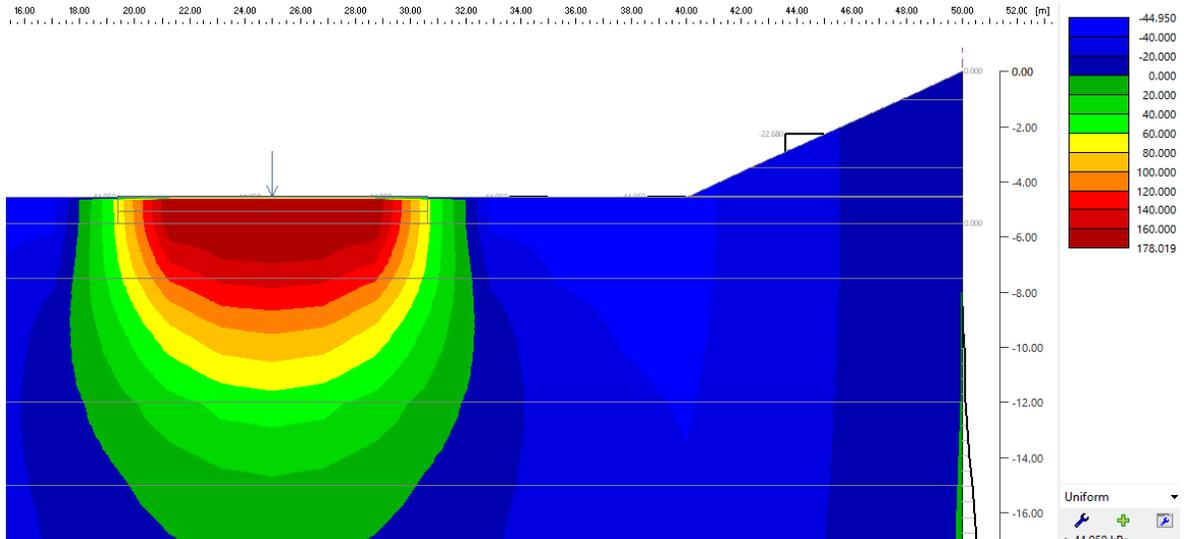
- (1) Condición inicial
- (2) Excavación al nivel de desplante de la zapata
- (3) Análisis de Asentamiento de zapata sobre el suelo**
- (4) Eliminación de sobrecarga (etapa solo de modelado).
- (5) Excavación al nivel de desplante del concreto ciclópeo
- (6) Análisis de Asentamiento de zapata más concreto ciclópeo**
- (7) Eliminación de sobrecarga (etapa solo de modelado).
- (8) Análisis de Asentamiento de zapata más concreto ciclópeo más pedraplén de 0.50 m**

6.5.5. Esfuerzos en la masa de suelo (kPa) y Asentamientos (mm)

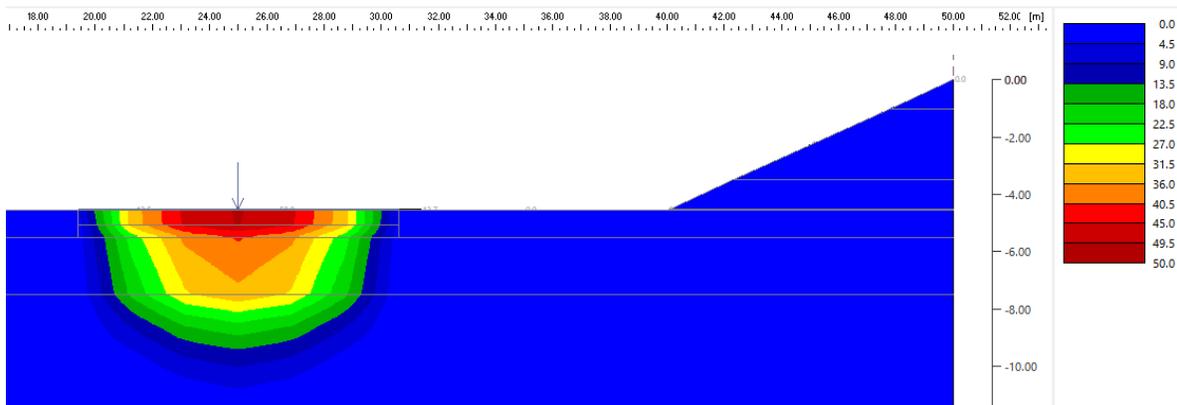
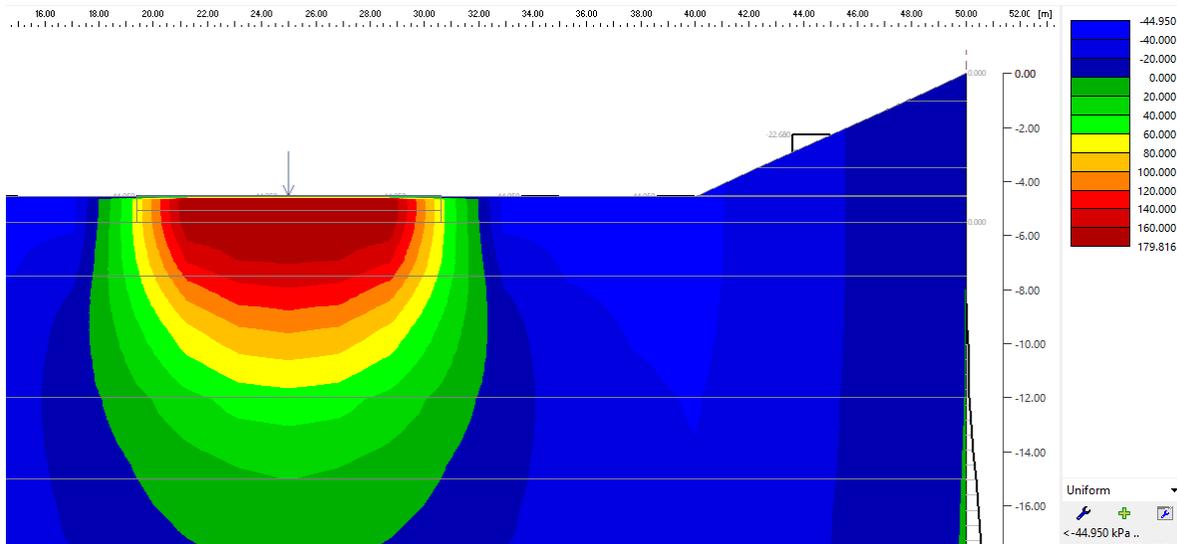
Zapata directamente sobre el suelo (Estado 3)



Zapata sobre Ciclópeo (2.50m) (Estado 6)



Zapata sobre Ciclópeo (2.50m) más Pedraplén (0.50m) (Estado 8)



		Asentamientos						
Elemento	Metodología	ZAPATA DIRECTAMENTE SOBRE EL SUELO	ZAPATA SOBRE CICLÓPEO (2.50m)	ZAPATA SOBRE CICLÓPEO (2.50m) + PEDRAPLEN (0.50m)	ZAPATA SOBRE CICLÓPEO (2.50m) + PEDRAPLEN (1.00m)	ZAPATA SOBRE CICLÓPEO (2.50m) + PEDRAPLEN (1.50m)	ZAPATA SOBRE CICLÓPEO (2.50m) + PEDRAPLEN (2.00m)	ZAPATA SOBRE CICLÓPEO (2.50m) + PEDRAPLEN (2.50m)
ESTRIBO 1	ELÁSTICA (YOUNG)	101 mm	56 mm	50 mm				
	AASHTO (HOUGH)		54 mm	50 mm				

El cálculo AASHTO (HOUGH) se presenta más adelante.

6.5.6. Memoria

Se presenta al final del documento.

6.6. Análisis de Asentamientos – Método 2: Cálculo Elástico de Espesores (PILA 1)

6.6.1. Información Geotécnica (Valores N de Rotativa, SPT y Pruebas de Fondo)

Esesor (m)	H (m)	SR-1	SPT-1	PF-1	PF-4	SUCS	N _{CAMPO}
	0.00						
0.50	0.50		11			OL	11
0.50	1.00		42				42
0.50	1.50	23	23				23
0.50	2.00		12				12
0.50	2.50		6				6
0.50	3.00	7	8				7
0.50	3.50		8				8
0.50	4.00		12				12
0.50	4.50	24	14			SM	14
0.50	5.00		37	8	6		6
0.50	5.50		36	80	37		36
0.50	6.00	32	164	50	100		32
0.50	6.50	30	ASUMIDO	PUNTA	PUNTA		30
1.00	7.50	50					50
1.50	9.00	27					27
1.50	10.50	11					11
1.50	12.00	22					22
1.50	13.50	18					18
1.50	15.00	10					10
1.50	16.50	9				CL	9
1.50	18.00	15					15
1.50	19.50	30					30
1.50	21.00	44				SM	44
1.50	22.50	26					26
1.50	24.00	45					45

Espesor	H	SR-1	SPT-1	PF-1	PF-4	SUCS	N _{CAMPO}
(m)	(m)						
1.50	24.00	45					45
1.50	25.50	23					23
1.50	27.00	25					25
1.50	28.50	30					30
1.50	30.00	9					9
1.50	31.50	23					23
1.50	33.00	18				ML	18

Se destacan varios puntos:

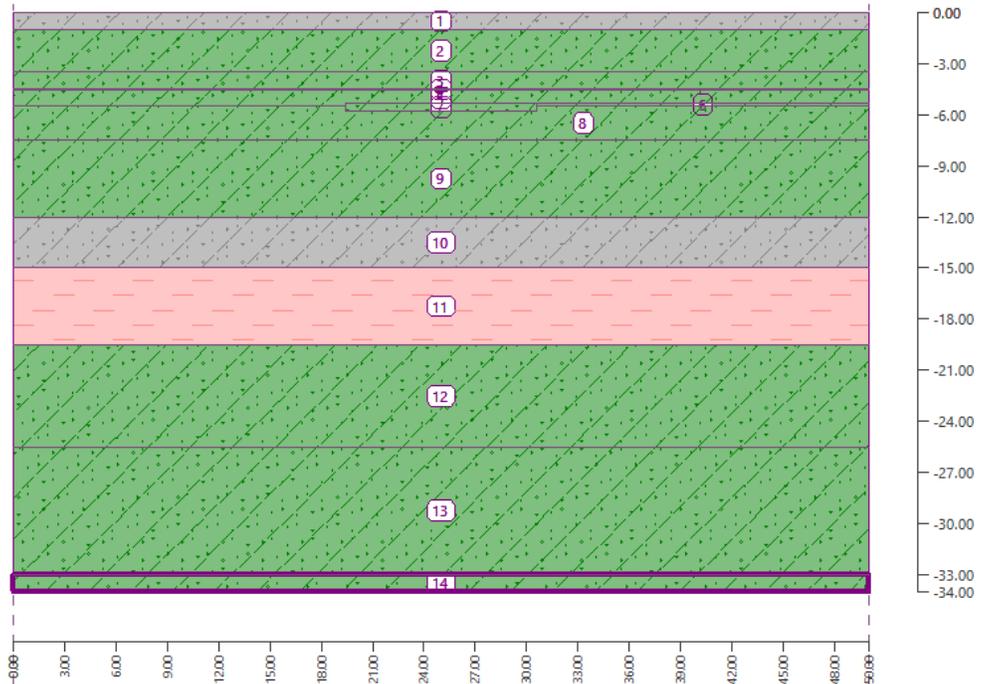
- ⊕ A una profundidad de 6.00m todos los sondeos dieron N mayores a 50, a excepción de uno que arrojó un valor de 32; a pesar de esto, se han calculado los asentamientos con este valor bajo.
- ⊕ Conservadoramente, para el perfil geotécnico, se adoptó el menor valor N obtenido en los distintos sondeos.
- ⊕ El material predominante abajo de la zapata son las ARENAS LIMOSAS.

6.6.2. Corrección del Valor N_{CAMPO} y obtención de Módulos de Deformación (Es)

Espesor (m)	H (m)	N_{CAMPO}	N_{60} (= N_{CAMPO})	γ (ton/m ³)	γ (MN/m ³)	$\sigma'_v = \gamma H$ (Mpa)	C_N	N_{160}	Es (MPa) AASHTO		Es (MPa) (Schmertmann)	Es (MPa) MODELO GEOTÉCNICO
									(Limos)	(Arenas)		
	0.00											
0.50	0.50	11	11	1.60	0.0157	0.01	1.84	20	8.09	14.16	8.43	17.55
0.50	1.00	42	42	1.60	0.0157	0.02	1.61	68	27.01	47.26	32.17	
0.50	1.50	23	23	1.60	0.0157	0.02	1.47	34	13.54	23.70	17.62	6.11
0.50	2.00	12	12	1.60	0.0157	0.03	1.38	17	6.60	11.56	9.19	
0.50	2.50	6	6	1.60	0.0157	0.04	1.30	8	3.12	5.46	4.60	
0.50	3.00	7	7	1.60	0.0157	0.05	1.24	9	3.47	6.08	5.36	
0.50	3.50	8	8	1.60	0.0157	0.05	1.19	10	3.80	6.66	6.13	
0.50	4.00	12	12	1.60	0.0157	0.06	1.14	14	5.49	9.61	9.19	5.84
0.50	4.50	14	14	1.60	0.0157	0.07	1.10	15	6.19	10.82	10.72	
0.50	5.00	6	6	1.60	0.0157	0.08	1.07	6	2.57	4.49	4.60	15.32
0.50	5.50	36	36	1.60	0.0157	0.09	1.04	37	14.94	26.14	27.58	
0.50	6.00	32	32	1.60	0.0157	0.09	1.01	32	12.91	22.59	24.51	25.29
0.50	6.50	30	30	1.60	0.0157	0.10	0.98	29	11.78	20.61	22.98	
1.00	7.50	50	50	1.60	0.0157	0.12	0.93	47	18.67	32.68	38.30	11.59
1.50	9.00	27	27	1.60	0.0157	0.14	0.87	24	9.43	16.49	20.68	
1.50	10.50	11	11	1.60	0.0157	0.16	0.82	9	3.61	6.32	8.43	7.10
1.50	12.00	22	22	1.60	0.0157	0.19	0.78	17	6.83	11.96	16.85	
1.50	13.50	18	18	1.60	0.0157	0.21	0.74	13	5.31	9.29	13.79	4.54
1.50	15.00	10	10	1.60	0.0157	0.24	0.70	7	2.81	4.91	7.66	
1.50	16.50	9	9	1.60	0.0157	0.26	0.67	6	2.41	4.22	6.89	13.52
1.50	18.00	15	15	1.60	0.0157	0.28	0.64	10	3.85	6.73	11.49	
1.50	19.50	30	30	1.60	0.0157	0.31	0.61	18	7.37	12.90	22.98	7.34
1.50	21.00	44	44	1.60	0.0157	0.33	0.59	26	10.37	18.15	33.70	
1.50	22.50	26	26	1.60	0.0157	0.35	0.57	15	5.89	10.31	19.92	
1.50	24.00	45	45	1.60	0.0157	0.38	0.54	25	9.81	17.16	34.47	
1.50	25.50	23	23	1.60	0.0157	0.40	0.52	12	4.83	8.44	17.62	
1.50	27.00	25	25	1.60	0.0157	0.42	0.51	13	5.05	8.84	19.15	7.34
1.50	28.50	30	30	1.60	0.0157	0.45	0.49	15	5.85	10.23	22.98	
1.50	30.00	9	9	1.60	0.0157	0.47	0.47	4	1.69	2.96	6.89	
1.50	31.50	23	23	1.60	0.0157	0.49	0.45	10	4.17	7.31	17.62	

6.6.3. Modelo Geotécnico

Area	Assigned soil
1	OL (E17.55)
2	OL (E6.11)
3	SM (E5.84)
4	SM (E15.32)
5	SM (E15.32)
6	SM (E15.32)
7	SM (E15.32)
8	SM (E15.32)
9	SM (E11.59)
10	OL (E17.55)
11	CL (E4.54)
12	SM (E13.52)
13	SM (E7.34)
14	SM (E7.34)



Soil parameters

OL (E17.55)

Unit weight : $\gamma = 17.00 \text{ kN/m}^3$
 Deformation modulus : $E_{def} = 17.55 \text{ MPa}$
 Poisson's ratio : $\nu = 0.30$
 Saturated unit weight : $\gamma_{sat} = 18.00 \text{ kN/m}^3$

OL (E6.11)

Unit weight : $\gamma = 17.00 \text{ kN/m}^3$
 Deformation modulus : $E_{def} = 6.11 \text{ MPa}$
 Poisson's ratio : $\nu = 0.30$
 Saturated unit weight : $\gamma_{sat} = 18.00 \text{ kN/m}^3$

SM (E5.84)

Unit weight : $\gamma = 17.00 \text{ kN/m}^3$
 Deformation modulus : $E_{def} = 5.84 \text{ MPa}$
 Poisson's ratio : $\nu = 0.30$
 Saturated unit weight : $\gamma_{sat} = 18.00 \text{ kN/m}^3$

SM (E15.32)

Unit weight : $\gamma = 17.00 \text{ kN/m}^3$
 Deformation modulus : $E_{def} = 15.32 \text{ MPa}$
 Poisson's ratio : $\nu = 0.30$
 Saturated unit weight : $\gamma_{sat} = 18.00 \text{ kN/m}^3$

SM (E19.57)

Unit weight : $\gamma = 17.00 \text{ kN/m}^3$
 Deformation modulus : $E_{def} = 19.57 \text{ MPa}$
 Poisson's ratio : $\nu = 0.30$
 Saturated unit weight : $\gamma_{sat} = 18.00 \text{ kN/m}^3$

SM (E11.59)

Unit weight : $\gamma = 17.00 \text{ kN/m}^3$
 Deformation modulus : $E_{def} = 11.59 \text{ MPa}$
 Poisson's ratio : $\nu = 0.30$
 Saturated unit weight : $\gamma_{sat} = 18.00 \text{ kN/m}^3$

CL (E4.54)

Unit weight : $\gamma = 19.00 \text{ kN/m}^3$
 Deformation modulus : $E_{def} = 4.54 \text{ MPa}$
 Poisson's ratio : $\nu = 0.40$
 Saturated unit weight : $\gamma_{sat} = 21.00 \text{ kN/m}^3$

PEDRAPLEN

Unit weight : $\gamma = 21.00 \text{ kN/m}^3$
 Deformation modulus : $E_{def} = 200.00 \text{ MPa}$
 Poisson's ratio : $\nu = 0.20$
 Saturated unit weight : $\gamma_{sat} = 21.00 \text{ kN/m}^3$

SM (E7.10)

Unit weight : $\gamma = 17.00 \text{ kN/m}^3$
 Deformation modulus : $E_{def} = 7.10 \text{ MPa}$
 Poisson's ratio : $\nu = 0.30$
 Saturated unit weight : $\gamma_{sat} = 18.00 \text{ kN/m}^3$

SM (E13.52)

Unit weight : $\gamma = 17.00 \text{ kN/m}^3$
 Deformation modulus : $E_{def} = 13.52 \text{ MPa}$
 Poisson's ratio : $\nu = 0.30$
 Saturated unit weight : $\gamma_{sat} = 18.00 \text{ kN/m}^3$

SM (E7.34)

Unit weight : $\gamma = 17.00 \text{ kN/m}^3$
 Deformation modulus : $E_{def} = 7.34 \text{ MPa}$
 Poisson's ratio : $\nu = 0.30$
 Saturated unit weight : $\gamma_{sat} = 18.00 \text{ kN/m}^3$

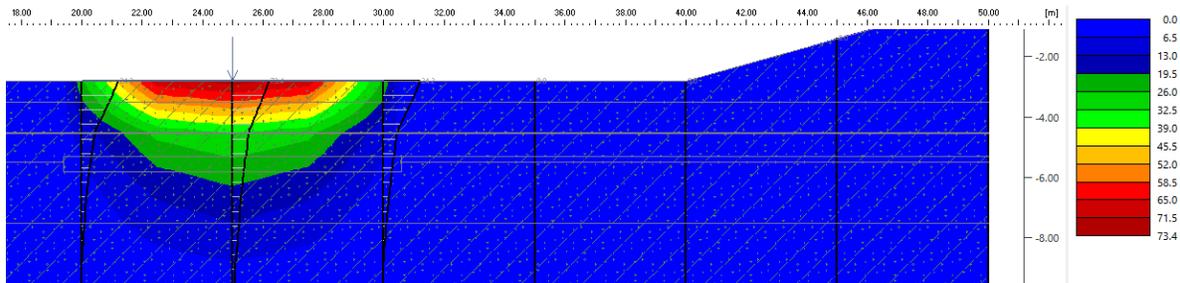
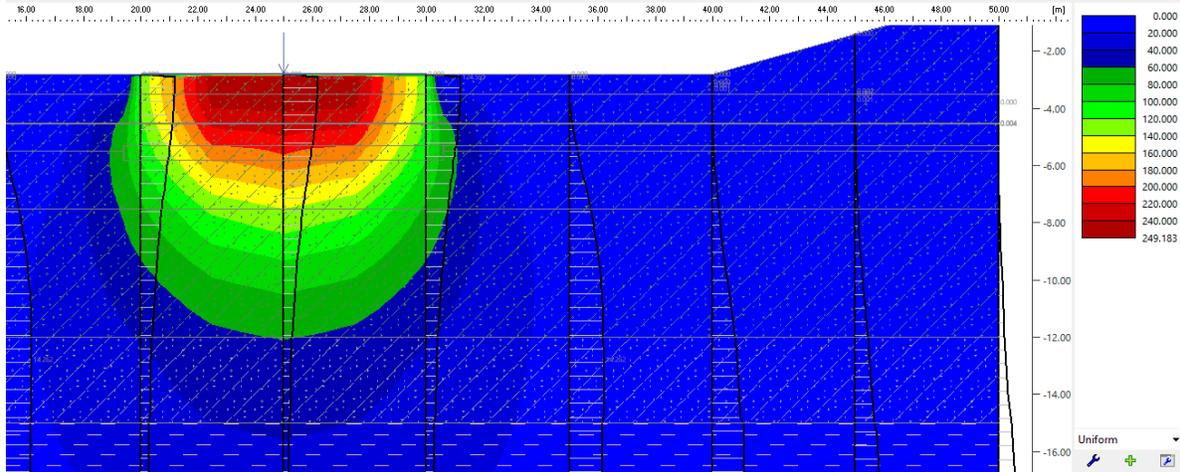
6.6.4. Condiciones de Carga

Se presentan las condiciones (estados) de análisis de asentamientos:

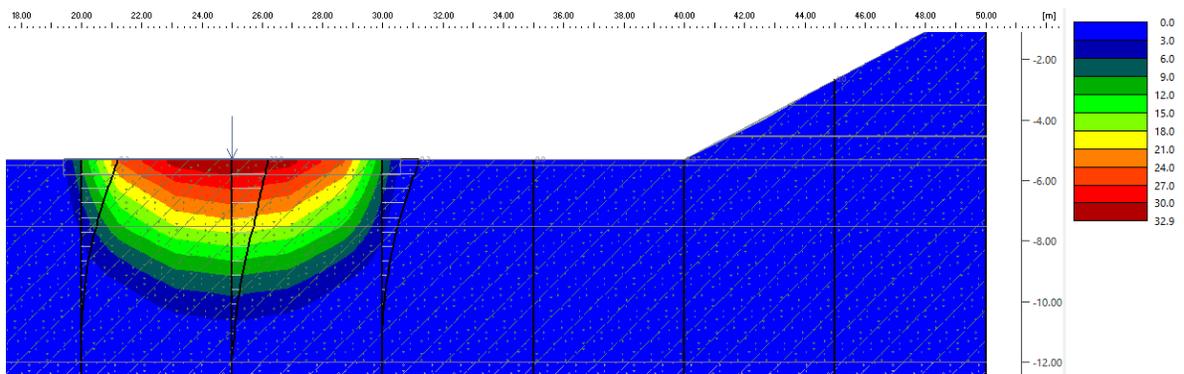
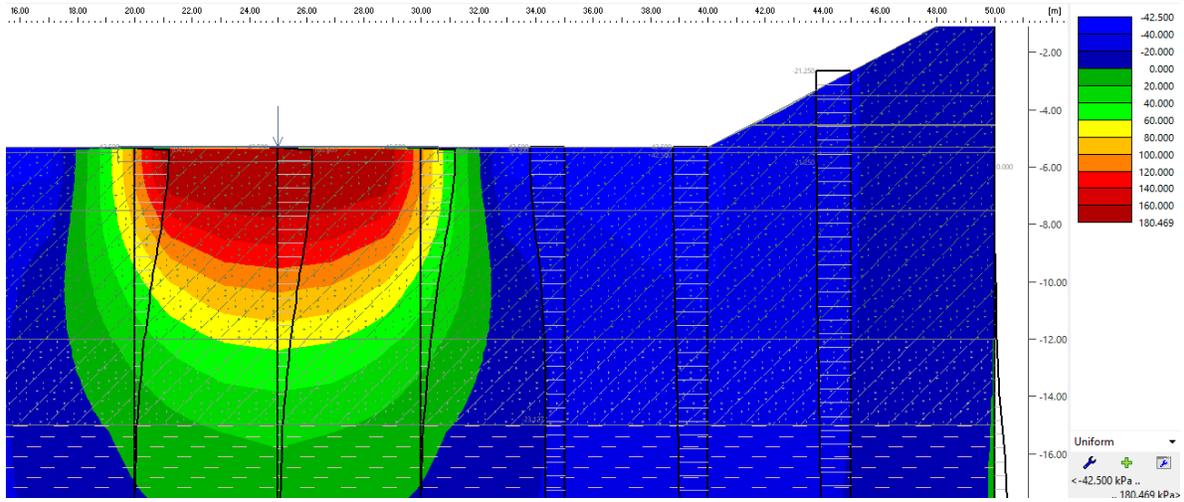
- (1) Condición inicial
- (2) Excavación al nivel de desplante de la zapata
- (3) Análisis de Asentamiento de zapata sobre el suelo**
- (4) Eliminación de sobrecarga (etapa solo de modelado).
- (5) Excavación al nivel de desplante del concreto ciclópeo
- (6) Análisis de Asentamiento de zapata más concreto ciclópeo**
- (7) Eliminación de sobrecarga (etapa solo de modelado).
- (8) Análisis de Asentamiento de zapata más concreto ciclópeo más pedraplén de 0.50 m**

6.6.5. Esfuerzos en la masa de suelo (kPa) y Asentamientos (mm)

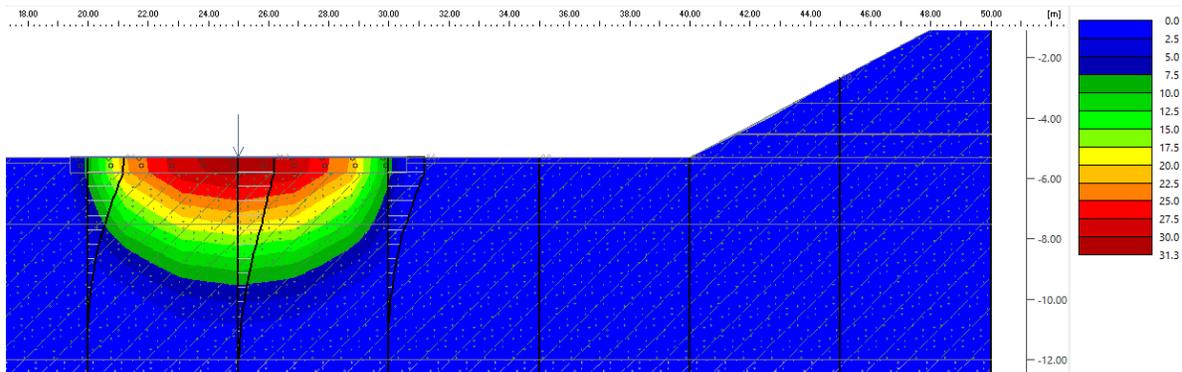
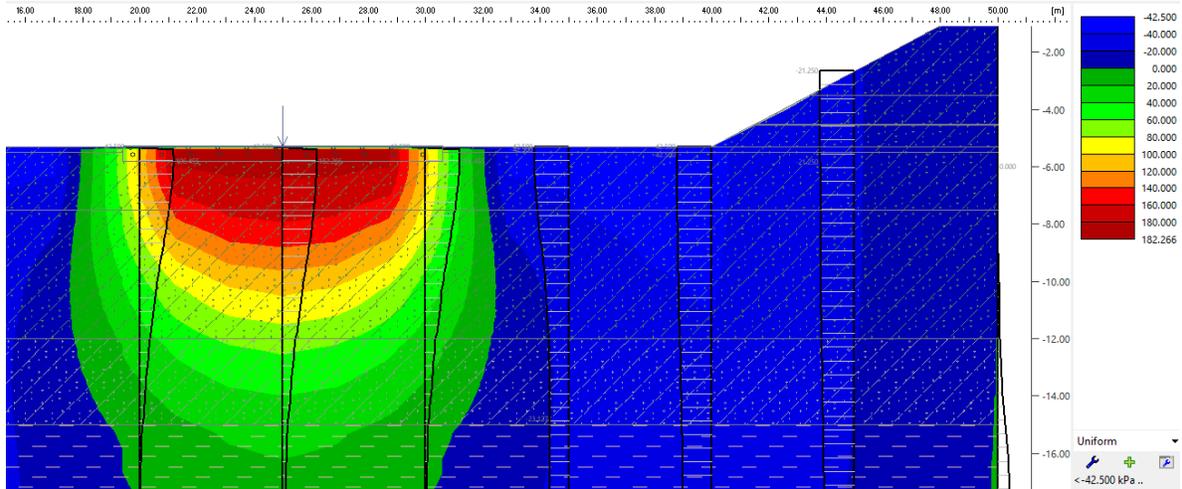
Zapata directamente sobre el suelo (Estado 3)



Zapata sobre Ciclópeo (2.50m) (Estado 6)



Zapata sobre Ciclópeo (2.50m) más Pedraplén (0.50m) (Estado 8)



Resumen

		Asentamientos						
Elemento	Metodología	ZAPATA DIRECTAMENTE SOBRE EL SUELO	ZAPATA SOBRE CICLÓPEO (2.50m)	ZAPATA SOBRE CICLÓPEO (2.50m) + PEDRAPLEN (0.50m)	ZAPATA SOBRE CICLÓPEO (2.50m) + PEDRAPLEN (1.00m)	ZAPATA SOBRE CICLÓPEO (2.50m) + PEDRAPLEN (1.50m)	ZAPATA SOBRE CICLÓPEO (2.50m) + PEDRAPLEN (2.00m)	ZAPATA SOBRE CICLÓPEO (2.50m) + PEDRAPLEN (2.50m)
PILA 1	ELÁSTICA (YOUNG)	73 mm	33 mm	31 mm				
	AASHTO (HOUGH)		46 mm	43 mm				

El cálculo AASHTO (HOUGH) se presenta más adelante.

6.6.6. Memoria

Se presenta al final del documento.

DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE PASO A DESNIVEL EN INTERSECCIÓN ENTRE LAS RUTAS CA04S – LIB04W, CARRETERA AL PUERTO DE LA LIBERTAD, SOBRE REDONDEL ÚTILA, MUNICIPIO DE SANTA TECLA, LA LIBERTAD.

6.7. Análisis de Asentamientos – Método 2: Cálculo Elástico de Espesores (PILA 2)

6.7.1. Información Geotécnica (Valores N de Rotativa, SPT y Pruebas de Fondo)

Espesor (m)	H (m)	SR-1	SPT-1	PF-1	PF-4	SUCS	N _{CAMPO}
	0.00						
0.50	0.50		3			SM	3
0.50	1.00		10			SM	10
0.50	1.50	13	10			SM	10
0.50	2.00		20			SM	20
0.50	2.50		12			SM	12
0.50	3.00	10	9			SM	9
0.50	3.50		10			SM	10
0.50	4.00		17			SM	17
0.50	4.50	9	11			SM	9
0.50	5.00		8			SM	8
0.50	5.50		17			SM	17
0.50	6.00	75	33	38	5	SM	5
0.50	6.50		50	51	3	SM	3
1.00	7.50	90	PUNTA	32	22	SM	22
1.50	9.00	6		46	28	SW-SM	6
1.50	10.50	11			27	SM	11
1.50	12.00	22			15	CL	15
1.50	13.50	28				CL	28
1.50	15.00	25				SM	25
1.50	16.50	38				SM	38
1.50	18.00	34				SM	34

Espesor	H	SR-1	SPT-1	PF-1	PF-4	SUCS	N _{CAMPO}
(m)	(m)						
1.50	19.50	31					31
1.50	21.00	32				SW-SM	32
1.50	22.50	19					19
1.50	24.00	11				MH	11
1.50	25.50	11					11
1.50	27.00	11				ML	11
1.50	28.50	30					30
1.50	30.00	25					25
1.50	31.50	25					25
1.50	33.00	30				MH	30

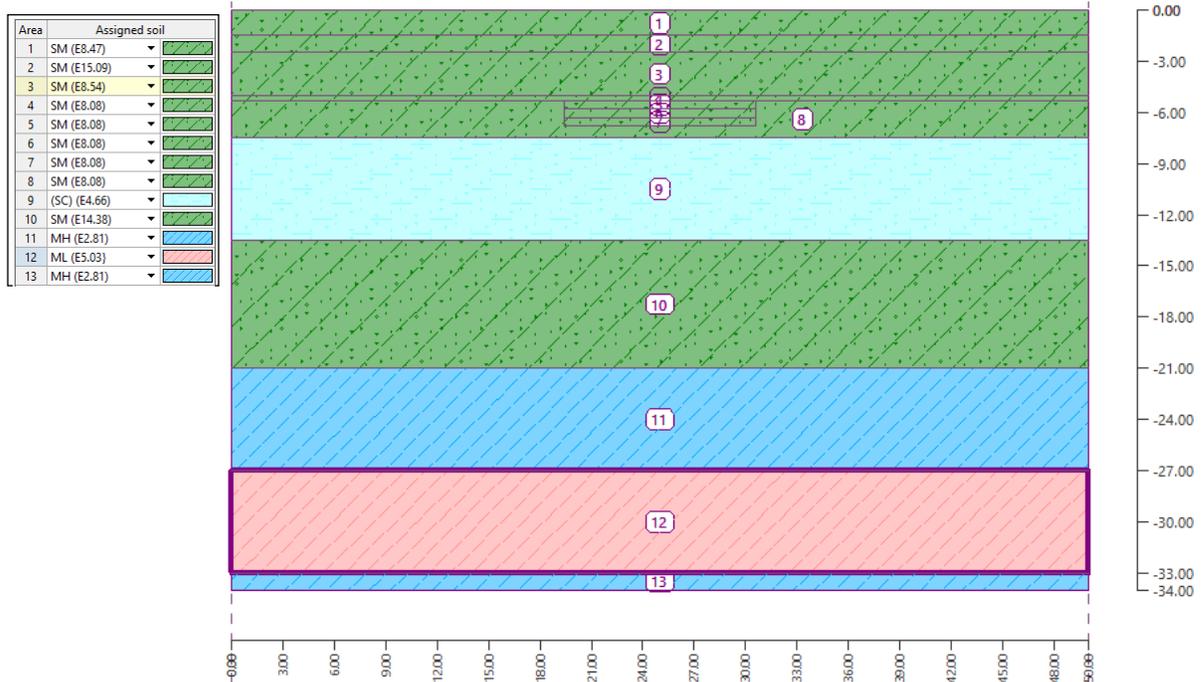
Se destacan varios puntos:

- ⊕ Entre 6.00m y 7.50 m, todos los sondeos arrojan N altos, a excepción de una prueba de fondo donde se obtuvo un metro suelto; a pesar de esto, se han calculado los asentamientos con este valor bajo y se garantizará con un enrocado en toda el área.
- ⊕ Conservadoramente, para el perfil geotécnico, se adoptó el menor valor N obtenido en los distintos sondeos.
- ⊕ El material predominante abajo de la zapata son las ARENAS LIMOSAS.

6.7.2. Corrección del Valor N_{CAMPO} y obtención de Módulos de Deformación (Es)

Espesor (m)	H (m)	SUCS	N_{CAMPO}	N_{60} (= N_{CAMPO})	γ (ton/m ³)	γ (MN/m ³)	$\sigma'_v = \gamma H$ (Mpa)	C_N	N_{160}	Es (MPa) AASHTO		Es (MPa) (Schmertmann)	Es (MPa) MODELO GEOTÉCNICO
										(Limos)	(Arenas)		
0.00													
0.50	0.50	SM	3	3	1.60	0.0157	0.01	1.84	6	2.21	3.86	2.30	8.47
0.50	1.00	SM	10	10	1.60	0.0157	0.02	1.61	16	6.43	11.25	7.66	
0.50	1.50	SM	10	10	1.60	0.0157	0.02	1.47	15	5.89	10.30	7.66	
0.50	2.00	SM	20	20	1.60	0.0157	0.03	1.38	28	11.01	19.26	15.32	15.09
0.50	2.50	SM	12	12	1.60	0.0157	0.04	1.30	16	6.25	10.93	9.19	
0.50	3.00	SM	9	9	1.60	0.0157	0.05	1.24	11	4.46	7.81	6.89	8.54
0.50	3.50	SM	10	10	1.60	0.0157	0.05	1.19	12	4.75	8.32	7.66	
0.50	4.00	SM	17	17	1.60	0.0157	0.06	1.14	19	7.78	13.61	13.02	
0.50	4.50	SM	9	9	1.60	0.0157	0.07	1.10	10	3.98	6.96	6.89	
0.50	5.00	SM	8	8	1.60	0.0157	0.08	1.07	9	3.42	5.99	6.13	
0.50	5.50	SM	17	17	1.60	0.0157	0.09	1.04	18	7.05	12.35	13.02	8.08
0.50	6.00	SM	5	5	1.60	0.0157	0.09	1.01	5	2.02	3.53	3.83	
0.50	6.50	SM	3	3	1.60	0.0157	0.10	0.98	3	1.18	2.06	2.30	
1.00	7.50	SM	22	22	1.60	0.0157	0.12	0.93	21	8.22	14.38	16.85	4.66
1.50	9.00	SW-SM	6	6	1.60	0.0157	0.14	0.87	5	2.09	3.67	4.60	
1.50	10.50	SM	11	11	1.60	0.0157	0.16	0.82	9	3.61	6.32	8.43	
1.50	12.00	CL	15	15	1.60	0.0157	0.19	0.78	12	4.66	8.15	11.49	
1.50	13.50	CL	28	28	1.60	0.0157	0.21	0.74	21	8.26	14.45	21.45	
1.50	15.00	SM	25	25	1.60	0.0157	0.24	0.70	18	7.02	12.28	19.15	14.38
1.50	16.50	SM	38	38	1.60	0.0157	0.26	0.67	25	10.18	17.82	29.11	
1.50	18.00	SM	34	34	1.60	0.0157	0.28	0.64	22	8.72	15.25	26.04	
1.50	19.50	SM	31	31	1.60	0.0157	0.31	0.61	19	7.62	13.33	23.75	
1.50	21.00	SW-SM	32	32	1.60	0.0157	0.33	0.59	19	7.54	13.20	24.51	
1.50	22.50	SM	19	19	1.60	0.0157	0.35	0.57	11	4.30	7.53	14.55	2.81
1.50	24.00	MH	11	11	1.60	0.0157	0.38	0.54	6	2.40	4.19	8.43	
1.50	25.50	MH	11	11	1.60	0.0157	0.40	0.52	6	2.31	4.04	8.43	
1.50	27.00	ML	11	11	1.60	0.0157	0.42	0.51	6	2.22	3.89	8.43	5.03
1.50	28.50	ML	30	30	1.60	0.0157	0.45	0.49	15	5.85	10.23	22.98	
1.50	30.00	ML	25	25	1.60	0.0157	0.47	0.47	12	4.70	8.23	19.15	
1.50	31.50	ML	25	25	1.60	0.0157	0.49	0.45	11	4.54	7.94	19.15	
1.50	33.00	MH	30	30									

6.7.3. Modelo Geotécnico



Soil parameters

SM (E8.47)

Unit weight : $\gamma = 17.00 \text{ kN/m}^3$
 Deformation modulus : $E_{\text{def}} = 8.47 \text{ MPa}$
 Poisson's ratio : $\nu = 0.30$
 Saturated unit weight : $\gamma_{\text{sat}} = 18.00 \text{ kN/m}^3$

SM (E15.09)

Unit weight : $\gamma = 17.00 \text{ kN/m}^3$
 Deformation modulus : $E_{\text{def}} = 15.09 \text{ MPa}$
 Poisson's ratio : $\nu = 0.30$
 Saturated unit weight : $\gamma_{\text{sat}} = 18.00 \text{ kN/m}^3$

SM (E8.54)

Unit weight : $\gamma = 17.00 \text{ kN/m}^3$
 Deformation modulus : $E_{\text{def}} = 8.54 \text{ MPa}$
 Poisson's ratio : $\nu = 0.30$
 Saturated unit weight : $\gamma_{\text{sat}} = 18.00 \text{ kN/m}^3$

SM (E8.08)

Unit weight : $\gamma = 17.00 \text{ kN/m}^3$
 Deformation modulus : $E_{\text{def}} = 8.08 \text{ MPa}$
 Poisson's ratio : $\nu = 0.30$
 Saturated unit weight : $\gamma_{\text{sat}} = 18.00 \text{ kN/m}^3$

(SC) (E4.66)

Unit weight : $\gamma = 18.50 \text{ kN/m}^3$
 Deformation modulus : $E_{\text{def}} = 4.66 \text{ MPa}$
 Poisson's ratio : $\nu = 0.35$
 Saturated unit weight : $\gamma_{\text{sat}} = 18.50 \text{ kN/m}^3$

SM (E14.38)

Unit weight : $\gamma = 17.00 \text{ kN/m}^3$
 Deformation modulus : $E_{\text{def}} = 14.38 \text{ MPa}$
 Poisson's ratio : $\nu = 0.30$
 Saturated unit weight : $\gamma_{\text{sat}} = 18.00 \text{ kN/m}^3$

SM (E13.52)

Unit weight : $\gamma = 17.00 \text{ kN/m}^3$
 Deformation modulus : $E_{\text{def}} = 13.52 \text{ MPa}$
 Poisson's ratio : $\nu = 0.30$
 Saturated unit weight : $\gamma_{\text{sat}} = 18.00 \text{ kN/m}^3$

MH (E2.81)

Unit weight : $\gamma = 21.00 \text{ kN/m}^3$
 Deformation modulus : $E_{\text{def}} = 2.81 \text{ MPa}$
 Poisson's ratio : $\nu = 0.40$
 Saturated unit weight : $\gamma_{\text{sat}} = 21.00 \text{ kN/m}^3$

ML (E5.03)

Unit weight : $\gamma = 18.00 \text{ kN/m}^3$
 Deformation modulus : $E_{\text{def}} = 5.03 \text{ MPa}$
 Poisson's ratio : $\nu = 0.40$
 Saturated unit weight : $\gamma_{\text{sat}} = 20.00 \text{ kN/m}^3$

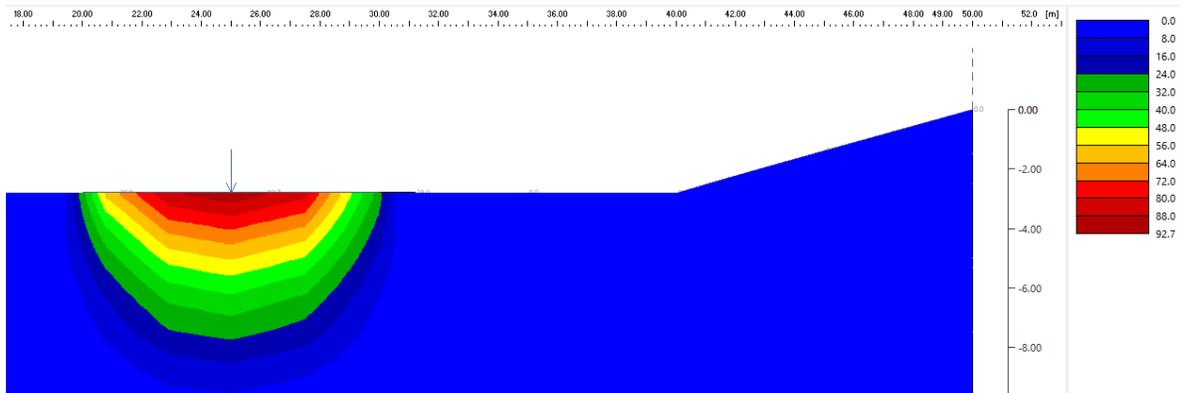
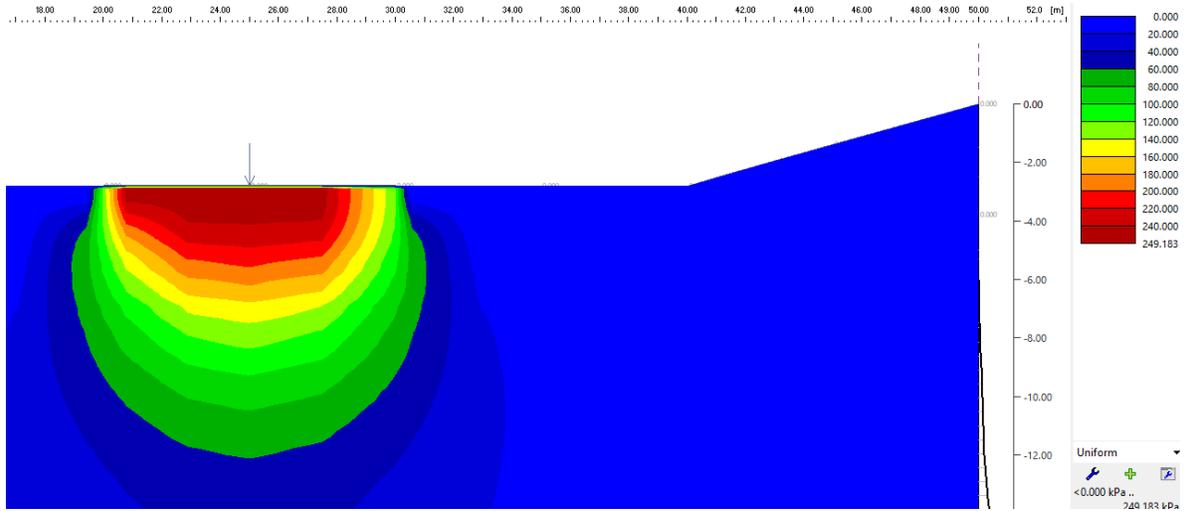
6.7.4. Condiciones de Carga

Se presentan las condiciones (estados) de análisis de asentamientos:

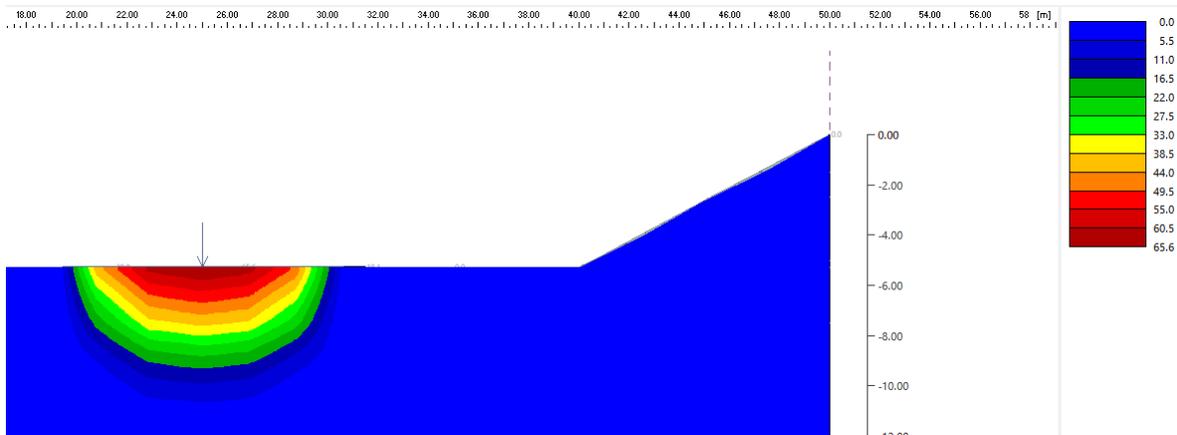
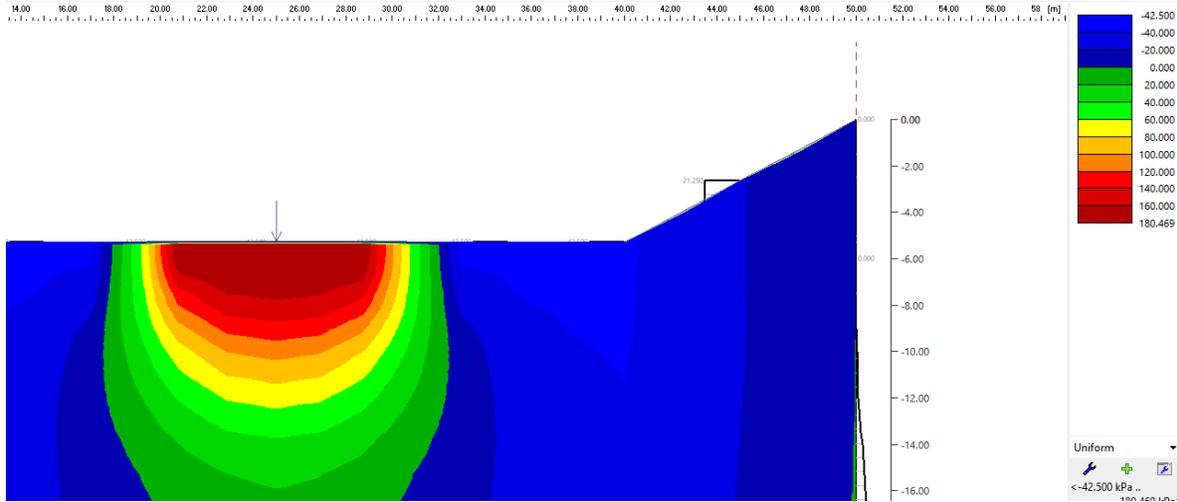
- (1) Condición inicial
- (2) Excavación al nivel de desplante de la zapata
- (3) Análisis de Asentamiento de zapata sobre el suelo**
- (4) Eliminación de sobrecarga (etapa solo de modelado).
- (5) Excavación al nivel de desplante del concreto ciclópeo
- (6) Análisis de Asentamiento de zapata más concreto ciclópeo**
- (7) Eliminación de sobrecarga (etapa solo de modelado).
- (8) Análisis de Asentamiento de zapata más concreto ciclópeo más pedraplén de 0.50 m**
- (9) Análisis de Asentamiento de zapata más concreto ciclópeo más pedraplén de 1.00 m**
- (10) Análisis de Asentamiento de zapata más concreto ciclópeo más pedraplén de 1.50 m**

6.7.5. Esfuerzos en la masa de suelo (kPa) y Asentamientos (mm)

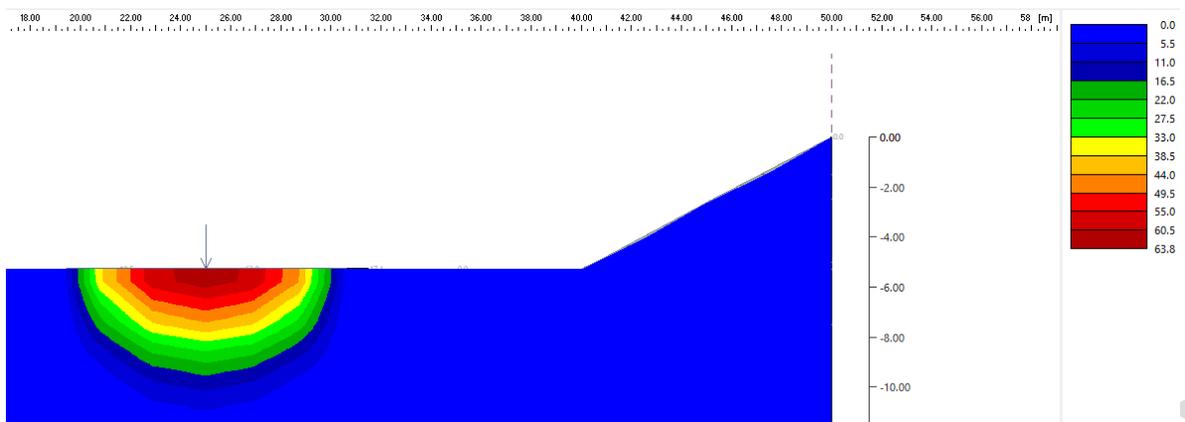
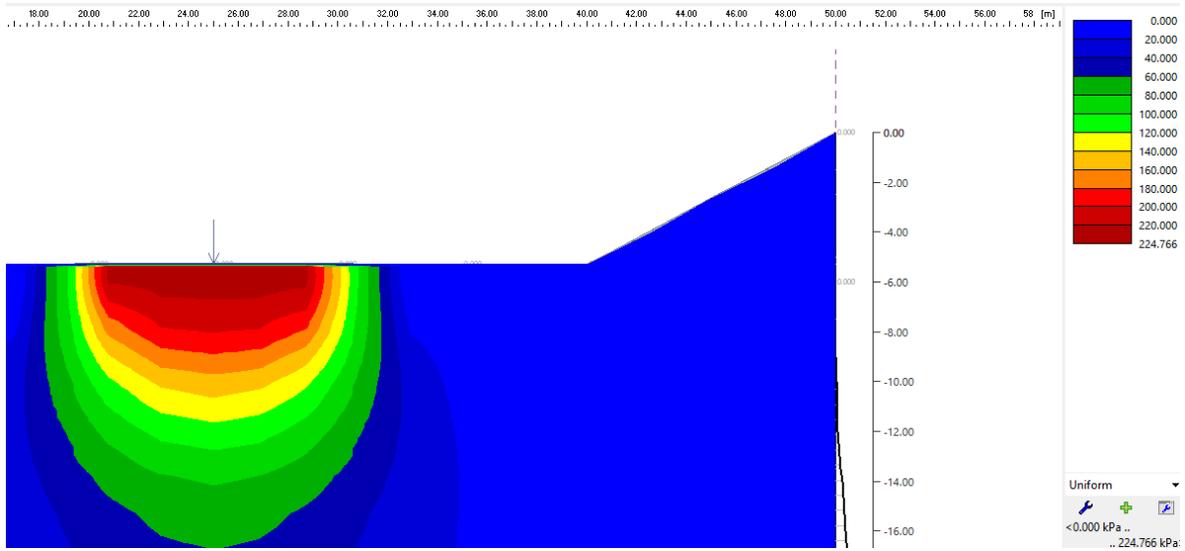
Zapata directamente sobre el suelo (Estado 3)



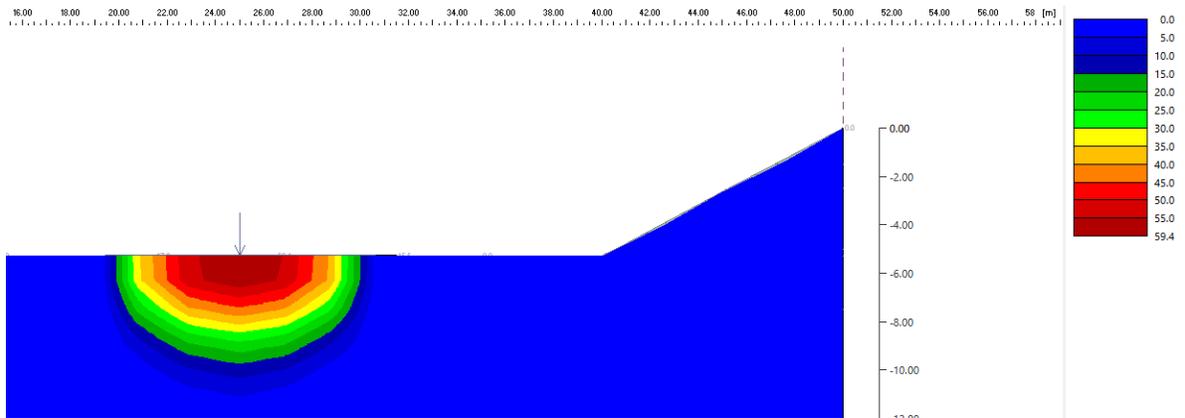
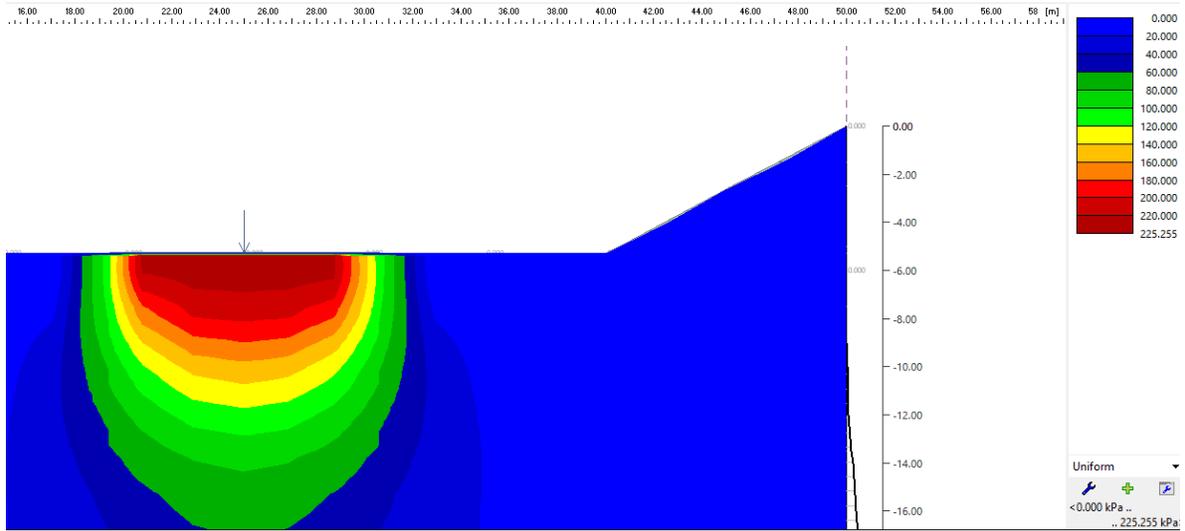
Zapata sobre Ciclópeo (2.50m) (Estado 6)



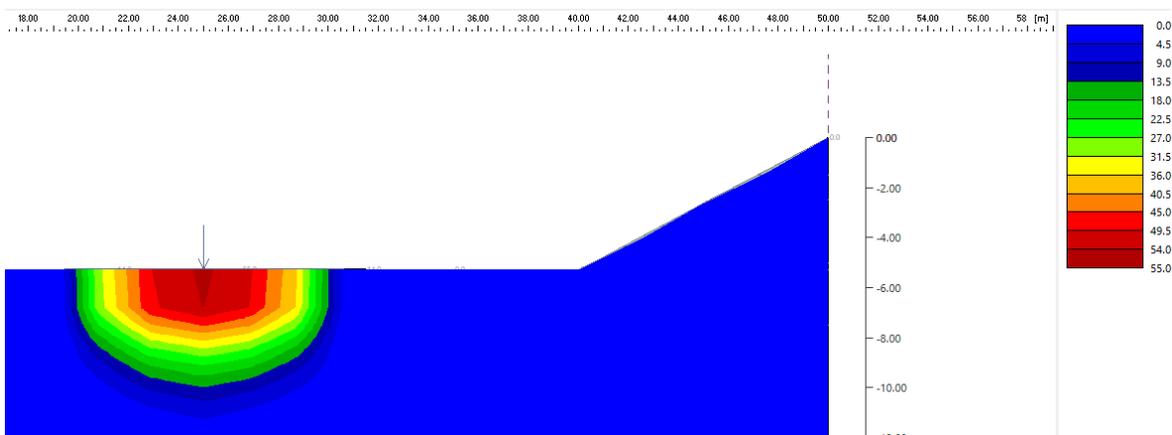
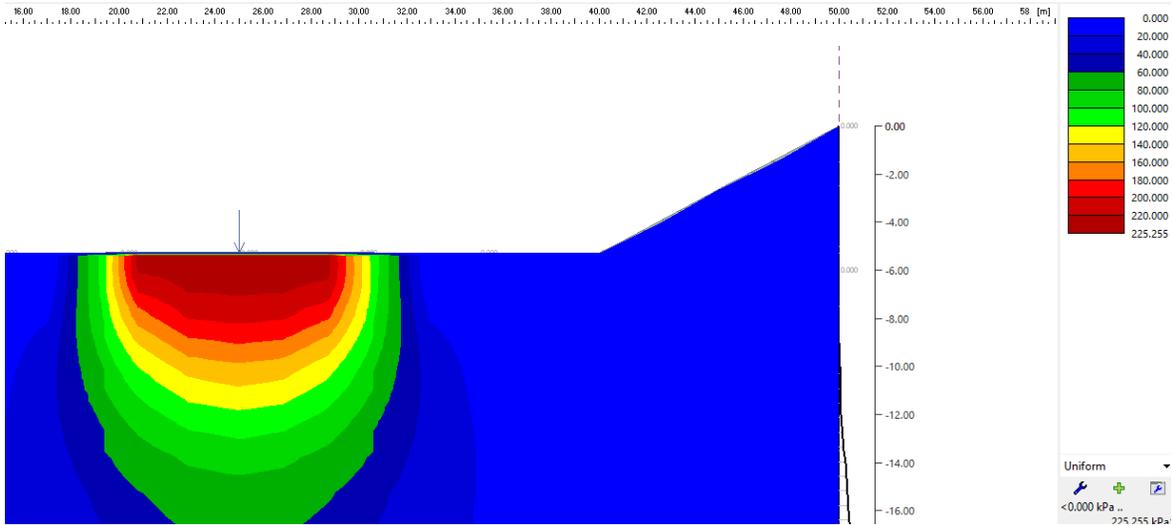
Zapata sobre Ciclópeo (2.50m) más Pedraplén (0.50m) (Estado 8)



Zapata sobre Ciclópeo (2.50m) más Pedraplén (1.00m) (Estado 9)



Zapata sobre Ciclópeo (2.50m) más Pedraplén (1.50m) (Estado 10)



Resumen

Elemento	Metodología	Asentamientos						
		ZAPATA DIRECTAMENTE SOBRE EL SUELO	ZAPATA SOBRE CICLÓPEO (2.50m)	ZAPATA SOBRE CICLÓPEO (2.50m) + PEDRAPLEN (0.50m)	ZAPATA SOBRE CICLÓPEO (2.50m) + PEDRAPLEN (1.00m)	ZAPATA SOBRE CICLÓPEO (2.50m) + PEDRAPLEN (1.50m)	ZAPATA SOBRE CICLÓPEO (2.50m) + PEDRAPLEN (2.00m)	ZAPATA SOBRE CICLÓPEO (2.50m) + PEDRAPLEN (2.50m)
PILA 2	ELÁSTICA (YOUNG)	93 mm	66 mm	64 mm	59 mm	55 mm		
	AASHTO (HOUGH)		66 mm		51 mm	46 mm		

El cálculo AASHTO (HOUGH) se presenta más adelante.

6.7.6. Memoria

Se presenta al final del documento.

6.8. Análisis de Asentamientos – Método 2: Cálculo Elástico de Espesores (ESTRIBO 2)

6.8.1. Información Geotécnica (Valores N de Rotativa, SPT y Pruebas de Fondo)

Espesor (m)	H (m)	SR-1	SPT-1	PF-1	PF-2	PF-3	PF-4	SUCS	N _{CAMPO}
	0.00								
0.50	0.50		30					SM	30
0.50	1.00		29						29
0.50	1.50	13	15						13
0.50	2.00		17						17
0.50	2.50		12						12
0.50	3.00	10	10						10
0.50	3.50		4						4
0.50	4.00		0						0
0.50	4.50	9	13						9
0.50	5.00		23						23
0.50	5.50		37	52	22	75	80		22
0.50	6.00	75	60	30	4	50	50		4
0.50	6.50			5	6	PUNTA	PUNTA		5
0.50	7.00			6	7				6
0.50	7.50	90		21	7				7
0.50	8.00			10	5			SW-SM	5
0.50	8.50			4	6				4
0.50	9.00	6		7	8				6
1.50	10.50	11		12	12			CL	11
1.50	12.00	22		16	47				16
1.50	13.50	28		21	26				21
1.50	15.00	25			PUNTA			SM	25
1.50	16.50	38							38
1.50	18.00	34							34
1.50	19.50	31							31
1.50	21.00	32						SW-SM	32

Esesor (m)	H (m)	SR-1	SPT-1	PF-1	PF-2	PF-3	PF-4	SUCS	N _{CAMPO}
1.50	22.50	19							19
1.50	24.00	11						MH	11
1.50	25.50	11							11
1.50	27.00	11						ML	11
1.50	28.50	30							30
1.50	30.00	25							25
3.00	33.00	30							30
1.00	34.00							MH	

Se destacan varios puntos:

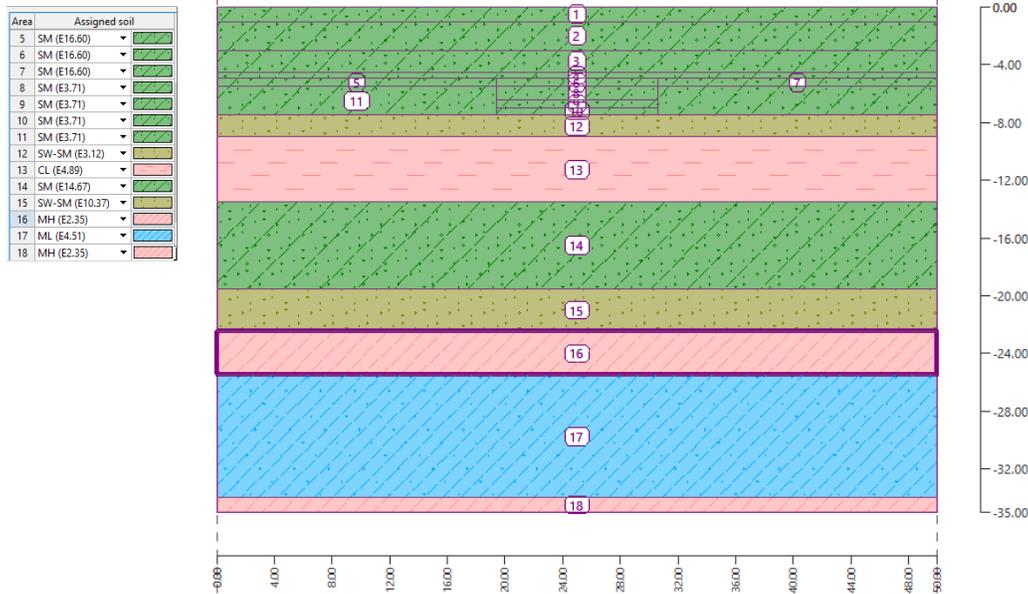
- ⊕ Solo el Sondeo Rotativo arrojó un espesor ARCILLOSO (CL); en los otros sondeos se obtuvieron materiales tipo Arenoso (SM) para este mismo estrato.
- ⊕ Conservadoramente, para el perfil geotécnico, se adoptó el menor valor N obtenido en los distintos sondeos.
- ⊕ El material predominante abajo de la zapata son las ARENAS LIMOSAS.

6.8.2. Corrección del Valor N_{CAMPO} y obtención de Módulos de Deformación (E_s)

Espesor (m)	H (m)	N_{CAMPO}	N_{60} (= N_{CAMPO})	γ (ton/m^3)	γ (MN/m^3)	$\sigma'_v = \gamma H$ (Mpa)	C_N	N_{160}	Es (MPa) AASHTO		Es (MPa) (Schmertmann)	Es (MPa) MODELO GEOTÉCNICO
									(Limos)	(Arenas)		
	0.00											
0.50	0.50	30	30	1.60	0.0157	0.01	1.84	55	22.07	38.63	22.98	35.63
0.50	1.00	29	29	1.60	0.0157	0.02	1.61	47	18.65	32.63	22.21	
0.50	1.50	13	13	1.60	0.0157	0.02	1.47	19	7.65	13.39	9.96	12.34
0.50	2.00	17	17	1.60	0.0157	0.03	1.38	23	9.35	16.37	13.02	
0.50	2.50	12	12	1.60	0.0157	0.04	1.30	16	6.25	10.93	9.19	
0.50	3.00	10	10	1.60	0.0157	0.05	1.24	12	4.96	8.68	7.66	
0.50	3.50	4	4	1.60	0.0157	0.05	1.19	5	1.90	3.33	3.06	3.43
0.50	4.00	0	0	1.60	0.0157	0.06	1.14	0	0.00	0.00	0.00	
0.50	4.50	9	9	1.60	0.0157	0.07	1.10	10	3.98	6.96	6.89	16.60
0.50	5.00	23	23	1.60	0.0157	0.08	1.07	25	9.84	17.22	17.62	
0.50	5.50	22	22	1.60	0.0157	0.09	1.04	23	9.13	15.98	16.85	
0.50	6.00	4	4	1.60	0.0157	0.09	1.01	4	1.61	2.82	3.06	

Espesor (m)	H (m)	N_{CAMPO}	N_{60} (= N_{CAMPO})	γ (ton/m^3)	γ (MN/m^3)	$\sigma'_v = \gamma H$ (Mpa)	C_N	N_{160}	Es (MPa) AASHTO		Es (MPa) (Schmertmann)	Es (MPa) MODELO GEOTÉCNICO
									(Limos)	(Arenas)		
0.50	6.50	5	5	1.60	0.0157	0.10	0.98	5	1.96	3.44	3.83	3.71
0.50	7.00	6	6	1.60	0.0157	0.11	0.96	6	2.30	4.02	4.60	
0.50	7.50	7	7	1.60	0.0157	0.12	0.93	7	2.61	4.58	5.36	3.12
0.50	8.00	5	5	1.60	0.0157	0.13	0.91	5	1.82	3.19	3.83	
0.50	8.50	4	4	1.60	0.0157	0.13	0.89	4	1.43	2.50	3.06	
0.50	9.00	6	6	1.60	0.0157	0.14	0.87	5	2.09	3.67	4.60	
1.50	10.50	11	11	1.60	0.0157	0.16	0.82	9	3.61	6.32	8.43	4.89
1.50	12.00	16	16	1.60	0.0157	0.19	0.78	12	4.87	8.52	12.00	
1.50	13.50	21	21	1.60	0.0157	0.21	0.74	15	6.19	10.84	16.09	14.67
1.50	15.00	25	25	1.60	0.0157	0.24	0.70	18	7.02	12.28	19.15	
1.50	16.50	38	38	1.60	0.0157	0.26	0.67	25	10.18	17.82	29.11	
1.50	18.00	34	34	1.60	0.0157	0.28	0.64	22	8.72	15.25	26.04	
1.50	19.50	31	31	1.60	0.0157	0.31	0.61	19	7.62	13.33	23.75	
1.50	21.00	32	32	1.60	0.0157	0.33	0.59	19	7.54	13.20	24.51	
1.50	22.50	19	19	1.60	0.0157	0.35	0.57	11	4.30	7.53	14.55	10.37
1.50	24.00	11	11	1.60	0.0157	0.38	0.54	6	2.40	4.19	8.43	2.35
1.50	25.50	11	11	1.60	0.0157	0.40	0.52	6	2.31	4.04	8.43	
1.50	27.00	11	11	1.60	0.0157	0.42	0.51	6	2.22	3.89	8.43	4.51
1.50	28.50	30	30	1.60	0.0157	0.45	0.49	15	5.85	10.23	22.98	
1.50	30.00	25	25	1.60	0.0157	0.47	0.47	12	4.70	8.23	19.15	
3.00	33.00	30	30	1.60	0.0157	0.52	0.44	13	5.26	9.20	22.98	
1.00	34.00											

6.8.3. Modelo Geotécnico



Soil parameters

SM (E35.63)

Unit weight : $\gamma = 17.00 \text{ kN/m}^3$
 Deformation modulus : $E_{\text{def}} = 35.63 \text{ MPa}$
 Poisson's ratio : $\nu = 0.30$
 Saturated unit weight : $\gamma_{\text{sat}} = 18.00 \text{ kN/m}^3$

SM (E12.34)

Unit weight : $\gamma = 17.00 \text{ kN/m}^3$
 Deformation modulus : $E_{\text{def}} = 12.34 \text{ MPa}$
 Poisson's ratio : $\nu = 0.30$
 Saturated unit weight : $\gamma_{\text{sat}} = 18.00 \text{ kN/m}^3$

SM (E3.43)

Unit weight : $\gamma = 17.00 \text{ kN/m}^3$
 Deformation modulus : $E_{\text{def}} = 3.43 \text{ MPa}$
 Poisson's ratio : $\nu = 0.30$
 Saturated unit weight : $\gamma_{\text{sat}} = 18.00 \text{ kN/m}^3$

SM (E16.60)

Unit weight : $\gamma = 17.00 \text{ kN/m}^3$
 Deformation modulus : $E_{\text{def}} = 16.60 \text{ MPa}$
 Poisson's ratio : $\nu = 0.30$
 Saturated unit weight : $\gamma_{\text{sat}} = 18.00 \text{ kN/m}^3$

SM (E3.71)

Unit weight : $\gamma = 17.00 \text{ kN/m}^3$
 Deformation modulus : $E_{\text{def}} = 3.71 \text{ MPa}$
 Poisson's ratio : $\nu = 0.30$
 Saturated unit weight : $\gamma_{\text{sat}} = 18.00 \text{ kN/m}^3$

SM (E14.67)

Unit weight : $\gamma = 17.00 \text{ kN/m}^3$
 Deformation modulus : $E_{\text{def}} = 14.67 \text{ MPa}$
 Poisson's ratio : $\nu = 0.30$
 Saturated unit weight : $\gamma_{\text{sat}} = 18.00 \text{ kN/m}^3$

SW-SM (E3.12)

Unit weight : $\gamma = 17.50 \text{ kN/m}^3$
 Deformation modulus : $E_{\text{def}} = 3.12 \text{ MPa}$
 Poisson's ratio : $\nu = 0.28$
 Saturated unit weight : $\gamma_{\text{sat}} = 19.00 \text{ kN/m}^3$

SW-SM (E10.37)

Unit weight : $\gamma = 17.50 \text{ kN/m}^3$
 Deformation modulus : $E_{\text{def}} = 10.37 \text{ MPa}$
 Poisson's ratio : $\nu = 0.28$
 Saturated unit weight : $\gamma_{\text{sat}} = 19.00 \text{ kN/m}^3$

CL (E4.89)

Unit weight : $\gamma = 19.00 \text{ kN/m}^3$
 Deformation modulus : $E_{\text{def}} = 4.89 \text{ MPa}$
 Poisson's ratio : $\nu = 0.40$
 Saturated unit weight : $\gamma_{\text{sat}} = 21.00 \text{ kN/m}^3$

MH (E2.35)

Unit weight : $\gamma = 18.50 \text{ kN/m}^3$
 Deformation modulus : $E_{\text{def}} = 2.35 \text{ MPa}$
 Poisson's ratio : $\nu = 0.40$
 Saturated unit weight : $\gamma_{\text{sat}} = 21.00 \text{ kN/m}^3$

ML (E4.51)

Unit weight : $\gamma = 18.00 \text{ kN/m}^3$
 Deformation modulus : $E_{\text{def}} = 4.51 \text{ MPa}$
 Poisson's ratio : $\nu = 0.40$
 Saturated unit weight : $\gamma_{\text{sat}} = 20.00 \text{ kN/m}^3$

PEDRAPLEN

Unit weight : $\gamma = 21.00 \text{ kN/m}^3$
 Deformation modulus : $E_{\text{def}} = 200.00 \text{ MPa}$
 Poisson's ratio : $\nu = 0.20$
 Saturated unit weight : $\gamma_{\text{sat}} = 21.00 \text{ kN/m}^3$

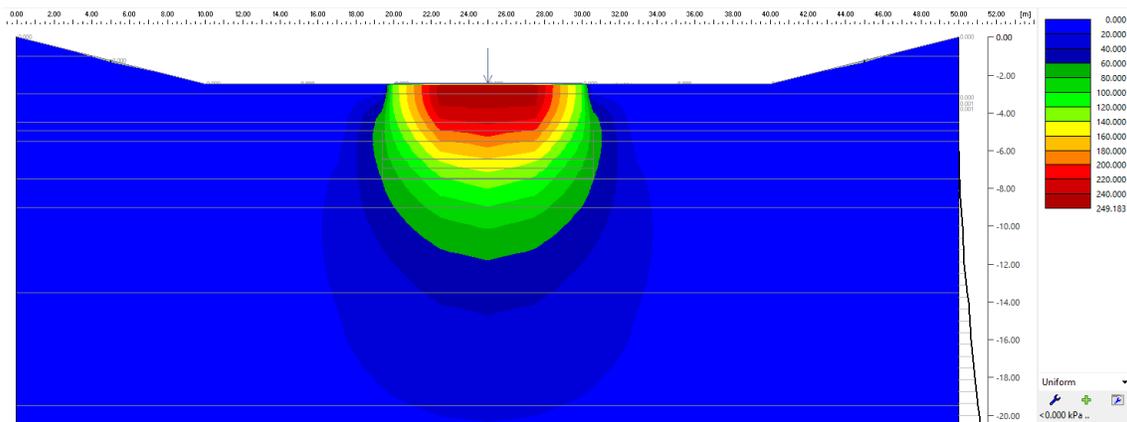
6.8.4. Condiciones de Carga

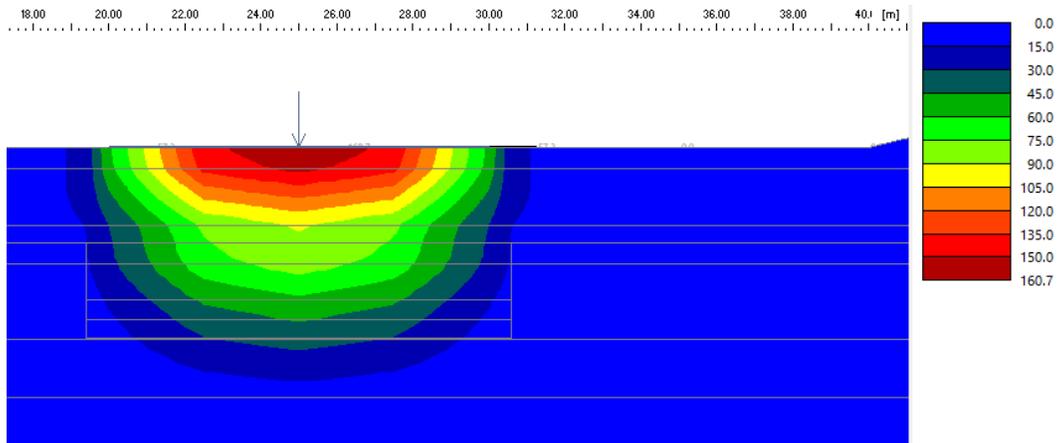
Se presentan las condiciones (estados) de análisis de asentamientos:

- (1) Condición inicial
- (2) Excavación al nivel de desplante de la zapata
- (3) Análisis de Asentamiento de zapata sobre el suelo**
- (4) Eliminación de sobrecarga (etapa solo de modelado).
- (5) Excavación al nivel de desplante del concreto ciclópeo
- (6) Análisis de Asentamiento de zapata más concreto ciclópeo**
- (7) Eliminación de sobrecarga (etapa solo de modelado).
- (8) Análisis de Asentamiento de zapata más concreto ciclópeo más pedraplén de 1.50 m**
- (9) Análisis de Asentamiento de zapata más concreto ciclópeo más pedraplén de 2.00 m**
- (10) Análisis de Asentamiento de zapata más concreto ciclópeo más pedraplén de 2.50 m**

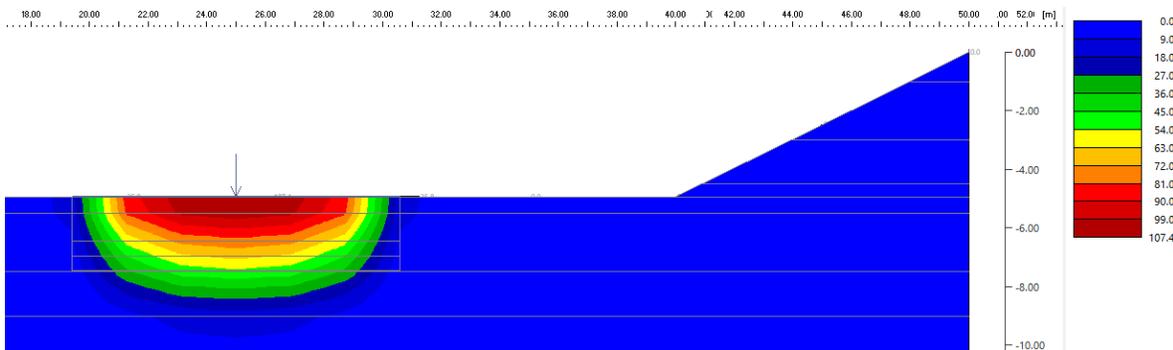
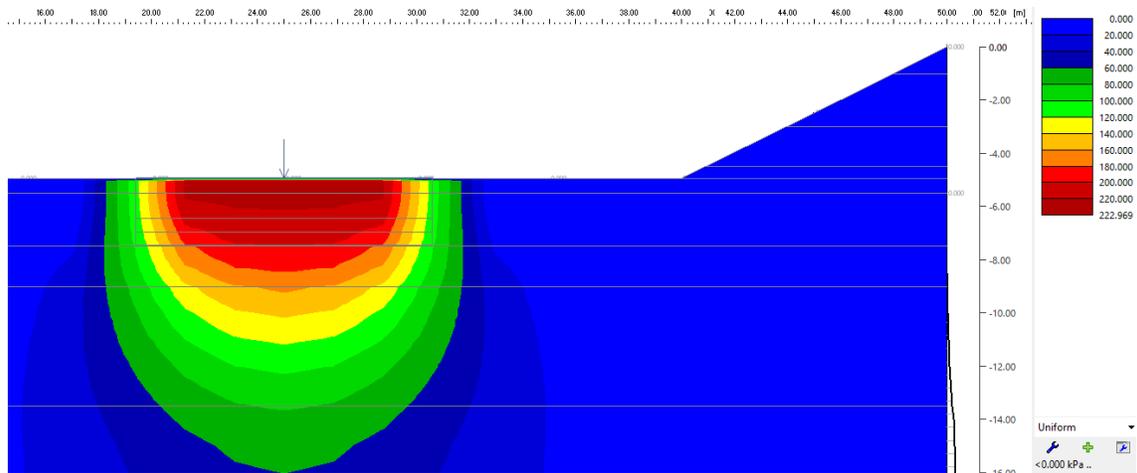
6.8.5. Esfuerzos en la masa de suelo (kPa) y Asentamientos (mm)

Zapata directamente sobre el suelo (Estado 3)

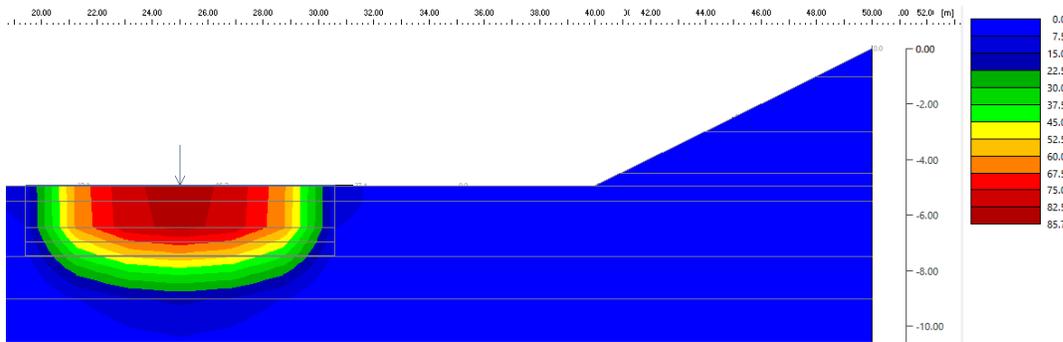
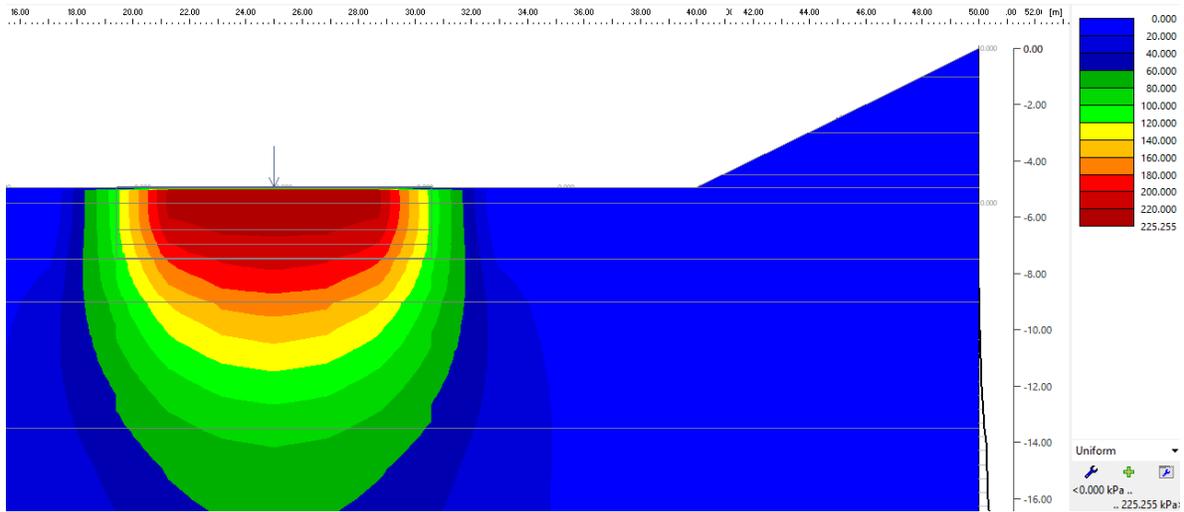




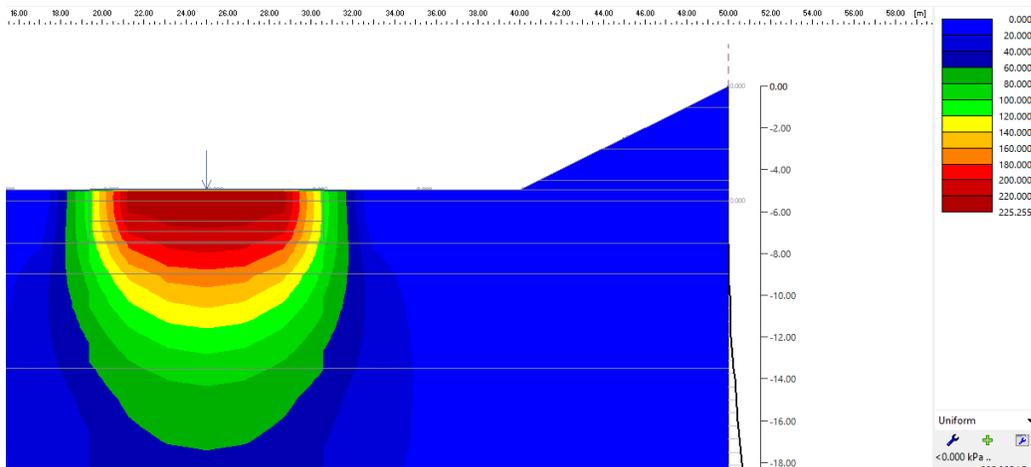
Zapata sobre Ciclópeo (2.50m) (Estado 6)

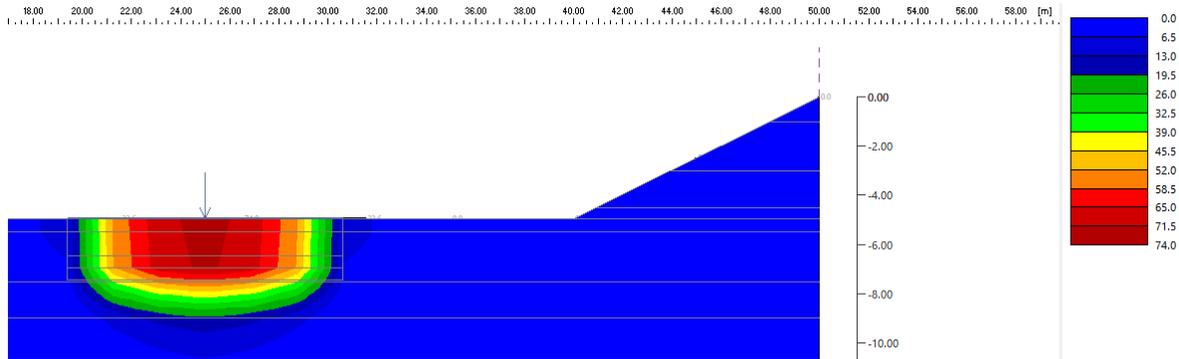


Zapata sobre Ciclópeo (2.50m) más Pedraplén (1.50m) (Estado 8)

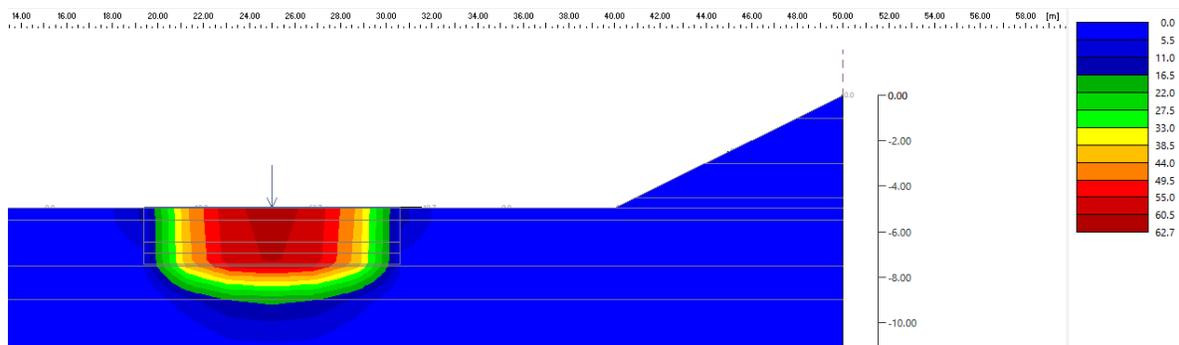
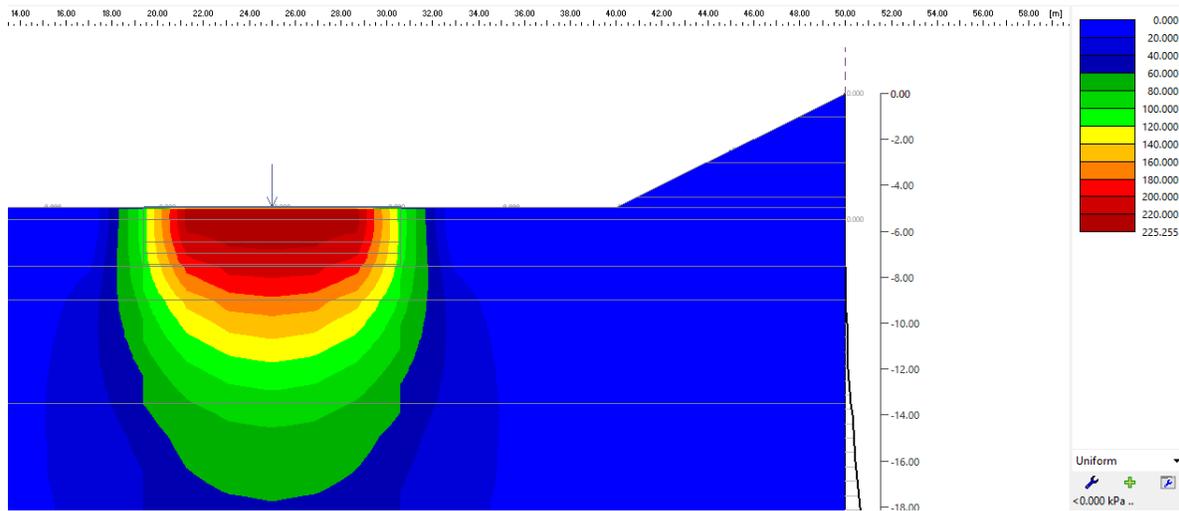


Zapata sobre Ciclópeo (2.50m) más Pedraplén (2.00m) (Estado 9)





Zapata sobre Ciclópeo (2.50m) más Pedraplén (2.50m) (Estado 10)



		Asentamientos						
Elemento	Métodología	ZAPATA DIRECTAMENTE SOBRE EL SUELO	ZAPATA SOBRE CICLÓPEO (2.50m)	ZAPATA SOBRE CICLÓPEO (2.50m) + PEDRAPLEN (0.50m)	ZAPATA SOBRE CICLÓPEO (2.50m) + PEDRAPLEN (1.00m)	ZAPATA SOBRE CICLÓPEO (2.50m) + PEDRAPLEN (1.50m)	ZAPATA SOBRE CICLÓPEO (2.50m) + PEDRAPLEN (2.00m)	ZAPATA SOBRE CICLÓPEO (2.50m) + PEDRAPLEN (2.50m)
ESTRIBO 2	ELÁSTICA (YOUNG)	161 mm	107 mm			86 mm	74 mm	63 mm
	AASHTO (HOUGH)		100 mm				74 mm	68 mm

El cálculo AASHTO (HOUGH) se presenta más adelante.

6.8.6. Memoria

Se presenta al final del documento.

6.9. Análisis de Asentamientos – Método 3: AASHTO Hough (ESTRIBO 1)

El número de golpes del *SPT* debe corregirse por presión de sobrecarga como se especifica en el artículo 10.4.6.2.4 antes de correlacionarlo con el índice de capacidad de carga, C' .

$$S_e = \sum_{i=1}^n \Delta H_i \quad (10.6.2.4.2-2)$$

n la cual

$$\Delta H_i = H_c \frac{1}{C'} \log \left(\frac{\sigma'_o + \Delta \sigma_v}{\sigma'_o} \right) \quad (10.6.2.4.2-3)$$

donde:

- n = número de estratos de suelo dentro de la zona de influencia de esfuerzos de la zapata
- H_c = altura inicial del estrato i (mm)
- C' = índice de capacidad de carga, Figura 10.6.2.4.2-1 (adim)
- ΔH_i = asentamiento elástico del estrato i (mm)

En la Figura 10.5.2.4.2-1, N' se toma como N_{160} , es decir, el número de golpes N , (golpes/300 mm), corregido por presión de sobrecarga tal como se especifica en el artículo 10.4.6.2.4.

- σ'_o = esfuerzo vertical efectivo inicial en el punto medio del estrato i (MPa)
- $\Delta \sigma_v$ = incremento del esfuerzo vertical en el punto medio del estrato i (MPa)

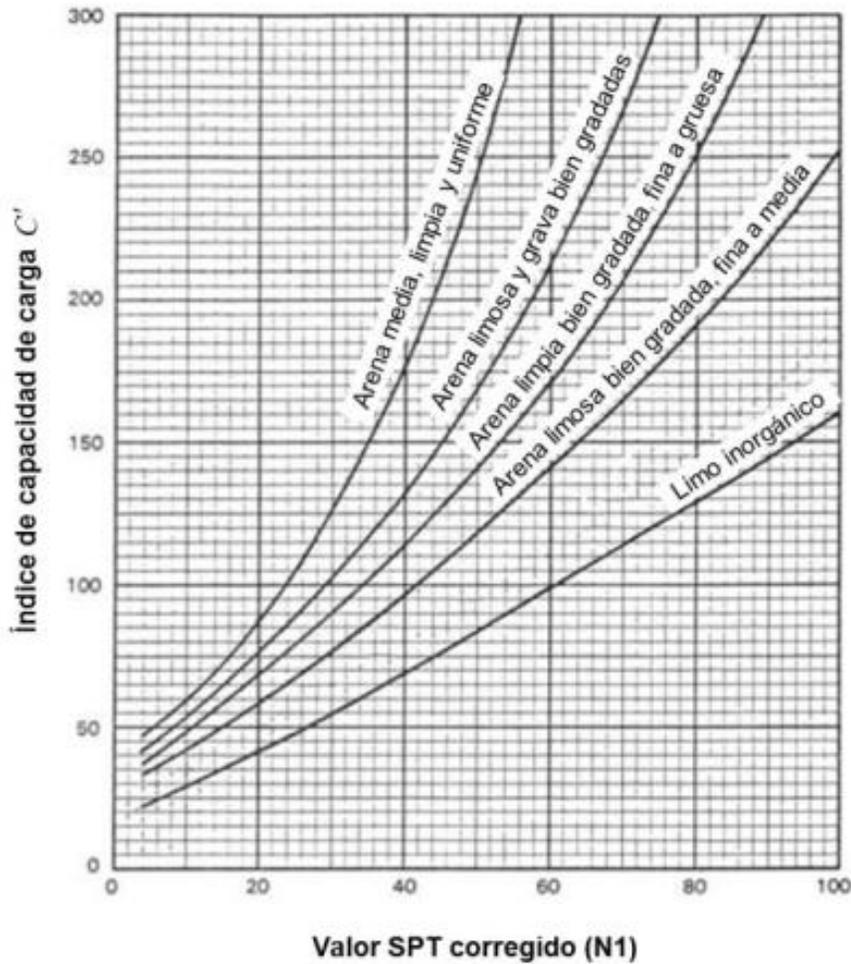
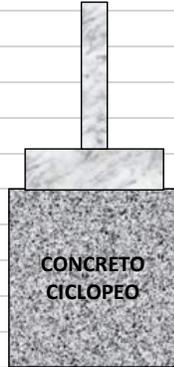


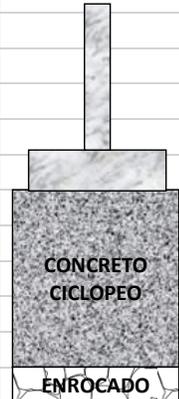
Figura 10.6.2.4.2-1 — Índice de capacidad de carga vs. SPT corregido (modificado a partir de Cheney and Chassie de 2000, después de Hough, 1959)

6.9.1. Condición 1 – Sin Pedraplén

Esesor (m)	H (m)	N _{CAMPO}	γ (ton/m ³)		Hc (mm)	σ' _o = γH (Mpa)	Δσ' _v (Mpa)			C' (-)	ΔHi (mm)
	0.00										
0.50	0.50	18	1.60								
0.50	1.00	26	1.60								
0.50	1.50	7	1.60								
0.50	2.00	6	1.60								
0.50	2.50	6	1.60								
0.50	3.00	9	1.60								
0.50	3.50	5	1.60								
0.50	4.00	15	1.60								
0.50	4.50	20	1.60								
0.50	5.00	8	1.60		500.00	0.07	0.22	3.95	0.60	37.11	8.04
0.50	5.50	7	1.60		500.00	0.08	0.20	3.43	0.54	35.12	7.62
0.50	6.00	40	1.60		500.00	0.09	0.18	3.00	0.48	95.02	2.51
0.50	6.50	50	1.60		500.00	0.10	0.16	2.63	0.42	113.96	1.84
1.00	7.50	50	1.60		1,000.00	0.11	0.14	2.27	0.36	108.65	3.28
1.50	9.00	9	1.60		1,500.00	0.13	0.12	1.93	0.28	36.03	11.86
1.50	10.50	10	1.60		1,500.00	0.15	0.10	1.65	0.22	36.58	8.96
1.50	12.00	13	1.60		1,500.00	0.18	0.08	1.45	0.16	39.52	6.16
1.50	13.50	31	1.60		1,500.00	0.20	0.04	1.20	0.08	61.04	1.95
1.50	15.00	24	1.60		1,500.00	0.22	0.02	1.09	0.04	50.57	1.10
1.50	16.50	18	1.60		1,500.00	0.25	0.01	1.04	0.02	42.66	0.61
1.50	18.00	17	1.60		1,500.00	0.27	0.00	1.00	0.00	40.79	0.00
1.50	19.50	19	1.60		1,500.00	0.29	0.00	1.00	0.00	42.03	0.00
1.50	21.00	50	1.60		1,500.00	0.32	0.00	1.00	0.00	73.29	0.00
1.50	22.50	31	1.60		1,500.00	0.34	0.00	1.00	0.00	51.77	0.00
1.50	24.00	50	1.60		1,500.00	0.36	0.00	1.00	0.00	69.07	0.00
1.50	25.50	33	1.60		1,500.00	0.39	0.00	1.00	0.00	51.35	0.00
1.50	27.00	27	1.60		1,500.00	0.41	0.00	1.00	0.00	45.23	0.00
1.50	28.50	47	1.60		1,500.00	0.44	0.00	1.00	0.00	61.13	0.00
1.50	30.00	33	1.60		1,500.00	0.46	0.00	1.00	0.00	48.33	0.00
1.50	31.50	28	1.60		1,500.00	0.48	0.00	1.00	0.00	43.70	0.00
1.50	33.00	13									53.93

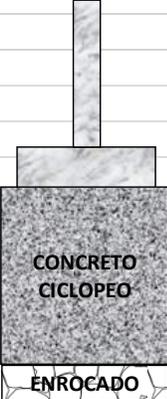


6.9.2. Condición 2 – Con Pedraplén (0.50m)

Espeor (m)	H (m)	N _{CAMPO}	γ (ton/m ³)		Hc (mm)	σ' _o = γH (Mpa)	Δσ' _v (Mpa)	$\left(\frac{\sigma'_o + \Delta\sigma_v}{\sigma'_o}\right)$	$\log\left(\frac{\sigma'_o + \Delta\sigma_v}{\sigma'_o}\right)$	C' (-)	ΔHi (mm)
	0.00										
0.50	0.50	18	1.60								
0.50	1.00	26	1.60								
0.50	1.50	7	1.60								
0.50	2.00	6	1.60								
0.50	2.50	6	1.60								
0.50	3.00	9	1.60								
0.50	3.50	5	1.60								
0.50	4.00	15	1.60								
0.50	4.50	20	1.60								
0.50	5.00	8	1.60		500.00	0.07	0.22	3.95	0.60	300.00	0.99
0.50	5.50	7	1.60		500.00	0.08	0.20	3.43	0.54	24.46	10.94
0.50	6.00	40	1.60		500.00	0.09	0.18	3.00	0.48	95.02	2.51
0.50	6.50	50	1.60		500.00	0.10	0.16	2.63	0.42	113.96	1.84
1.00	7.50	50	1.60		1,000.00	0.11	0.14	2.27	0.36	108.65	3.28
1.50	9.00	9	1.60		1,500.00	0.13	0.12	1.93	0.28	36.03	11.86
1.50	10.50	10	1.60		1,500.00	0.15	0.10	1.65	0.22	36.58	8.96
1.50	12.00	13	1.60		1,500.00	0.18	0.08	1.45	0.16	39.52	6.16
1.50	13.50	31	1.60		1,500.00	0.20	0.04	1.20	0.08	61.04	1.95
1.50	15.00	24	1.60		1,500.00	0.22	0.02	1.09	0.04	50.57	1.10
1.50	16.50	18	1.60		1,500.00	0.25	0.01	1.04	0.02	42.66	0.61
1.50	18.00	17	1.60		1,500.00	0.27	0.00	1.00	0.00	40.79	0.00
1.50	19.50	19	1.60		1,500.00	0.29	0.00	1.00	0.00	42.03	0.00
1.50	21.00	50	1.60		1,500.00	0.32	0.00	1.00	0.00	73.29	0.00
1.50	22.50	31	1.60		1,500.00	0.34	0.00	1.00	0.00	51.77	0.00
1.50	24.00	50	1.60		1,500.00	0.36	0.00	1.00	0.00	69.07	0.00
1.50	25.50	33	1.60		1,500.00	0.39	0.00	1.00	0.00	51.35	0.00
1.50	27.00	27	1.60		1,500.00	0.41	0.00	1.00	0.00	45.23	0.00
1.50	28.50	47	1.60		1,500.00	0.44	0.00	1.00	0.00	61.13	0.00
1.50	30.00	33	1.60		1,500.00	0.46	0.00	1.00	0.00	48.33	0.00
1.50	31.50	28	1.60		1,500.00	0.48	0.00	1.00	0.00	43.70	0.00
1.50	33.00	13									50.20

6.10. Análisis de Asentamientos – Método 3: AASHTO Hough (PILA 1)

6.10.1. Condición 1 – Sin Pedraplén

Espeor (m)	H (m)	N _{CAMPO}	γ (ton/m ³)		Hc (mm)	σ' _o = γH (Mpa)	Δσ' _v (Mpa)	$\left(\frac{\sigma'_o + \Delta\sigma'_z}{\sigma'_o}\right)$	$\log\left(\frac{\sigma'_o + \Delta\sigma'_v}{\sigma'_o}\right)$	C' (-)	ΔHi (mm)
	0.00										
0.50	0.50	11	1.60								
0.50	1.00	42	1.60								
0.50	1.50	23	1.60								
0.50	2.00	12	1.60								
0.50	2.50	6	1.60								
0.50	3.00	7	1.60								
0.50	3.50	8	1.60								
0.50	4.00	12	1.60								
0.50	4.50	14	1.60								
0.50	5.00	6	1.60								
0.50	5.50	36	1.60								
0.50	6.00	32	1.60		500.00	0.09	0.22	3.44	0.54	78.69	3.41
0.50	6.50	30	1.60		500.00	0.10	0.19	2.94	0.47	73.25	3.19
1.00	7.50	50	1.60		1,000.00	0.11	0.16	2.46	0.39	108.65	3.59
1.50	9.00	27	1.60		1,500.00	0.13	0.13	2.00	0.30	62.32	7.27
1.50	10.50	11	1.60		1,500.00	0.15	0.10	1.65	0.22	37.86	8.66
1.50	12.00	22	1.60		1,500.00	0.18	0.09	1.51	0.18	50.97	5.27
1.50	13.50	18	1.60		1,500.00	0.20	0.08	1.40	0.15	44.62	4.91
1.50	15.00	10	1.60		1,500.00	0.22	0.06	1.27	0.10	34.75	4.46
1.50	16.50	9	1.60		1,500.00	0.25	0.04	1.16	0.07	33.25	2.94
1.50	18.00	15	1.60		1,500.00	0.27	0.02	1.07	0.03	38.77	1.20
1.50	19.50	30	1.60		1,500.00	0.29	0.01	1.03	0.01	53.26	0.41
1.50	21.00	44	1.60		1,500.00	0.32	0.01	1.03	0.01	66.65	0.30
1.50	22.50	26	1.60		1,500.00	0.34	0.00	1.00	0.00	47.01	0.00
1.50	24.00	45	1.60		1,500.00	0.36	0.00	1.00	0.00	64.05	0.00
1.50	25.50	23	1.60		1,500.00	0.39	0.00	1.00	0.00	42.66	0.00
1.50	27.00	25	1.60		1,500.00	0.41	0.00	1.00	0.00	43.59	0.00
1.50	28.50	30	1.60		1,500.00	0.44	0.00	1.00	0.00	46.84	0.00
1.50	30.00	9	1.60		1,500.00	0.46	0.00	1.00	0.00	30.56	0.00
1.50	31.50	23	1.60		1,500.00	0.48	0.00	1.00	0.00	40.07	0.00
1.50	33.00	18									45.60

6.10.2. Condición 2 – Con Pedraplén (0.50m)

Espeor (m)	H (m)	N _{CAMPO}	γ (ton/m ³)		Hc (mm)	σ' _o = γH (Mpa)	Δσ' _v (Mpa)	$\left(\frac{\sigma'_o + \Delta\sigma_v}{\sigma'_o}\right)$	$\log\left(\frac{\sigma'_o + \Delta\sigma_v}{\sigma'_o}\right)$	C'	ΔHi (mm)
	0.00										
0.50	0.50	11	1.60								
0.50	1.00	42	1.60								
0.50	1.50	23	1.60								
0.50	2.00	12	1.60								
0.50	2.50	6	1.60								
0.50	3.00	7	1.60								
0.50	3.50	8	1.60								
0.50	4.00	12	1.60								
0.50	4.50	14	1.60								
0.50	5.00	6	1.60								
0.50	5.50	36	1.60								
0.50	6.00	32	1.60	ENROCADO	500.00	0.09	0.22	3.44	0.54	300.00	0.89
0.50	6.50	30	1.60		500.00	0.10	0.19	2.94	0.47	73.25	3.19
1.00	7.50	50	1.60		1,000.00	0.11	0.16	2.46	0.39	108.65	3.59
1.50	9.00	27	1.60		1,500.00	0.13	0.13	2.00	0.30	62.32	7.27
1.50	10.50	11	1.60		1,500.00	0.15	0.10	1.65	0.22	37.86	8.66
1.50	12.00	22	1.60		1,500.00	0.18	0.09	1.51	0.18	50.97	5.27
1.50	13.50	18	1.60		1,500.00	0.20	0.08	1.40	0.15	44.62	4.91
1.50	15.00	10	1.60		1,500.00	0.22	0.06	1.27	0.10	34.75	4.46
1.50	16.50	9	1.60		1,500.00	0.25	0.04	1.16	0.07	33.25	2.94
1.50	18.00	15	1.60		1,500.00	0.27	0.02	1.07	0.03	38.77	1.20
1.50	19.50	30	1.60		1,500.00	0.29	0.01	1.03	0.01	53.26	0.41
1.50	21.00	44	1.60		1,500.00	0.32	0.01	1.03	0.01	66.65	0.30
1.50	22.50	26	1.60		1,500.00	0.34	0.00	1.00	0.00	47.01	0.00
1.50	24.00	45	1.60		1,500.00	0.36	0.00	1.00	0.00	64.05	0.00
1.50	25.50	23	1.60		1,500.00	0.39	0.00	1.00	0.00	42.66	0.00
1.50	27.00	25	1.60		1,500.00	0.41	0.00	1.00	0.00	43.59	0.00
1.50	28.50	30	1.60		1,500.00	0.44	0.00	1.00	0.00	46.84	0.00
1.50	30.00	9	1.60		1,500.00	0.46	0.00	1.00	0.00	30.56	0.00
1.50	31.50	23	1.60		1,500.00	0.48	0.00	1.00	0.00	40.07	0.00
1.50	33.00	18									43.09

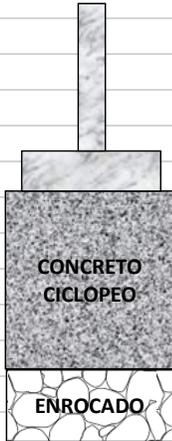
6.11. Análisis de Asentamientos – Método 3: AASHTO Hough (PILA 2)

6.11.1. Condición 1 – Sin Pedraplén

Esesor (m)	H (m)	N _{CAMPO}	γ (ton/m ³)	Hc (mm)	σ' _o = γH (Mpa)	Δσ' _v (Mpa)	$\left(\frac{\sigma'_o + \Delta\sigma'_v}{\sigma'_o}\right)$	$\log\left(\frac{\sigma'_o + \Delta\sigma'_v}{\sigma'_o}\right)$	C'	ΔHi (mm)
	0.00									
0.50	0.50	3	1.60							
0.50	1.00	10	1.60							
0.50	1.50	10	1.60							
0.50	2.00	20	1.60							
0.50	2.50	12	1.60							
0.50	3.00	9	1.60							
0.50	3.50	10	1.60							
0.50	4.00	17	1.60							
0.50	4.50	9	1.60							
0.50	5.00	8	1.60							
0.50	5.50	17	1.60							
0.50	6.00	5	1.60	500.00	0.09	0.220	3.44	0.54	31.77	8.44
0.50	6.50	3	1.60	500.00	0.10	0.190	2.94	0.47	28.67	8.16
1.00	7.50	22	1.60	1,000.00	0.11	0.160	2.46	0.39	56.94	6.86
1.50	9.00	6	1.60	1,500.00	0.13	0.130	2.00	0.30	32.06	14.13
1.50	10.50	11	1.60	1,500.00	0.15	0.100	1.65	0.22	37.86	8.66
1.50	12.00	15	1.60	1,500.00	0.18	0.090	1.51	0.18	42.00	6.39
1.50	13.50	28	1.60	1,500.00	0.20	0.080	1.40	0.15	57.11	3.84
1.50	15.00	25	1.60	1,500.00	0.22	0.060	1.27	0.10	51.76	2.99
1.50	16.50	38	1.60	1,500.00	0.25	0.040	1.16	0.07	65.78	1.49
1.50	18.00	34	1.60	1,500.00	0.27	0.034	1.13	0.05	59.15	1.30
1.50	19.50	31	1.60	1,500.00	0.29	0.027	1.09	0.04	54.32	1.05
1.50	21.00	32	1.60	1,500.00	0.32	0.020	1.06	0.03	54.01	0.74
1.50	22.50	19	1.60	1,500.00	0.34	0.016	1.05	0.02	40.58	0.74
1.50	24.00	11	1.60	1,500.00	0.36	0.012	1.03	0.01	33.19	0.64
1.50	25.50	11	1.60	1,500.00	0.39	0.008	1.02	0.01	32.86	0.40
1.50	27.00	11	1.60	1,500.00	0.41	0.004	1.01	0.00	32.54	0.19
1.50	28.50	30	1.60	1,500.00	0.44	0.000	1.00	0.00	46.84	0.00
1.50	30.00	25	1.60	1,500.00	0.46	0.00	1.00	0.00	42.16	0.00
1.50	31.50	25	1.60	1,500.00	0.48	0.00	1.00	0.00	41.51	0.00
1.50	33.00	30								66.01

6.11.2. Condición 2 – Con Pedraplén (1.50m)

Esesor (m)	H (m)	N _{CAMPO}	γ (ton/m ³)		Hc (mm)	σ' _o = γH (Mpa)	Δσ' _v (Mpa)	$\left(\frac{\sigma'_o + \Delta\sigma'_v}{\sigma'_o}\right)$	$\log\left(\frac{\sigma'_o + \Delta\sigma'_v}{\sigma'_o}\right)$	C'	ΔHi (mm)
	0.00										
0.50	0.50	3	1.60								
0.50	1.00	10	1.60								
0.50	1.50	10	1.60								
0.50	2.00	20	1.60								
0.50	2.50	12	1.60								
0.50	3.00	9	1.60								
0.50	3.50	10	1.60								
0.50	4.00	17	1.60								
0.50	4.50	9	1.60								
0.50	5.00	8	1.60								
0.50	5.50	17	1.60								
0.50	6.00	5	1.60		500.00	0.09	0.22	3.44	0.54	300.00	0.89
0.50	6.50	3	1.60		500.00	0.10	0.19	2.94	0.47	300.00	0.78
1.00	7.50	22	1.60		1,000.00	0.11	0.16	2.46	0.39	300.00	1.30
1.50	9.00	6	1.60		1,500.00	0.13	0.13	2.00	0.30	32.06	14.13
1.50	10.50	11	1.60		1,500.00	0.15	0.10	1.65	0.22	37.86	8.66
1.50	12.00	15	1.60		1,500.00	0.18	0.09	1.51	0.18	42.00	6.39
1.50	13.50	28	1.60		1,500.00	0.20	0.08	1.40	0.15	57.11	3.84
1.50	15.00	25	1.60		1,500.00	0.22	0.06	1.27	0.10	51.76	2.99
1.50	16.50	38	1.60		1,500.00	0.25	0.04	1.16	0.07	65.78	1.49
1.50	18.00	34	1.60		1,500.00	0.27	0.03	1.13	0.05	59.15	1.30
1.50	19.50	31	1.60		1,500.00	0.29	0.03	1.09	0.04	54.32	1.05
1.50	21.00	32	1.60		1,500.00	0.32	0.02	1.06	0.03	54.01	0.74
1.50	22.50	19	1.60		1,500.00	0.34	0.02	1.05	0.02	40.58	0.74
1.50	24.00	11	1.60		1,500.00	0.36	0.01	1.03	0.01	33.19	0.64
1.50	25.50	11	1.60		1,500.00	0.39	0.01	1.02	0.01	32.86	0.40
1.50	27.00	11	1.60		1,500.00	0.41	0.00	1.01	0.00	32.54	0.19
1.50	28.50	30	1.60		1,500.00	0.44	0.00	1.00	0.00	46.84	0.00
1.50	30.00	25	1.60		1,500.00	0.46	0.00	1.00	0.00	42.16	0.00
1.50	31.50	25	1.60		1,500.00	0.48	0.00	1.00	0.00	41.51	0.00
1.50	33.00	30									45.53



6.12. Análisis de Asentamientos – Método 3: AASHTO Hough (ESTRIBO 2)

6.12.1. Condición 1 – Sin Pedraplén

Espesor (m)	H (m)	N _{CAMPO}	γ (MN/m ³)		Hc (mm)	σ' _o = γH (Mpa)	Δσ' _v (Mpa)	$\left(\frac{\sigma'_o + \Delta\sigma'_z}{\sigma'_o}\right)$	$\log\left(\frac{\sigma'_o + \Delta\sigma'_v}{\sigma'_o}\right)$	C'	ΔHi (mm)
	0.00										
0.50	0.50	30	0.0157								
0.50	1.00	29	0.0157								
0.50	1.50	13	0.0157								
0.50	2.00	17	0.0157								
0.50	2.50	12	0.0157								
0.50	3.00	10	0.0157								
0.50	3.50	4	0.0157								
0.50	4.00	0	0.0157								
0.50	4.50	9	0.0157								
0.50	5.00	23	0.0157								
0.50	5.50	22	0.0157								
0.50	6.00	4	0.0157								
0.50	6.50	5	0.0157								
0.50	7.00	6	0.0157								
0.50	7.50	7	0.0157								
0.50	8.00	5	0.0157								
0.50	8.50	4	0.0157								
0.50	9.00	6	0.0157								
1.50	10.50	11	0.0157								
1.50	12.00	16	0.0157								
1.50	13.50	21	0.0157								
1.50	15.00	25	0.0157								
1.50	16.50	38	0.0157								
1.50	18.00	34	0.0157								
1.50	19.50	31	0.0157								
1.50	21.00	32	0.0157								
1.50	22.50	19	0.0157								
1.50	24.00	11	0.0157								
1.50	25.50	11	0.0157								
1.50	27.00	11	0.0157								
1.50	28.50	30	0.0157								
1.50	30.00	25	0.0157								
3.00	33.00	30	0.0157								
1.00	34.00										99.61



6.12.2. Condición 2 – Con Pedraplén (2.00m)

Esesor (m)	H (m)	N _{CAMPO}	γ (MN/m ³)		Hc (mm)	σ' _o = γH (Mpa)	Δσ' _v (Mpa)	$\left(\frac{\sigma'_o + \Delta\sigma_v}{\sigma'_o}\right)$	$\log\left(\frac{\sigma'_o + \Delta\sigma_v}{\sigma'_o}\right)$	C' (-)	ΔHi (mm)
	0.00										
0.50	0.50	30	0.0157								
0.50	1.00	29	0.0157								
0.50	1.50	13	0.0157								
0.50	2.00	17	0.0157								
0.50	2.50	12	0.0157								
0.50	3.00	10	0.0157								
0.50	3.50	4	0.0157								
0.50	4.00	0	0.0157								
0.50	4.50	9	0.0157								
0.50	5.00	23	0.0157								
0.50	5.50	22	0.0157								
0.50	6.00	4	0.0157								
0.50	6.50	5	0.0157								
0.50	7.00	6	0.0157								
0.50	7.50	7	0.0157								
0.50	8.00	5	0.0157								
0.50	8.50	4	0.0157								
0.50	9.00	6	0.0157								
1.50	10.50	11	0.0157								
1.50	12.00	16	0.0157								
1.50	13.50	21	0.0157								
1.50	15.00	25	0.0157								
1.50	16.50	38	0.0157								
1.50	18.00	34	0.0157								
1.50	19.50	31	0.0157								
1.50	21.00	32	0.0157								
1.50	22.50	19	0.0157								
1.50	24.00	11	0.0157								
1.50	25.50	11	0.0157								
1.50	27.00	11	0.0157								
1.50	28.50	30	0.0157								
1.50	30.00	25	0.0157								
3.00	33.00	30	0.0157								
1.00	34.00										73.75



6.12.3. Condición 3 – Con Pedraplén (2.50m)

Esesor (m)	H (m)	N _{CAMPO}	γ (ton/m ³)		Hc (mm)	σ' _o = γH (Mpa)	Δσ' _v (Mpa)	$\left(\frac{\sigma'_o + \Delta\sigma_v}{\sigma'_o}\right)$	$\log\left(\frac{\sigma'_o + \Delta\sigma_v}{\sigma'_o}\right)$	C' (-)	ΔHi (mm)
	0.00										
0.50	0.50	30	1.60								
0.50	1.00	29	1.60								
0.50	1.50	13	1.60								
0.50	2.00	17	1.60								
0.50	2.50	12	1.60								
0.50	3.00	10	1.60								
0.50	3.50	4	1.60								
0.50	4.00	0	1.60								
0.50	4.50	9	1.60								
0.50	5.00	23	1.60								
0.50	5.50	22	1.60								
0.50	6.00	4	1.60								
0.50	6.50	5	1.60								
0.50	7.00	6	1.60								
0.50	7.50	7	1.60								
0.50	8.00	5	1.60								
0.50	8.50	4	1.60								
0.50	9.00	6	1.60								
1.50	10.50	11	1.60								
1.50	12.00	16	1.60								
1.50	13.50	21	1.60								
1.50	15.00	25	1.60								
1.50	16.50	38	1.60								
1.50	18.00	34	1.60								
1.50	19.50	31	1.60								
1.50	21.00	32	1.60								
1.50	22.50	19	1.60								
1.50	24.00	11	1.60								
1.50	25.50	11	1.60								
1.50	27.00	11	1.60								
1.50	28.50	30	1.60								
1.50	30.00	25	1.60								
3.00	33.00	30	1.60								
1.00	34.00										67.66



7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

7.1. Respecto la Cimentación del Puente

⊕ Se presenta un resumen de los asentamientos calculados:

Elemento	Metodología	Asentamientos						
		ZAPATA DIRECTAMENTE SOBRE EL SUELO	ZAPATA SOBRE CICLOPEO (2.50m)	ZAPATA SOBRE CICLOPEO (2.50m) + PEDRAPLEN (0.50m)	ZAPATA SOBRE CICLOPEO (2.50m) + PEDRAPLEN (1.00m)	ZAPATA SOBRE CICLOPEO (2.50m) + PEDRAPLEN (1.50m)	ZAPATA SOBRE CICLOPEO (2.50m) + PEDRAPLEN (2.00m)	ZAPATA SOBRE CICLOPEO (2.50m) + PEDRAPLEN (2.50m)
ESTRIBO 1	ELÁSTICA (YOUNG)	101 mm	56 mm	50 mm				
	AASHTO (HOUGH)		54 mm	50 mm				
PILA 1	ELÁSTICA (YOUNG)	73 mm	33 mm	31 mm				
	AASHTO (HOUGH)		46 mm	43 mm				
PILA 2	ELÁSTICA (YOUNG)	93 mm	66 mm	64 mm	59 mm	55 mm		
	AASHTO (HOUGH)		66 mm		51 mm	46 mm		
ESTRIBO 2	ELÁSTICA (YOUNG)	161 mm	107 mm			86 mm	74 mm	63 mm
	AASHTO (HOUGH)		100 mm				74 mm	68 mm

¡NOTA IMPORTANTE! A pesar que la Norma AASHTO, indica en el Numeral 10.5.2.2 que los Asentamientos se verifican con la Combinación de Carga **SERVICE I (1.00DL+1.00LL)**; los cálculos fueron realizados con la Combinación de Carga **STRENGTH I (1.25DL+1.75LL)**; por lo tanto, se garantiza que estos valores serán inferiores en la ejecución del proyecto o algún peso adicional no contemplado en los cálculos.

De los cálculos, para los espesores de pedraplén adoptados (sombreado amarillo), se puede concluir lo siguiente:

- El máximo asentamiento total será del orden de 63 mm (2.48") < 4" **OK!**
- Entre Estribo 1 y Pila 1, se tiene un asentamiento diferencial de 21 mm (0.83"); que corresponde a una Distorsión Angular de 0.0009265 ($\approx L/1,000$) < L/125 **OK!**
- Entre Pila 1 y Pila 2, se tiene un asentamiento diferencial de 22 mm (0.87"); que corresponde a una Distorsión Angular de 0.0009706 ($\approx L/1,000$) < L/125 **OK!**
- Entre Pila 2 y Estribo 2, se tiene un asentamiento diferencial de 8 mm (0.32"); que corresponde a una Distorsión Angular de 0.0003529 ($\approx L/2,800$) < L/125 **OK!**

Nótese que la mayoría del asentamiento ocurre en la etapa de construcción; por lo cual, entre los colados de los diferentes elementos estructurales, se van ajustando milímetros; de tal manera que ese asentamiento diferencial se minimiza y finalmente se salda en el espesor de mezcla asfáltica.

- ⊕ Disponer cimentación superficial por medio de losas de fundación apoyadas en un mejoramiento de 2.50 m a base de concreto ciclópeo.

El concreto ciclópeo descansará sobre un enrocado, cuyo espesor se detalla a continuación:

Estribo 1	$e = 0.50\text{m}$
Pila 1	$e = 0.50\text{m}$
Pila 2	$e = 1.50\text{m}$
Estribo 2	$e = 2.50\text{m}$

- ⊕ De acuerdo a AASHTO LRFD, los perfiles del suelo se clasifican en:

Table 3.10.3.1-1—Site Class Definitions

Site Class	Soil Type and Profile
A	Hard rock with measured shear wave velocity, $\bar{v}_s > 5,000$ ft/s
B	Rock with $2,500$ ft/sec $< \bar{v}_s < 5,000$ ft/s
C	Very dense soil and soil rock with $1,200$ ft/sec $< \bar{v}_s < 2,500$ ft/s, or with either $\bar{N} > 50$ blows/ft, or $\bar{s}_u > 2.0$ ksf
D	Stiff soil with 600 ft/s $< \bar{v}_s < 1,200$ ft/s, or with either $15 < \bar{N} < 50$ blows/ft, or $1.0 < \bar{s}_u < 2.0$ ksf
E	Soil profile with $\bar{v}_s < 600$ ft/s or with either $\bar{N} < 15$ blows/ft or $\bar{s}_u < 1.0$ ksf, or any profile with more than 10 ft of soft clay defined as soil with $PI > 20$, $w > 40$ percent and $\bar{s}_u < 0.5$ ksf
F	Soils requiring site-specific evaluations, such as: <ul style="list-style-type: none"> • Peats or highly organic clays ($H > 10$ ft of peat or highly organic clay where H = thickness of soil) • Very high plasticity clays ($H > 25$ ft with $PI > 75$) • Very thick soft/medium stiff clays ($H > 120$ ft)

Según el estudio de Refracción Sísmica, tenemos un espesor con velocidades de onda superiores a 200 m/s (650 ft/s) y los sondeos rotativos arrojan valores N promedios de 23, por lo cual el suelo califica a TIPO D, en la franja inferior de esta categoría.

Según este criterio, para la Normativa Salvadoreña, la masa de suelo califica entre los tipos de material S_2 y S_3 .

Cuadro 1. Coeficientes de Sitio			
Tipo	Descripción	C₀	T₀
S₁	Un perfil de suelo con: (a) Un material similar a la roca caracterizado por una velocidad de onda de sismorresistencia mayor de 500 m/s, o (b) Condición de suelo rígido o denso donde la profundidad del suelo es menor de 30 m.	2.5	0.3
S₂	Un perfil de suelo con: (a) Condiciones de suelo rígido o denso, donde la profundidad del suelo excede 30 m, o (b) Condiciones de suelo rígido, muy rígido o medianamente denso, donde la profundidad del suelo es menor de 30 m.	2.75	0.5
S₃	Un perfil de suelo que contiene de 4 a 12 m de espesor o arcillas suaves a medianamente rígidas con o sin capas intermedias de suelos no cohesivos	3.0	0.6
S₄	Un perfil de suelo, caracterizado por una velocidad de onda de sismorresistencia menor de 150 m/s, que contiene más de 12 m de arcilla suave o suelo no cohesivo.	3.0	0.9

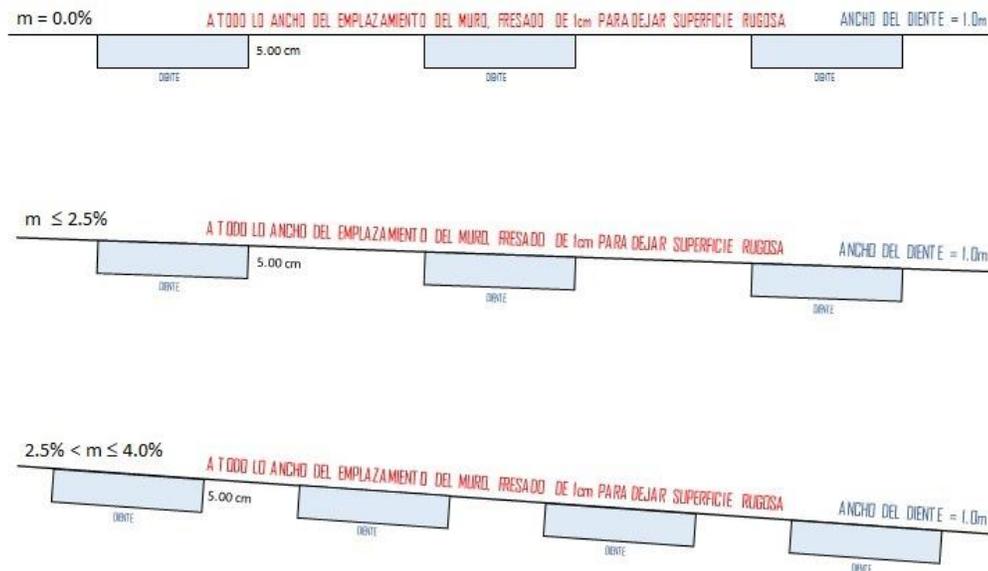
Es recomendable verificar el comportamiento sísmico del puente para el perfil s₃.

7.2. Relleno de los Muros Rampa (Keystone)

- ⊕ El diseño de la rampa, se debe realizar con un material granular que alcance un ángulo de fricción de 34° y una densidad de compactación del orden de 1.80 ton/m³. Estos materiales serán suministrados del Banco de Préstamo LA CANTERA (Ver Tabla 9 y Anexo 13); que corresponden a materiales tipo GP-GC, que alcanzan las características de diseño establecidas. Este material alcanza valores CBR superiores a 40%. Este material deberá ser compactado al 95% del PVSM según AASHTO T-180.
- ⊕ Considerando que existe una estructura de pavimento existente robusta, el relleno de las rampas se emplazará encima de ella, la cual servirá de capa de transferencia de soporte y da un adecuado desempeño. El mayor relleno será del orden de 8.00m, lo que significa un esfuerzo del orden de 1.50 kg/cm²; el cual es bajo considerando esta capa de transferencia que puede alcanzar capacidades admisibles del orden de 1.80 kg/cm² para un asentamiento de 1”.

Es importante también aclarar, que los asentamientos del relleno ocurrirán en la etapa de construcción, por lo cual no se esperan en la etapa de operación, no obstante, es recomendable que el puente disponga de una losa de aproximación que minimice la posibilidad de escalonamiento al acceder al puente.

Asimismo, previo al emplazamiento de las rampas, se deberá disponer de un fresado que haga la superficie muy rugosa más surcos (3 o 4) en el ancho del pavimento, las franjas serán iguales al ancho de la fresadora (100cm) y 2” en profundidad, esto para dejar una especie de dentado, que sirva de amarre con la primera capa de material granular, se esquematiza así:



7.3. Estructura de Pavimento

- ⊕ La rampa, es prácticamente la única estructura de pavimento, a construir en el proyecto. De acuerdo a esto, el diseño debe considerar que estará soportada sobre el relleno que estará conformado por materiales granulares con CBR mayores al 40%.

En la parte inferior de la rampa, donde la estructura de pavimento no quedara sobre el relleno antrópico, la estructura existente posee la capacidad suficiente para soportar las cargas de las rampas proyectadas, encontrando en los PCA realizados (4), que el CBR de la subrasante oscila entre 12% y 50%. En el diseño de pavimento, se ha dimensionado para un CBR de 12%; se indica al lector remitirse al Anexo 7: Revestimiento de la Vía donde se expone con detalle las diferentes consideraciones técnicas.

7.4. Bancos de Préstamo

- ⊕ Ver Anexo 13. En el proyecto se utilizarán materiales provenientes de LA CANTERA principalmente. Para relleno común, también podrá apoyarse en el Banco de Préstamo TIERRA DULCE MARIA.

En el BANCO LA CANTERA, existen materiales tipo A-2-6 (GP-GC), aptos para el relleno de las rampas. La cantera DULCE MARIA presenta materiales tipo A-2-4 (SM); que también son aptos para el relleno de las rampas.

Se recomienda que, en la etapa de ejecución, a nivel de DARCs, se haga una combinación de estos materiales, que satisfaga los requerimientos indicados en las especificaciones técnicas.

8. ADJUNTOS

- 8.1. ADJUNTO 1: INFORME DE REFRACCION SISMICA**
- 8.2. ADJUNTO 2: HOJAS DE REGISTRO, ENSAYOS E PENETRACION ESTANDAR (SPT)**
- 8.3. ADJUNTO 3: TABLA RESUMEN DE ENSAYOS DE PERFORACION ROTATIVA**
- 8.4. ADJUNTO 4: ENSAYOS DE LABORATORIO**
- 8.5. ADJUNTO 5: MEMORIAS DE CALCULO**

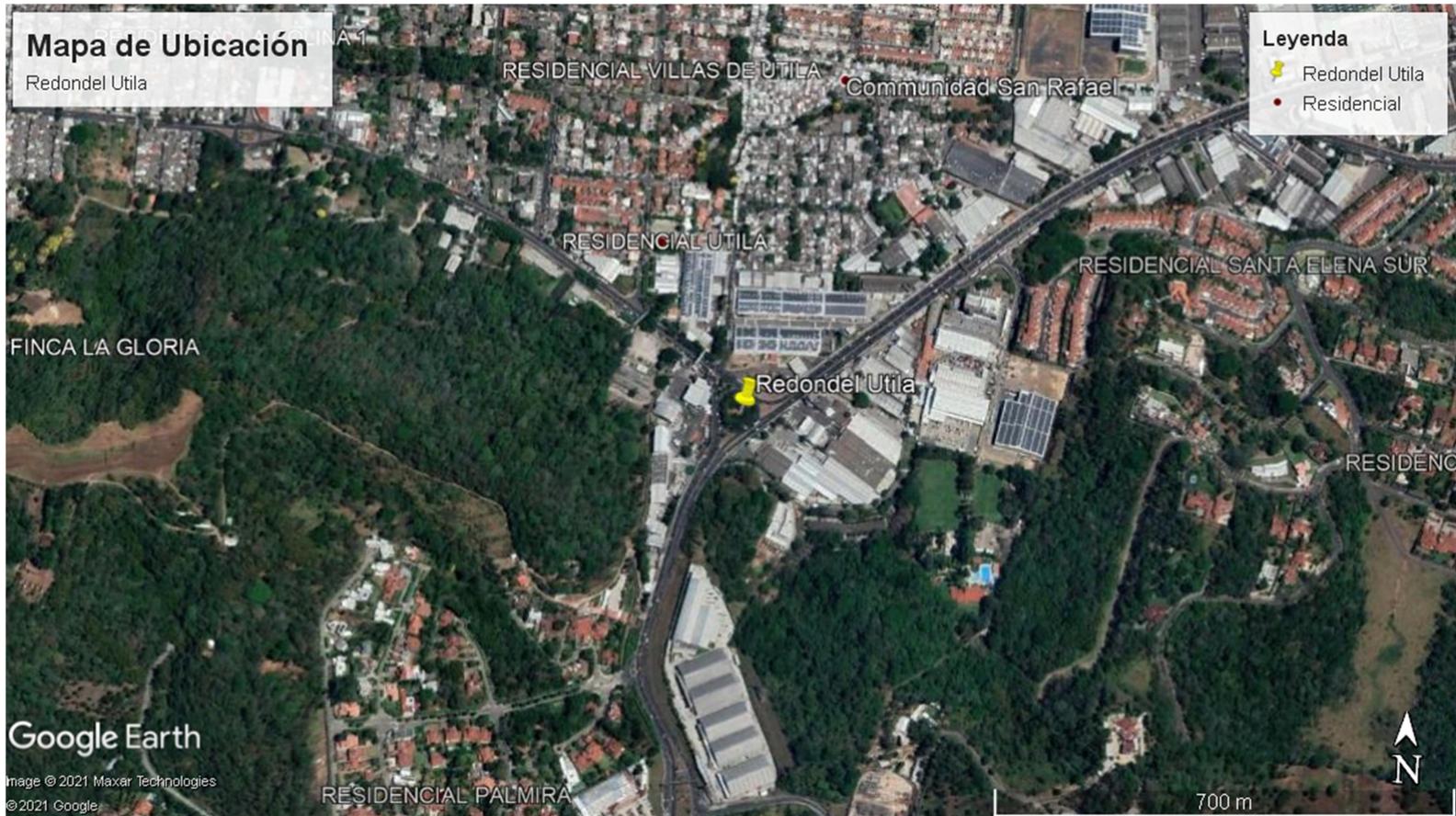


INFORME DE ESTUDIO GEOTECNICO

ADJUNTO No.1 INFORME DE REFRACCION SISMICA

Página intencionalmente en
blanco para consistencia entre
versiones impresa y digital

INFORME DE ESTUDIO DE PROSPECCIÓN SÍSMICA PARA EL PROYECTO "REDONDEL UTILA, SANTA TECLA, LA LIBERTAD"



ESTUDIO DE PROSPECCIÓN SÍSMICA PARA EL PROYECTO "REDONDEL UTILA, SANTA TECLA, LA LIBERTAD"

Rev. 2

17/12/2021

ec-suelos y materiales-redondel utila-002-prospección sísmica

World Trade Center III, Edificio Torre Futura, 15-05, San Salvador, El Salvador, Centro América

Col. y Av. Vista Hermosa, #434, San Salvador, El Salvador, Centro América

Tel.: +503 2555-2476 / 2555-2400 / Fax +503 2555-2414

www.ec.com.sv / ec@ec.com.sv

ADJUNTO No. 1 - 3



CONTROL DE VERSIONES

Rev.	Fecha	Descripción	Elaboró	Revisó	Aprobó
1	03.12.2021	Estudio de Prospección Sísmica	JAGM	RP	EPG
2	17.12.2021	Estudio de Prospección Sísmica	JAGM	RP	EPG



TABLA DE CONTENIDO

1. INTRODUCCIÓN.....	4
2. METODOLOGÍA.....	4
3. GEOLOGIA.....	5
3.1 ASPECTOS GEOMORFOLÓGICOS	5
3.2 DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA GEOLOGÍA DE LA ZONA	5
3.3 FORMACIONES GEOLÓGICAS.....	5
4. RESULTADOS DE LOS ENSAYOS	6
5. ANALISIS DE LOS RESULTADOS.....	7
6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	8
7. BIBLIOGRAFÍA.....	9
8. ANEXOS.....	10

1. INTRODUCCIÓN

Con el objeto de conocer la estratigrafía, las velocidades de las ondas P de los suelos del proyecto, para el diseño del puente sobre el Redondel Utila, Santa Tecla, se planteó la realización de una campaña de refracción sísmica, ya que este método es aplicable en este caso, pues detecta las velocidades de las ondas P y el espesor de los estratos. Se realizaron 2 ensayos de refracción sísmica, el día 30 de noviembre de 2021, la ubicación de los mismos se decidió de acuerdo con la ubicación del puente a construirse, esta ubicación fue trazada en el campo por personal de Suelos y Materiales.

2. METODOLOGÍA

La metodología seguida se describe a continuación mediante los pasos siguientes:

- a) Revisión del mapa geológico Esc. 1:100,000. Fig. N° 1.
- b) Trazo de la ubicación en el campo por el propietario, numerados como líneas 01 y 02 cuyas ubicaciones se muestran en los planos mostrados en las Figura N. ° 2. La línea 1 con una longitud de 40.5 metros y la línea 02 con una longitud de 52.0 metros.
- c) Realización de los ensayos
Utilizando un equipo de modelo Geode marca GEOMETRICS de 24 canales, la línea 01 con espaciamientos de 1.5 metros, para la línea 02 con espaciamiento de 2.0 metros, con geófonos verticales de frecuencia natural de 14.0 Hz., se utilizó como fuente de energía una almádana de 20 lb. con cinco puntos de disparo. En cada extremo un espaciamiento igual a 3.0 metros, del último y el primer geófono, al centro del arreglo y a un cuarto de la longitud total de cada extremo. Todo de acuerdo a la norma ASTM D5777 – 00 (2011) Standard Guide for Using the Seismic Refraction Method for Subsurface Investigation.
El motivo de ubicar las prospecciones en esta disposición es tener un panorama lo más amplio posible de la estratigrafía de la zona a evaluar.
- d) Después se realizó el cálculo de gabinete de los ensayos utilizando los módulos Surface Wave Analysis Wizard, WaveEq. y Geoplot; para los ensayos de refracción sísmica se utilizaron los software Pickwin y Plotrefra; proporcionados por GEOMETRICS, con la información de velocidades y espesores de estrato se procedió a utilizar las correlaciones desarrolladas por el CONSORCIO SALVADOR E. en el proyecto de Peligro Sísmico para el Área Sur de San Salvador, que son:

$$V_p = 156N^{0.38} \quad \text{y} \quad V_s = 81N^{0.36}$$

Donde V_p y V_s son las velocidades con las que viajan las ondas de compresión y de corte, respectivamente, en los diferentes suelos o rocas, expresadas en metros por segundo y N es el valor del ensayo de penetración normal definido en la norma Muestreo con cuchara partida (SPT) ASTM D 1586 o AASHTO T 206.

3. GEOLOGIA

3.1 ASPECTOS GEOMORFOLÓGICOS

Los estudios efectuados por la Misión Geológica Alemana en nuestro país, en colaboración del Centro de Estudios e Geotécnicas del Ministerio de Obras Públicas, constituye la base para diferenciar las unidades geológicas-tectónicas existentes en el país, clasificación efectuada por Williams y Meyer Abich 1953, 1954 Dürr 1960 en lo Geomorfológico y en lo Geográfico por Gierloff - Enden 1956.

La nomenclatura es la siguiente:

Unidad No. 1	Planicie Costera	(al Sur)
Unidad No. 2	Montaña o Cadena Costera	
Unidad No. 3	Graben o Fosa Central	
Unidad No. 4	Montaña o Cadena Interior	
Unidad No. 5	Valle o Fosa Interior	
Unidad No. 6	Montaña Frontera	(al Norte)

Unidad Complementaria Zona sedimentaria de Metapán al Nord-Occidente.

La secuencia en orden creciente se inicia de Sur a Norte. La dirección de las seis unidades paralelas entre sí está orientada de este a oeste con una mínima desviación hacia el Sur.

3.2 DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA GEOLOGÍA DE LA ZONA

El análisis geomorfológico determina que el proyecto se desarrolla entre las unidades geotectónicas 2 y 3, las cuales corresponden a la Montaña o Cadena Costera y a la Fosa Central.

3.3 FORMACIONES GEOLÓGICAS

En el mapa geológico mostrado en la figura 1 puede verse las formaciones geológicas presentes, siendo estas, la formación San Salvador con los miembros s3'a, s4 y s5'b, formación Cuscatlán con el miembro c1 y formación Bálsamos con el miembro b1.

Tal como puede verse en el mapa geológico el proyecto se encuentra sobre los miembros siguientes:

Símbolo Geológico	Descripción
s3'a	Piroclástitas ácidas, epiclástitas volcánicas (Tobas color café)
s4	"Tierra Blanca" Piroclástitas ácidas, epiclástitas volcánicas subordinadas; localmente efusivas ácidas (s3'b)
s5'b	Conos de acumulación (escorias, tobas de lapilli, cinder)
c1	Piroclástitas ácidas, epiclástitas volcánicas
b1	Epiclástitas volcánicas y piroclástitas; localmente efusivas básicas-intermedias intercaladas.

4. RESULTADOS DE LOS ENSAYOS

Los resultados detallados de los ensayos de refracción sísmica, se presentan en las Tablas 1 y 2 y en las Figuras N° 3 y N° 4, los resultados de las refracciones, cuyas ubicaciones en planta se muestran en el mapa de ubicación Figura 2.

El resumen de los resultados de las refracciones sísmicas, se presenta en las tablas siguientes:

TABLA 1 RESUMEN DE RESULTADOS DE ENSAYOS DE REFRACCION SISMICA.

TENDIDO	Velocidad de las ondas P (m/seg.)		Espesores metros	
	1er estrato	2do estrato	1er estrato	2do estrato
1	276	319	3.0	>8
2	374	375	1.0	>8
Promedio	325	347	2.0	>8

TABLA 2 RESUMEN DE RESULTADOS DEDUCIDOS DE LOS ENSAYOS DE REFRACCION SISMICA.

TENDIDO	Valores de N (SPT)		Velocidad de las ondas S (m/seg.)	
	1er estrato	2do estrato	1er estrato	2do estrato
1	4	7	139	160
2	10	10	185	186
	7	8	162	173

Es recomendable asociar los ensayos de refracción sísmica con sondeos mecánicos, en nuestro caso se ha hecho esa asociación, mediante el sondeo rotativo 3 que coincide con la línea 1. Los resultados de la refracción sísmica no alcanzan profundidades mayores a 8 metros, debido al ruido del tráfico.

Con los mismos registros de las refracciones sísmicas se procedió a realizar el análisis MASW. Los resultados detallados de los ensayos de MASW se presentan en las Figuras N° 6 y 9, cuyas ubicaciones en planta se muestran en el plano de ubicación (Figura 2).

No se realizaron correcciones por niveles, pues las diferencias de elevaciones de los geófonos son muy pequeñas.

Es recomendable asociar los ensayos de MASW con sondeos mecánicos, mediante el sondeo rotativo 3 que coincide con la línea 1, como puede verse en la figura 8.

En las figuras 5 y 9 se muestran los valores unidimensionales de la estratigrafía promedio, mostrando los valores de Vs promedio para los primeros 30 metros de acuerdo al IBC.

En las figuras 7 y 11 se muestran los perfiles estratigráficos, para ambos ensayos, en función de N.

En la figura 8 se muestra el perfil estratigráfico de la línea 1 con el perfil de las perforaciones rotativas, solamente la perforación SR3 está sobre la línea 1, las otras perforaciones están cercanas.

5. ANALISIS DE LOS RESULTADOS

Revisando la geología de la zona, es claro que estamos ante la presencia de estratos de materiales de la formación San Salvador, sobre materiales de la formación Cuscatlán y luego sobre la formación Bálsamo..

Los valores de N obtenidos mediante la correlación, en la primera capa detectada en la refracción sísmica 01 son más bajos al sur, mientras en la refracción sísmica 02 los valores son similares en todo el perfil. Los valores de velocidad de las ondas P, obtenidos en las refracciones sísmicas en la segunda capa, son ligeramente mayores a los de las capas superficiales.

Los valores obtenidos en los ensayos MASW para los primeros metros son más altos que los obtenidos en las refracciones sísmicas. Alcanzando una profundidad mayor. El perfil obtenido en la MASW 01 es muy diferente en el norte con valores más altos, comparado con el sur. En la MASW 02 la estratigrafía es muy horizontal encontrando rechazo a 6 metros.

Al comparar el perfil de la línea 1 con los sondeos rotativos puede verse muy buenas concordancia para los estratos hasta los 8 metros, a mas profundidad no se detectan los estratos con valores bajos de N, probablemente debido a la longitud del arreglo.

6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Los diferentes valores de velocidades de las ondas S se deben a la dureza de cada tipo de material.

Los valores de velocidad de las ondas P, obtenidos en las refracciones muestran que en la parte sur hay un relleno menos consolidado que el resto.

Los valores de N obtenidos en los perfiles MASW podrán utilizarse para el diseño de las cimentaciones, hasta 8 metros, pero es recomendable utilizar los valores de N provenientes de las perforaciones.

Quedamos a su disposición para cualquier consulta o ampliación al respecto.



Ing. José Antonio González Magaña

Geofísica Aplicada

San Salvador, 17 de diciembre de 2021



7. BIBLIOGRAFÍA

Manual SeisImager/2D módulos Pickwin, Plotrefra, Surface Wave Analysis Wizard, WaveEq. y Geoplot de Geometrics.

Geophysical Exploration for Engineering and Environmental Investigation, American Society of Civil Engineering, 1998

Principles and Applications of Micro Earthquakes Networks, Willy H. K. Lee and S. W. Stuart, 1981.

Valutazione de la Pericolosità Sísmica nell aree del distretto sanitario A3 e del distretto 7 Apopa, Conzorcio Salvador E., Italtekná-Italconsult, 1988.

Sondeos rotativos realizados por Suelos y Materiales GG PLANO DE GEOTECNICA PC-C PERFIL ESTRATIGRAFICO PUENTE UTILA HOJA GG-03/04

8. ANEXOS

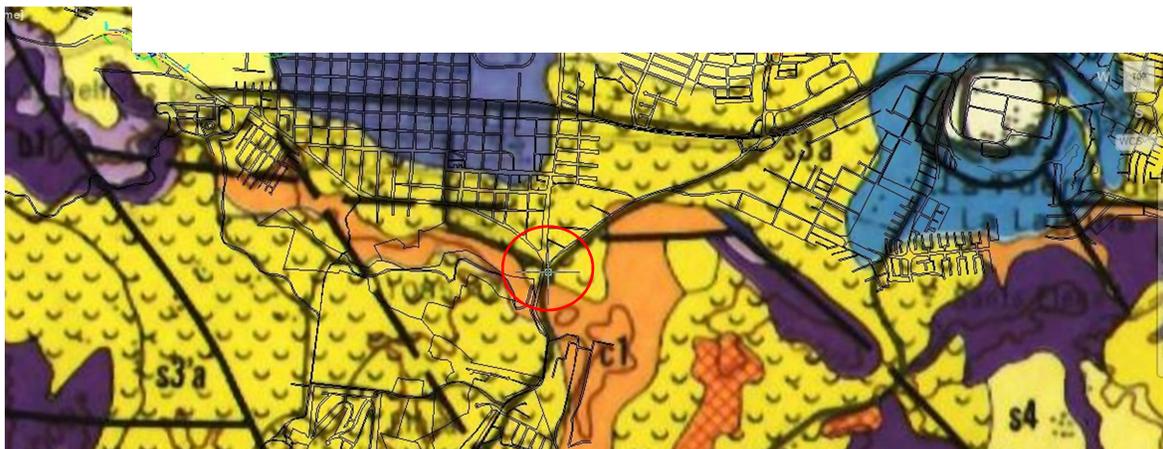


Figura No. 1 Mapa geológico oficial realizado en 1974 por la Misión Geológica Alemana y el CIG, publicado a ESC. 1: 100,000, muestra los tipos de materiales existentes en la zona de los estudios realizados.

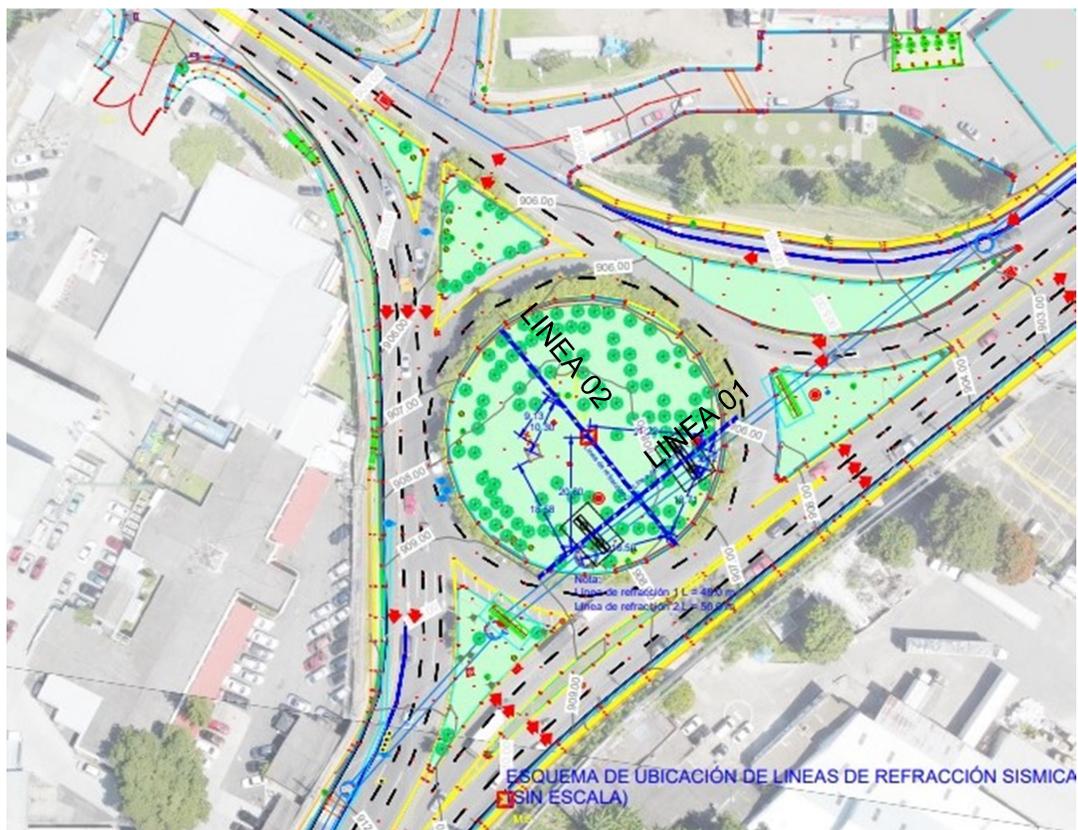


Figura No. 2 Ubicación de Ensayos de Prospección Sísmica, Sin Escala

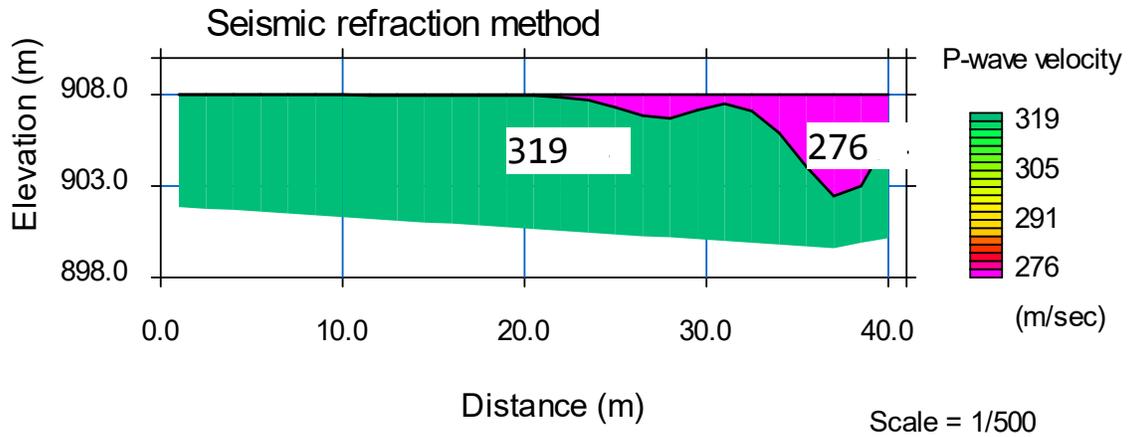


Figura No. 3 Perfil en función de velocidad de las ondas de compresión arreglo 01

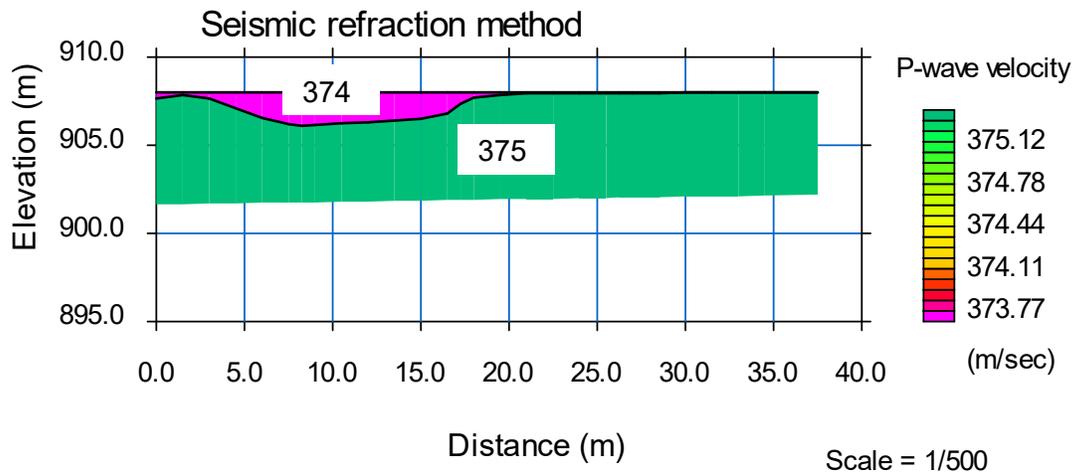


Figura No. 4 Perfil en función de velocidad de las ondas de compresión arreglo 02

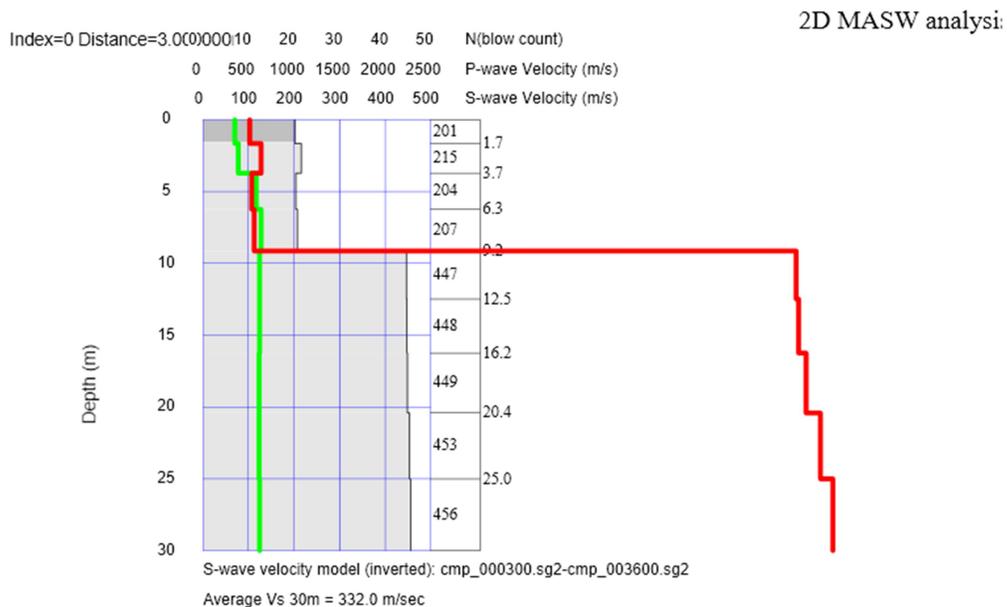


Figura No. 5 Estratigrafía unidimensional, resultante del ensayo de MASW línea 01 en función de V_s , V_p (en verde) y N (en rojo). Velocidad promedio de V_s de acuerdo al IBC

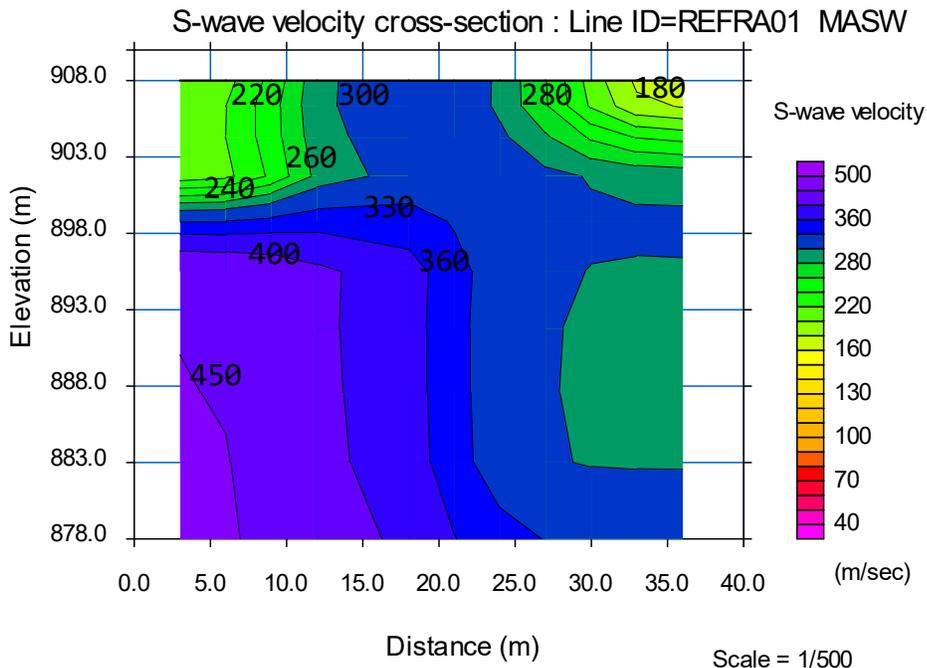


Figura No. 6 Perfil estratigráfico resultante del ensayo MASW línea 01 en función de V_s

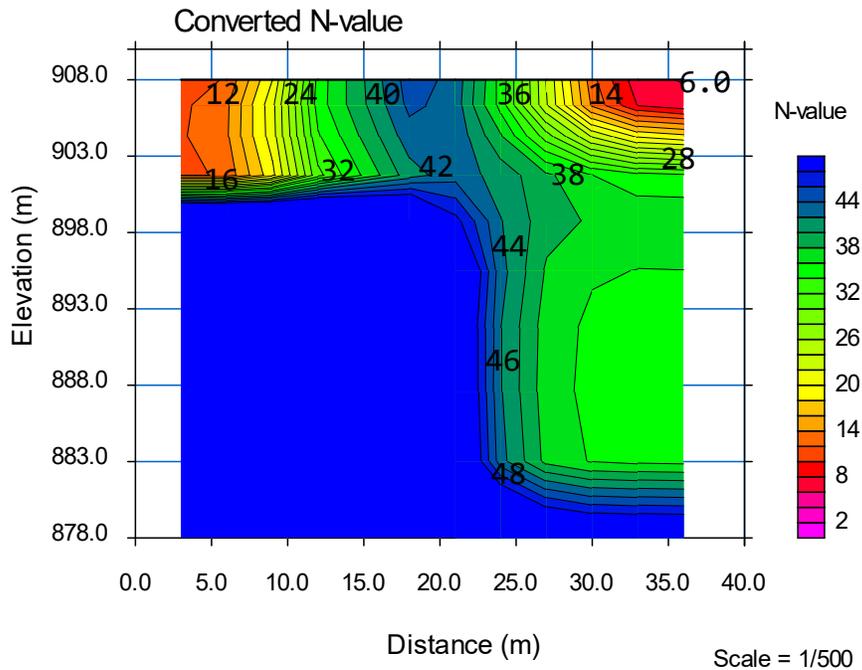


Figura No. 7 Perfil estratigráfico resultante del ensayo de MASW línea 01 en función de N

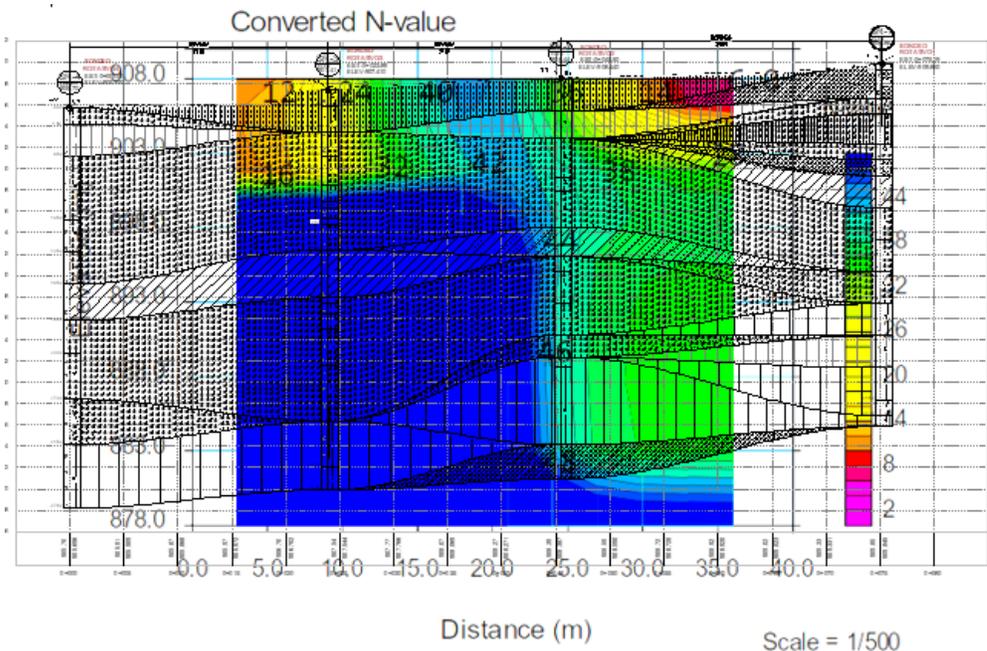


Figura No. 8 Perfil estratigráfico resultante del ensayo de MASW línea 01 en función de N, comparado con los sondeos, tomando como base el sondeo SR-3, que coincide con línea 1

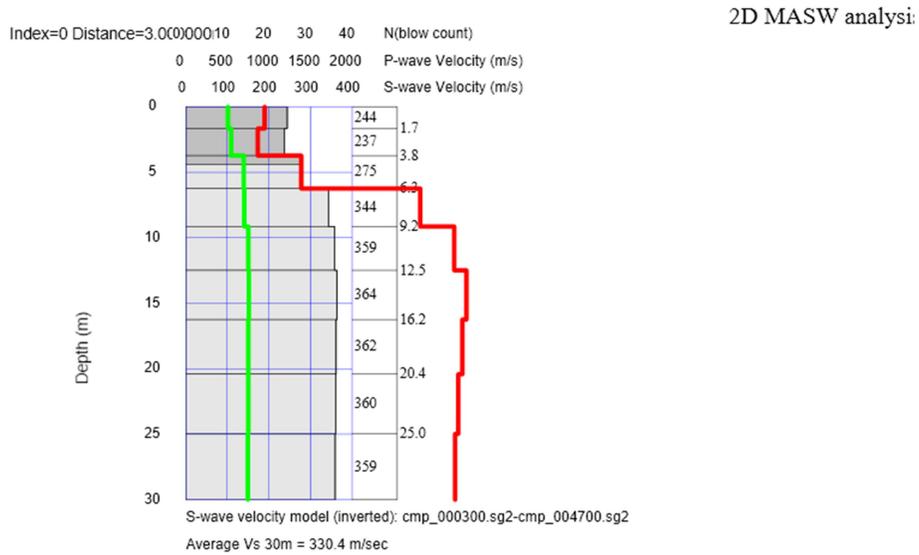


Figura No. 9 Estratigrafía unidimensional, resultante del ensayo de MASW línea 02 en función de V_s , V_p (en verde) y N (en rojo). Velocidad promedio de V_s de acuerdo al IBC

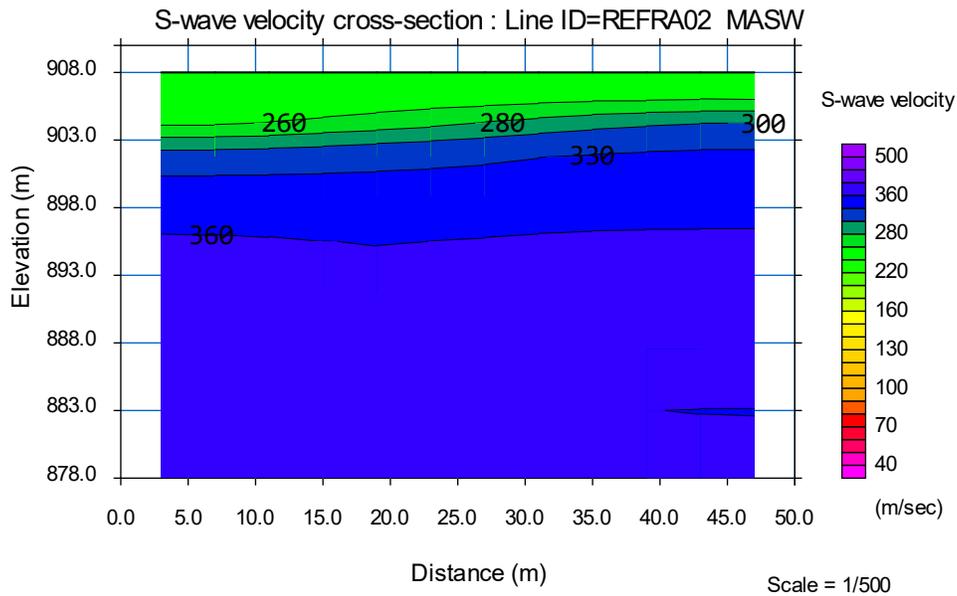


Figura No. 10 Estratigrafía resultante del ensayo MASW tramo 02 en función de N

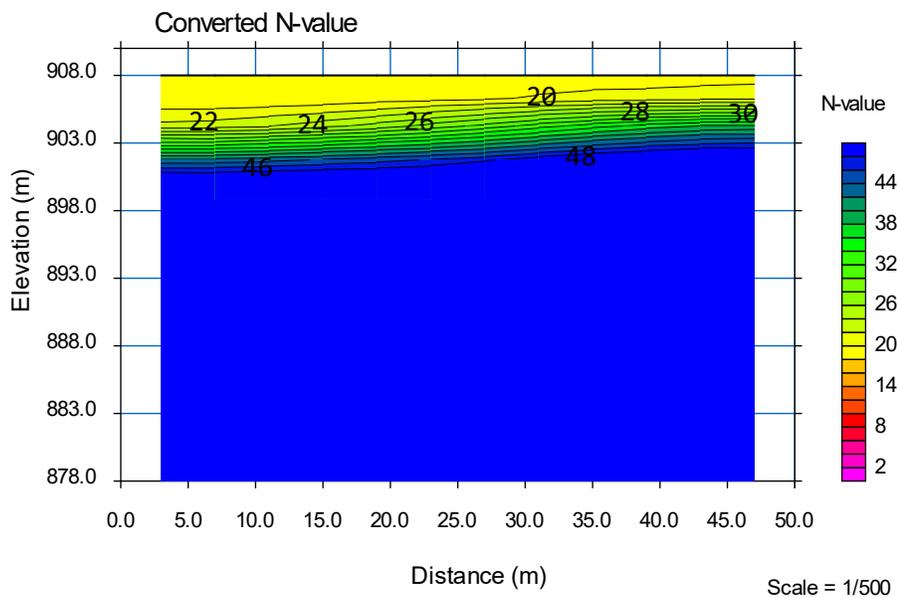


Figura No. 11 Estratigrafía resultante del ensayo de MASW tramo 02 en función de VS



Fotografía N° 1 Línea de refracción sísmica 2



Fotografía N°2 Golpe 1 líneas 02



Fotografía N° 3 Línea 02 vista de oriente a poniente



Fotografía N° 4 Línea 01 vista de sur a norte



Fotografía N° 5 Línea 01 vista de norte a sur



INFORME DE ESTUDIO GEOTECNICO

ADJUNTO No. 2 HOJAS DE REGISTRO ENSAYOS DE PENETRACION ESTANDAR (SPT)

Página intencionalmente en
blanco para consistencia entre
versiones impresa y digital

Proyecto : "DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE PASO A DESNIVEL EN INTERSECCIÓN ENTRE LAS RUTAS CA04S-LIB04W, CARRETERA AL PUERTO DE LA LIBERTAD, SOBRE REDONDEL UTILA, MUNICIPIO DE SANTA TECLA, LA LIBERTAD"

Localización : DPTO. DE LA LIBERTAD

Estructura : **ESTRIBO SALIDA**

Fecha Inicial : 18/11/2021

Sondeo No. 1 Elevación: 99.88

Herramienta de Avance : Penetración Normal

Operador : **EF**

Herramienta de Muestreo : Cuchara Partida

Peso Golpeador : **140 Lbs.**

PROF. en (mts.)	RESISTENCIA A LA PENETRACIÓN				ESTRATO	HUMEDAD %	CLASIFICACIÓN	RECUPERACIÓN (cm)
	20	15	15	" N "				
0.50	10	18	12	30		13.7	ARENA LIMOSA (SM) Color Café, con pomez, no plástica, contiene 65% de arena gruesa, media y fina.	15
1.00	13	15	14	29		22.3	contiene 60% de arena gruesa, media y fina.	30
1.50	11	7	8	15		25.2	" " " "	25
2.00	10	7	10	17		24.8	" " " "	20
2.50	8	6	6	12		27.2	contiene 65% de arena gruesa, media y fina.	24
3.00	7	6	4	10		26.6	" " " "	22
3.50	4	2	2	4		27.3	" " " " Saturado.	13
4.00	0	0	0	0		27.4	" " " " Saturado.	16
4.50	6	7	6	13		27.0	ARENA LIMOSA (SM) CON FINOS ORGANICOS Café Oscuro, con 2.6% de de mat. orgánica, no plástica, contiene 75% de arena gruesa, media y fina.	20
5.00	10	10	13	23		24.2	ARENA LIMOSA (SM) Color Café, con pomez, no plástica, contiene 65% de arena gruesa, media y fina.	16
5.50	10	14	23	37		22.5	ARENA LIMOSA (SM) CON FINOS ORGANICOS Café Oscuro, con 2.6% de de mat. orgánica, no plástica, contiene 70% de arena gruesa, media y fina.	14
6.00	29	30	30	60		24.3	LIMO ARENOSO (ML) Color Café Oscuro, no plástico, contiene 45% de arena gruesa, media y fina.	22
6.50	50	114	-	-		-	RECHAZO A LA PENETRACION. AVANCE CON PUNTA	-

Proyecto : "DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE PASO A DESNIVEL EN INTERSECCIÓN ENTRE LAS RUTAS CA04S-LIB04W, CARRETERA AL PUERTO DE LA LIBERTAD, SOBRE REDONDEL UTILA, MUNICIPIO DE SANTA TECLA, LA LIBERTAD"

Localización : DPTO. DE LA LIBERTAD

Estructura : PILA 1

Fecha Inicial : 18/11/2021

Sondeo No. 2 Elevación: 98.34

Herramienta de Avance : Penetración Normal

Operador : EF

Herramienta de Muestreo : Cuchara Partida

Peso Golpeador : 140 Lbs.

PROF. en (mts.)	RESISTENCIA A LA PENETRACIÓN				ESTRATO	HUMEDAD %	CLASIFICACIÓN	RECUPERACIÓN (cm)
	20	15	15	" N "				
0.50	5	6	5	11		34.1	LIMO ARENOSO (ML) Color Café, no plástico, contiene 45% de arena gruesa, media y fina.	35
1.00	7	13	29	42		24.4	ARENA LIMOSA (SM) Color Café, cont. Con ripio, no plástica, contiene 60% de arena gruesa, media y fina.	10
1.50	21	12	11	23		25.7	" " " "	25
2.00	13	7	5	12		25.1	" " " "	23
2.50	5	3	3	6		30.4	LIMO ORGANICO ARENOSO (OL) Color Café Oscuro, con pómez y 5.6% de mat. orgánica, no plástico, contiene 40% de arena gruesa, media y fina.	13
3.00	3	4	4	8		37.4	" " " " con 35% de arena gruesa, media y fina.	15
3.50	4	4	4	8		35.2	LIMO CON ARENA (ML) Color Café, no plástico, contiene 15% de arena media y fina.	23
4.00	5	4	8	12		32.5	" " " "	21
4.50	8	7	7	14		27.6	LIMO ARENOSO (ML) Color Café, no plástico, contiene 35% de arena gruesa, media y fina.	30
5.00	9	15	22	37		25.8	" " " "	20
5.50	13	12	24	36		31.0	" " " " con 40% de arena gruesa, media y fina. Saturado.	-
6.00	40	50	114	164		31.5	" " " "	-

Proyecto : "DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE PASO A DESNIVEL EN INTERSECCIÓN ENTRE LAS RUTAS CA04S-LIB04W, CARRETERA AL PUERTO DE LA LIBERTAD, SOBRE REDONDEL UTILA, MUNICIPIO DE SANTA TECLA, LA LIBERTAD"

Localización : DPTO. DE LA LIBERTAD

Estructura : PILA 2

Fecha Inicial : 18/11/2021

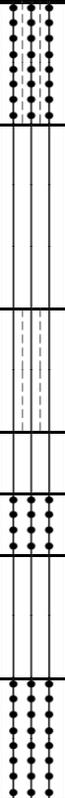
Sondeo No. 3 Elevación: 97.23

Herramienta de Avance : Penetración Normal

Operador : EF

Herramienta de Muestreo : Cuchara Partida

Peso Golpeador : 140 Lbs.

PROF. en (mts.)	RESISTENCIA A LA PENETRACIÓN				ESTRATO	HUMEDAD %	CLASIFICACIÓN	RECUPERACIÓN (cm)	
	20	15	15	" N "					
0.50	1	1	2	3		27.1	ARENA LIMOSA (SM) CON FINOS ORGANICOS Café Oscuro, con 5.6% de de mat. orgánica, no plástica, contiene 60% de arena gruesa, media y fina.	30	
1.00	4	4	6	10		35.6	" " "	23	
1.50	9	5	5	10		28.1	LIMO ARENOSO (ML) Color Café, con Frag. De roca, con esc. Volcanica. no plástico, contiene 35% de arena gruesa, media y fina. Saturado.	15	
2.00	5	10	10	20		14.9	" " "	20	
2.50	8	5	7	12		28.8	" " "	25	
3.00	6	4	5	9		36.8	LIMO ORGANICO CON ARENA (OL) Color Café Oscuro, con 5.6% de mat. orgánica, no plástico, con 15% de arena media y fina.	30	
3.50	5	5	5	10		39.0	" " "	23	
4.00	6	7	10	17		36.1	LIMO ARENOSO (ML) Color Café Claro, con pómez, no plástico, con 35% de arena gruesa, media y fina.	22	
4.50	9	5	6	11		37.9	ARENA LIMOSA (SM) Color Café Claro, con pómez, no plástica, contiene 80% de arena gruesa, media y fina.	17	
5.00	8	4	4	8		36.8	LIMO CON ARENA (ML) Color Café Claro, saturado, no plástico, contiene 15% de arena media y fina.	15	
5.50	4	2	15	17		40.1	LIMO ARENOSO (ML) Color Café Oscuro, no plástico, con 35% de arena gruesa, media y fina.	21	
6.00	42	22	11	33		25.5	ARENA LIMOSA (SM) Color Gris, no plástica, contiene 70% de arena gruesa, media y fina.	15	
6.50	21	50	114	164		27.5	" " "	16	
							RECHAZO A LA PENETRACION. AVANCE CON PUNTA		

Proyecto : "DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE PASO A DESNIVEL EN INTERSECCIÓN ENTRE LAS RUTAS CA04S-LIB04W, CARRETERA AL PUERTO DE LA LIBERTAD, SOBRE REDONDEL UTILA, MUNICIPIO DE SANTA TECLA, LA LIBERTAD"

Localización : DPTO. DE LA LIBERTAD

Estructura : **ESTRIBO DE ENTRADA**

Fecha Inicial : 18/11/2021

Sondeo No. **4** Elevación: **95.42**

Herramienta de Avance : **Penetración Normal**

Operador : **EF**

Herramienta de Muestreo : **Cuchara Partida**

Peso Golpeador : **140 Lbs.**

PROF. en (mts.)	RESISTENCIA A LA PENETRACIÓN				ESTRATO	HUMEDAD %	CLASIFICACIÓN	RECUPERACIÓN (cm)
	20	15	15	" N "				
0.50	4	8	10	18		23.7	LIMO ORGANICO ARENOSO (OL) Color Café Oscuro, con 5.6% de mat. orgánica, no plástico, con 40% de arena gruesa, media y fina.	13
1.00	20	16	10	26		23.6	LIMO ARENOSO (ML) Color Café, no plástico, con 40% de arena gruesa, media y fina.	25
1.50	5	3	4	7		35.8	LIMO CON ARENA (ML) Color Café, no plástico, contiene 15% de arena media y fina.	20
2.00	5	2	4	6		35.8	LIMO ORGANICO CON ARENA (OL) Color Café Oscuro, con 5.6% de mat. orgánica, no plástico, con 15% de arena media y fina. Saturado.	13
2.50	3	1	5	6		33.7	" " " " Saturado.	16
3.00	9	5	4	9		15.3	LIMO ARENOSO (ML) Color Café, no plástico, con 40% de arena gruesa, media y fina.	22
3.50	3	2	3	5		36.7	" " " " con pómez, café claro, con 35% de arena gruesa, media y fina.	15
4.00	5	7	8	15		35.3	ARENA LIMOSA (SM) Color Café Claro, con pómez, no plástica, contiene 80% de arena gruesa, media y fina.	20
4.50	13	11	9	20		38.4	" " " "	17
5.00	12	8	5	13		24.1	" " " " contiene 65% de arena gruesa, media y fina.	23
5.50	5	2	5	7		55.8	LIMO ARENOSO (ML) Color Café Oscuro, no plástico, con 35% de arena gruesa, media y fina.	16
6.00	16	14	26	40		31.2	" " " " color café, con 40% de arena gruesa, media y fina.	26
6.50	29	50	114	164		29.2	ARENA LIMOSA (SM) Color Gris, saturado, no plástica, contiene 70% de arena gruesa, media y fina.	20
							RECHAZO A LA PENETRACION. AVANCE CON PUNTA	

Proyecto : "DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE PASO A DESNIVEL EN INTERSECCIÓN ENTRE LAS RUTAS CA04S-LIB04W, CARRETERA AL PUERTO DE LA LIBERTAD, SOBRE REDONDEL UTILA, MUNICIPIO DE SANTA TECLA, LA LIBERTAD"

Localización : DPTO. DE LA LIBERTAD

Estructura : ISLETA DE ENTRADA

Fecha Inicial : 18/11/2021

Sondeo No. 5 Elevación: 95.69

Herramienta de Avance : Penetración Normal

Operador : EF

Herramienta de Muestreo : Cuchara Partida

Peso Golpeador : 140 Lbs.

PROF. en (mts.)	RESISTENCIA A LA PENETRACIÓN				ESTRATO	HUMEDAD %	CLASIFICACIÓN	RECUPERACIÓN (cm)
	20	15	15	" N "				
0.50	18	24	28	52		12.2	ARENA LIMOSA (SM) Color Café, no plástica, contiene 65% de arena gruesa, media y fina.	15
1.00	29	22	15	37		21.3	" " " " con pómez, café claro,	25
1.50	11	9	11	20		23.0	" " " "	20
2.00	14	16	19	35		10.9	" " " " con grava, color café, con 60% de arena gruesa, media y fina.	10
2.50	13	7	8	15		27.4	LIMO ORGANICO ARENOSO (OL) Color Café Oscuro, con 5.6% de mat. orgánica, no plástico, con 35% de arena gruesa, media y fina.	25
3.00	16	8	13	21		24.3	" " " "	21
3.50	13	9	9	18		25.0	ARENA LIMOSA (SM) Color Café Claro, con pómez, no plástica, contiene 60% de arena gruesa, media y fina.	23
4.00	13	14	17	31		26.7	" " " " contiene 70% de arena gruesa, media y fina.	20
4.50	12	7	9	16		30.7	LIMO CON ARENA (ML) Color Café Claro, no plástico, contiene 15% de arena media y fina.	23
5.00	24	17	22	39		25.0	ARENA LIMOSA (SM) Color Café, no plástica, contiene 65% de arena gruesa, media y fina.	17
5.50	47	40	50	90		24.1	" " " " color gris.	15
6.00	114	-	-	-		-	-	RECHAZO A LA PENETRACION. AVANCE CON PUNTA

Página intencionalmente en
blanco para congruencia entre
versiones impresa y digital.



INFORME DE ESTUDIO GEOTECNICO

ADJUNTO No. 3 TABLA RESUMEN DE ENSAYOS DE PERFORACION ROTATIVA

Página intencionalmente en
blanco para consistencia entre
versiones impresa y digital

SONDEO ROTATIVO 1 (SR1)

PROFUNDIDAD		Identificación de la Muestra SUCS Preliminar	SPT			N (CAMPO)	HUMEDAD %	% Gravas	% Arenas	% Finos	Límites de Atterberg		% Materia Orgánica	Gravedad Especifica	SUCS	Identificación de la muestra en laboratorio (observación)	AASHTO
De metros	a metros		15 cm	15 cm	15 cm						LL%	IP%					
0.00	1.05	SM Arena limosa color café claro ±50% Arena gruesa, media y fina, finos plásticos					---	5	47	48	28	5	---	---	SM Arena limosa, color café, finos plásticos (a partir de 0.60)	A-4(0)	
1.05	1.50	SM Arena limosa color café claro ±50% Arena gruesa, media y fina, finos plásticos	6	6	7	13	23.8	---	---	---	---	---	---	---			
1.50	2.55	SM Arena limosa color café claro ±50% Arena gruesa, media y fina, finos plásticos					---	---	---	---	---	---	---	---			
2.55	3.00	SM Arena limosa color café claro ±50% Arena gruesa, media y fina, finos plásticos	5	5	5	10	26.5	---	---	---	---	---	---	---			
3.00	4.05	SM Arena limosa con pómez color café claro ±65% Arena gruesa, media y fina, finos no plásticos					---	6	53	41	---	---	---	---	SM Arena Limosa con pómez, color café, finos no plásticos (a partir de 3.30 m)	A-4(0)	
4.05	4.50	SM Arena limosa con pómez color café claro ±65% Arena gruesa, media y fina, finos no plásticos	2	3	6	9	28.1	---	---	---	---	---	---	---			
4.50	5.55	SM Arena limosa c/F. Orgánicos, color café oscuro ±70% Arena gruesa, media y fina, finos no plásticos					---	7	62	31	---	---	2	---	SM Arena limosa contaminada con finos orgánicos, color café oscuro, finos no plásticos. (a partir de 4.75 m)	A-2-4(0)	
5.55	6.00	SM Arena limosa c/F. Orgánicos, color café oscuro ±70% Arena gruesa, media y fina, finos no plásticos	14	40	35	75	27.2	---	---	---	---	---	---	---			
6.00	7.05	SM Arena limosa c/Frag. Toba, color café ±60% Arena gruesa, media y fina, finos no plásticos					---	---	---	---	---	---	---	---			
7.05	7.40	SM Arena limosa c/Frag. Toba, color café ±55% Arena gruesa, media y fina, finos no plásticos	4	40	50	90	41.2	32	59	9	---	---	---	---			
7.40	8.55	SP-SM Arena mal graduada, color gris ±80% Arena gruesa, media y fina, finos no plásticos					---	---	---	---	---	---	---	---	SW-SM Arena bien graduada con limo y grava, color gris, finos no plásticos. (a partir de 7.50 m)	A-1-a(0)	
8.55	9.00	SP-SM Arena mal graduada, color café ±60% Arena gruesa, media y fina, finos no plásticos	2	2	4	6	48.1	---	---	---	---	---	---	---			

SONDEO ROTATIVO 1 (SR1)

PROFUNDIDAD		Identificación de la Muestra SUCS Preliminar	SPT			N (CAMPO)	HUMEDAD %	% Gravas	% Arenas	% Finos	Límites de Atterberg		% Materia Orgánica	Gravedad Específica	SUCS	Identificación de la muestra en laboratorio (observación)	AASHTO
De metros	a metros		15 cm	15 cm	15 cm						LL%	IP%					
9.00	10.05	SM Arena limosa con pómez color café claro ±55% Arena gruesa, media y fina, finos plásticos					---	5	56	39	35	9	---	---	SM	Arena limosa, color café, finos plásticos. (a partir de 9.00 m)	A-4(0)
10.05	10.50	CL Arcilla con arena, color café ± 20% Arena media y fina, finos plásticos	4	5	6	11	33.1	---	---	---	---	---	---	---			
10.50	11.55	CL Arcilla con arena, color café ± 20% Arena media y fina, finos plásticos					---	0	39	61	36	13	---	---	CL	Arcilla ligera arenosa, color café. (a partir de 10.50 m)	A-6(6)
11.55	12.00	CL Arcilla con arena, color café ± 20% Arena media y fina, finos plásticos	4	8	14	22	54.0	---	---	---	---	---	---	---			
12.00	13.05	ML Limo arenoso, color café y fragmentos de toba ± 35% Arena gruesa, media y fina, finos no plásticos					---	---	---	---	---	---	---	---			
13.05	13.50	SM Arena limosa color café ±55% Arena gruesa, media y fina, finos no plásticos	12	14	14	28	45.9	---	---	---	---	---	---	---			
13.50	14.55	SM Arena limosa color café ±55% Arena gruesa, media y fina, finos no plásticos					---	2	59	39	---	---	---	---	SM	Arenalimosa, color café, finos no plásticos. (a partir de 13.50 m)	A-4(0)
14.55	15.00	SM Arena limosa color café ±60% Arena gruesa, media y fina, finos no plásticos	8	11	14	25	45.1	---	---	---	---	---	---	---			
15.00	16.05	SM Arena limosa color café ±70% Arena gruesa, media y fina, finos no plásticos					---	---	---	---	---	---	---	---			
16.05	16.50	SM Arena limosa color café ±70% Arena gruesa, media y fina, finos no plásticos	14	18	20	38	29.4	---	---	---	---	---	---	---			
16.50	17.55	SM Arena limosa color café ±70% Arena gruesa, media y fina, finos no plásticos					---	2	57	41	---	---	---	---	SM	Arena limosa, color gris, finos no plásticos. (a partir de 16.50 m)	A-4(0)
17.55	18.00	SM Arena limosa color café ±55% Arena gruesa, media y fina, finos no plásticos	11	14	20	34	51.9	---	---	---	---	---	---	---			
18.00	19.05	SM Arena limosa color café claro ±85% Arena gruesa, media y fina, finos no plásticos					---	---	---	---	---	---	---	---			
19.05	19.50	SM Arena limosa color café claro ±85% Arena gruesa, media y fina, finos no plásticos	10	14	17	31	59.6	---	---	---	---	---	---	---			

SONDEO ROTATIVO 1 (SR1)

PROFUNDIDAD		Identificación de la Muestra SUCS Preliminar	SPT			N (CAMPO)	HUMEDAD %	% Gravos	% Arenas	% Finos	Límites de Atterberg		% Materia Orgánica	Gravedad Específica	SUCS	Identificación de la muestra en laboratorio (observación)	AASHTO
De metros	a metros		15 cm	15 cm	15 cm						LL%	IP%					
19.50	20.55	SW-SM Arena pomítica bien graduada, color café claro ±85% Arena gruesa, media y fina, finos no plásticos					---	---	---	---	---	---	---	SW-SM	Arena bien graduada con limo, color café claro, finos no plásticos. (a partir de 19.50 m)	A-1-b(0)	
20.55	21.00	SW-SM Arena pomítica bien graduada, color café claro ±85% Arena gruesa, media y fina, finos no plásticos	13	13	19	32	48.2	---	---	---	---	---	---				
21.00	22.05	MH Limo con arena, color café ±20% Arena gruesa, media y fina, finos plásticos					---	---	---	---	---	---	---				
22.05	22.50	MH Limo con arena, color café ±20% Arena gruesa, media y fina, finos plásticos	6	8	11	19	63.5	---	---	---	---	---	---				
22.50	23.55	MH Limo con arena, color café ±20% Arena gruesa, media y fina, finos plásticos					---	1	30	69	51	14	---	MH	Limo elástico arenoso, color café. (a partir de 22.50 m)	A-7-5(11)	
23.55	24.00	MH Limo con arena, color café ±15% Arena gruesa, media y fina, finos plásticos	4	5	6	11	47.5	---	---	---	---	---	---				
24.00	25.05	MH Limo con arena, color café ±15% Arena gruesa, media y fina, finos plásticos					---	---	---	---	---	---	---				
25.05	25.50	MH Limo con arena, color café ±15% Arena gruesa, media y fina, finos plásticos	4	3	8	11	77.9	---	---	---	---	---	---				
25.50	26.55	ML Limo arenoso, color café ±35% Arena gruesa, media y fina, finos no plásticos					---	1	49	50	---	---	---	ML	Limo arenoso, color café, finos no plásticos. (a partir de 25.50 m)	A-4(0)	
26.55	27.00	ML Limo arenoso, color café ±20% Arena gruesa, media y fina, finos plásticos	4	7	11	18	73.6	---	---	---	---	---	---				
27.00	28.05	ML Limo arenoso, color café ±40% Arena gruesa, media y fina, finos plásticos					---	---	---	---	---	---	---				
28.05	28.50	ML Limo arenoso, color café ±40% Arena gruesa, media y fina, finos plásticos	8	14	16	30	51.2	---	---	---	---	---	---				

SONDEO ROTATIVO 1 (SR1)

PROFUNDIDAD		Identificación de la Muestra SUCS Preliminar	SPT			N (CAMPO)	HUMEDAD %	% Gravas	% Arenas	% Finos	Límites de Atterberg		% Materia Orgánica	Gravedad Específica	SUCS	Identificación de la muestra en laboratorio (observación)	AASHTO
De metros	a metros		15 cm	15 cm	15 cm						LL%	IP%					
28.50	29.55	ML Limo arenoso, color café claro ±45% Arena gruesa, media y fina, finos plásticos					---	0	18	82	43	14	---	---	ML	Limo con arena, color café claro, finos plásticos. (a partir de 28.50 m)	A-7-6(13)
29.55	30.00	ML Limo arenoso, color café claro ±35% Arena media y fina, finos plásticos	6	11	14	25	37.0	---	---	---	---	---	---	---			
30.00	31.05	ML Limo arenoso, color café claro ±35% Arena gruesa, media y fina, finos plásticos					---	---	---	---	---	---	---	---			
31.05	31.50	ML Limo arenoso, color café claro ±35% Arena media y fina, finos plásticos	14	13	15	28	38.6	---	---	---	---	---	---	---			
31.50	32.55	ML Limo arenoso, color café claro ±35% Arena gruesa, media y fina, finos plásticos					---	4	34	62	40	10	---	---	ML	Limo arenoso, color café claro, finos plásticos. (a partir de 31.50 m)	A-4(5)
32.55	33.00	MH Limo arenoso, color café claro ±30% Arena gruesa, media y fina, finos plásticos	9	13	17	30	35.6	---	---	---	---	---	---	---			
33.00	34.00	MH Limo arenoso, color café claro ±30% Arena gruesa, media y fina, finos plásticos					---	---	---	---	---	---	---	---	MH	Limo elástico arenoso, color café, finos plásticos. (a partir de 33.00 m)	A-7-5(14)

SONDEO ROTATIVO 2 (SR2)

DISEÑO Y CONSTRUCCION DE PASO A DESNIVEL EN INTERSECCION ENTRE LAS RUTAS CA045 – LIB04W, CARRETERA AL PUERTO DE LA LIBERTAD, SOBRE REDONDEL UTILA, MUNICIPIO DE SANTA TECLA, LA LIBERTAD.

PROFUNDIDAD		Identificación de la Muestra SUCS Preliminar	SPT			N (CAMPO)	HUMEDAD %	% Gravas	% Arenas	% Finos	Límites de Atterberg		% Materia Orgánica	Gravedad Específica	SUCS	Identificación de la muestra en laboratorio (observación)	AASHTO
De metros	a metros		15 cm	15 cm	15 cm						LL%	IP%					
0.00	1.05	OL	Limo orgánico arenoso, color café oscuro ±40% arena gruesa, media y fina, finos no plásticos				---	---	---	---	---	---	---	OL	Limo orgánico arenoso, color café oscuro, finos no plásticos. (a partir de 1.90 m)	A-4(0)	
1.05	1.50	SM	Arena limosa con pómez, color café ±65% arena gruesa, media y fina, finos no plásticos	5	5	5	10	26.2	---	---	---	---	---				
1.50	2.55	OL	Limo orgánico arenoso, color café oscuro ±40% arena gruesa, media y fina, finos no plásticos					---	0	43	57	---	4.9				
2.55	3.00	OL	Limo orgánico arenoso, color café oscuro ±40% arena gruesa, media y fina, finos no plásticos	1	3	3	6	42.4	---	---	---	---	---				
3.00	4.05	ML	Limo con arena, color café ±25% arena media y fina, finos no plásticos					---	0	27	73	---	---	ML	Limo con arena, color café, finos no plásticos. (a partir de 3.00 m)	A-4(0)	
4.05	4.50	ML	Limo arenoso con pómez, color café claro ±40% arena gruesa, media y fina, finos no plásticos	7	7	8	15	35.0	---	---	---	---	---				
4.50	5.55	SM	Arena limosa con frag. de toba, color café ±60% arena gruesa, media y fina, finos no plásticos					---	---	---	---	---	---				
5.55	5.65	SM	Arena limosa con frag. de toba, color café ±60% arena gruesa, media y fina, finos no plásticos	Rechazo 0.10 m			50	21.9	---	---	---	---	---				
5.65	7.05	SM	Arena limosa, color gris ±60% arena gruesa, media y fina, finos no plásticos					---	3	55	42	---	---	SM	Arena limosa con fragmentos de toba, color gris, finos no plásticos. (a partir de 5.65 m)	A-4(0)	
7.05	7.50	SM	Arena limosa, color gris ±70% arena gruesa, media y fina, finos no plásticos	22	23	28	51	23.1	---	---	---	---	---				
7.50	8.55	SM	Arena limosa con frag. de toba, color gris ±65% arena gruesa, media y fina, finos no plásticos					---	---	---	---	---	---				
8.55	9.00	ML	Limo arenoso con pómez, color café ±40% arena gruesa, media y fina, finos no plásticos	3	2	7	9	47.5	---	---	---	---	---				

SONDEO ROTATIVO 2 (SR2)

DISEÑO Y CONSTRUCCION DE PASO A DESNIVEL EN INTERSECCION ENTRE LAS RUTAS CA045 – LIB04W, CARRETERA AL PUERTO DE LA LIBERTAD, SOBRE REDONDEL UTILA, MUNICIPIO DE SANTA TECLA, LA LIBERTAD.

PROFUNDIDAD		Identificación de la Muestra SUCS Preliminar	SPT			N (CAMPO)	HUMEDAD %	% Gravas	% Arenas	% Finos	Límites de Atterberg		% Materia Orgánica	Gravedad Específica	SUCS	Identificación de la muestra en laboratorio (observación)	AASHTO
De metros	a metros		15 cm	15 cm	15 cm						LL%	IP%					
9.00	10.05	SM	Arena limosa, color café ±60% arena gruesa, media y fina, finos no plásticos				---	19	54	27	---	---	---	---	SM	Arena limosa con grava, color café, finos no plásticos. (a partir de 9.25 m)	A-2-4(0)
10.05	10.50	SM	Arena limosa, color café ±70% arena gruesa, media y fina, finos no plásticos	5	6	19	25	38.6	---	---	---	---	---	---			
10.50	11.55	SM	Arena limosa, color café ±70% arena gruesa, media y fina, finos no plásticos				---	9	54	37	---	---	---	---	SM	Arena limosa, color café, finos no plásticos. (a partir de 10.50 m)	A-4(0)
11.55	12.00	ML	Limo con arena, color café ±20% arena media y fina, finos no plásticos	6	5	7	12	51.2	---	---	---	---	---				
12.00	13.05	ML	Limo arenoso, color café ±35% arena media y fina, finos no plásticos					---	---	---	---	---	---				
13.05	13.50	SM	Arena limosa, color café ±60% arena gruesa, media y fina, finos no plásticos	7	7	8	15	35.0	---	---	---	---	---				
13.50	14.55	SM	Arena limosa, color café ±60% arena gruesa, media y fina, finos no plásticos					---	4	55	41	31	11	---	SC	Arena arcillosa, color café. (a partir de 13.90 m)	A-6(1)
14.55	15.00	ML	Limo con arena, color café ±15% arena media y fina, finos plásticos	4	4	7	11	50.0	---	---	---	---	---				
15.00	16.05	ML	Limo con arena, color café ±15% arena media y fina, finos plásticos					---	---	---	---	---	---				
16.05	16.50	SM	Arena limosa con pómez, color café ±70% arena gruesa, media y fina, finos no plásticos	3	7	9	16	64.3	---	---	---	---	---				
16.50	17.55	SM	Arena limosa con pómez, color café ±70% arena gruesa, media y fina, finos no plásticos					---	18	66	16	---	---	---	SM	Arena limosa con grava y pómez, color café, finos no plásticos. (a partir de 16.70 m)	A-1-b(0)
17.55	18.00	SM	Arena limosa con pómez, color café ±70% arena gruesa, media y fina, finos no plásticos	9	14	16	30	46.8	---	---	---	---	---				

SONDEO ROTATIVO 2 (SR2)

DISEÑO Y CONSTRUCCION DE PASO A DESNIVEL EN INTERSECCION ENTRE LAS RUTAS CA045 – LIB04W, CARRETERA AL PUERTO DE LA LIBERTAD, SOBRE REDONDEL UTILA, MUNICIPIO DE SANTA TECLA, LA LIBERTAD.

PROFUNDIDAD		Identificación de la Muestra SUCS Preliminar	SPT			N (CAMPO)	HUMEDAD %	% Gravas	% Arenas	% Finos	Límites de Atterberg		% Materia Orgánica	Gravedad Específica	SUCS	Identificación de la muestra en laboratorio (observación)	AASHTO
De metros	a metros		15 cm	15 cm	15 cm						LL%	IP%					
18.00	19.05	SM	Arena limosa, color café ±60% arena gruesa, media y fina, finos no plásticos				---	2	66	32	---	---	---	---	SM	Arena limosa con pómez, color café, finos no plásticos. (a partir de 18.00 m)	A-2-4(0)
19.05	19.50	SM	Arena limosa, color café ±70% arena gruesa, media y fina, finos no plásticos			14	12	12	24	55.2	---	---	---	---			
19.50	20.55	SM	Arena limosa, color café ±70% arena gruesa, media y fina, finos no plásticos							---	---	---	---				
20.55	21.00	SM	Arena limosa, color café ±70% arena gruesa, media y fina, finos no plásticos			9	13	17	30	68.6	---	---	---	---			
21.00	22.05	SM	Arena limosa, color café ±55% arena gruesa, media y fina, finos no plásticos							---	5	57	38	---	SM	Arena limosa con pómez, color café, finos no plásticos. (a partir de 21.00 m)	A-4(0)
22.05	22.50	SM	Arena limosa, color café ±55% arena gruesa, media y fina, finos no plásticos			9	13	17	30	52.0	---	---	---	---			
22.50	23.55	SM	Arena limosa pomítica, color café ±80% arena gruesa, media y fina, finos no plásticos							---	---	---	---	---			
23.55	24.00	SM	Arena limosa pomítica, color café ±85% arena gruesa, media y fina, finos no plásticos			9	14	20	34	41.2	---	---	---	---			
24.00	25.05	SW-SM	Arena pomítica bien graduada, color café claro, finos no plásticos							---	5	87	8	---	SM-SW	Arena pomítica bien graduada con limo, color café claro, finos no plásticos. (a partir de 24.00 m)	A-1-b(0)
25.05	25.50	SW-SM	Arena pomítica bien graduada, color café claro, finos no plásticos			8	13	14	27	63.0	---	---	---	---			
25.50	26.55	SM	Arena con limo pomítica, color café ±65% arena gruesa, media y fina, finos no plásticos							---	0	40	60	50	MH	Limo elástico arenoso, color café. (a partir de 26.10 m)	A-7-5(9)
26.55	27.00	MH	Limo arenoso, color café ±45% arena gruesa, media y fina, finos plásticos			3	4	9	13	53.0	---	---	---	---			

SONDEO ROTATIVO 2 (SR2)

DISEÑO Y CONSTRUCCION DE PASO A DESNIVEL EN INTERSECCION ENTRE LAS RUTAS CA045 – LIB04W, CARRETERA AL PUERTO DE LA LIBERTAD, SOBRE REDONDEL UTILA, MUNICIPIO DE SANTA TECLA, LA LIBERTAD.

PROFUNDIDAD		Identificación de la Muestra SUCS Preliminar	SPT			N (CAMPO)	HUMEDAD %	% Gravas	% Arenas	% Finos	Límites de Atterberg		% Materia Orgánica	Gravedad Específica	SUCS	Identificación de la muestra en laboratorio (observación)	AASHTO
De metros	a metros		15 cm	15 cm	15 cm						LL%	IP%					
27.00	28.05	MH Limo arenoso, color café ±35% arena gruesa, media y fina, finos plásticos					---	2	33	65	51	17	---	---	MH	Limo elástico arenoso, color café. (a partir de 27.00 m)	A-7-5(11)
28.05	28.50	MH Limo arenoso, color café ±35% arena media y fina, finos plásticos	13	20	50	70	44.9	---	---	---	---	---	---	---			
28.50	29.55	MH Limo arenoso, color café ±35% arena media y fina, finos plásticos					---	---	---	---	---	---	---	---			
29.55	30.00	ML Limo con arena, color café ±15% arena media y fina, finos plásticos	12	23	30	53	50.6	---	---	---	---	---	---	---			
30.00	31.05	ML Limo con arena, color café ±15% arena media y fina, finos plásticos					---	---	---	---	---	---	---	---			
31.05	31.50	ML Limo con arena, color café ±15% arena media y fina, finos plásticos	7	10	13	23	43.3	---	---	---	---	---	---	---			
31.50	32.55	ML Limo arenoso con fragmentos de toba, color café ±35% arena gruesa, media y fina, finos plásticos					---	---	---	---	---	---	---	---			
32.55	33.00	ML Limo con arena, color café ±20% arena media y fina, finos plásticos	13	16	23	39	46.1	---	---	---	---	---	---	---			
33.00	34.05	ML Limo arenoso, color café ±45% arena gruesa, media y fina, finos plásticos					---	---	---	---	---	---	---	---			
34.05	34.50	ML Limo con arena, color café ±20% arena media y fina, finos plásticos	14	24	20	44	50.2	---	---	---	---	---	---	---			
34.50	35.55	MH Limo arenoso, color café claro ±45% arena gruesa, media y fina, finos plásticos					---	---	---	---	---	---	---	---	SM	Arena limosa, color café claro, finos plásticos. (a partir de 34.80 m)	A-7-5(7)
35.55	36.00	MH Limo con arena, color café ±20% arena media y fina, finos plásticos	15	8	9	17	73.7	---	---	---	---	---	---	---			
36.00	37.05	MH Limo con arena, color café ±15% arena media y fina, finos plásticos					---	---	---	---	---	---	---	---			
37.05	37.50	MH Limo con arena, color café ±15% arena media y fina, finos plásticos	5	6	10	16	70.6	---	---	---	---	---	---	---			

SONDEO ROTATIVO 3 (SR3)

DISEÑO Y CONSTRUCCION DE PASO A DESNIVEL EN INTERSECCION ENTRE LAS RUTAS CAD45 – LIB04W, CARRETERA AL PUERTO DE LA LIBERTAD, SOBRE REDONDEL UTILA, MUNICIPIO DE SANTA TECLA, LA LIBERTAD.

PROFUNDIDAD		Identificación de la Muestra SUCS Preliminar	SPT			N (CAMPO)	HUMEDAD %	% Gravas	% Arenas	% Finos	Límites de Atterberg		% Materia Orgánica	Gravedad Específica	SUCS	Identificación de la muestra en laboratorio (observación)	AASHTO
De metros	a metros		15 cm	15 cm	15 cm						LL%	IP%					
0.00	1.05		OL	Limo orgánico arenoso, color café oscuro ±45% arena gruesa, media y fina, finos no plásticos													
1.05	1.50	SM	Arena limosa con pomez, ripio, finos orgánicos, color café oscuro ±65% arena gruesa, media y fina, finos no plásticos	8	14	9	23	24.1	---	---	---	---	---	---			
1.50	2.55	OL	Limo orgánico arenoso, color café oscuro ±40% arena gruesa, media y fina, finos no plásticos					---	7	39	54	30	7	4.3	OL	Arcilla orgánica arenosa contaminado con ripio, color café oscuro, finos plásticos. (a partir de 1.50 m)	A-4(2)
2.55	3.00	OL	Limo orgánico arenoso, color café oscuro ±40% arena gruesa, media y fina, finos no plásticos	3	3	4	7	30.2	---	---	---	---	---	---			
3.00	4.05	OL	Limo orgánico arenoso, color café oscuro ±35% arena gruesa, media y fina, finos no plásticos					---	---	---	---	---	5.7	---			
4.05	4.50	SM	Arena limosa con pomez, color café claro ±70% arena media y fina, finos no plásticos	13	12	12	24	41.3	3	71	26	---	---	---	SM	Arena limosa con pomez, color café claro, finos no plásticos. (a partir de 4.50 m)	A-2-4(0)
4.50	5.55	SM	Arena limosa con pomez, color café claro ±70% arena media y fina, finos no plásticos					---	---	---	---	---	---	---			
5.55	6.00	ML	Limo arenoso, con pomez, color café claro ±30% arena media y fina, finos no plásticos	5	11	21	32	45.4	---	---	---	---	---	---			
6.00	7.05	SM	Arena limosa, color café claro ±75% arena media y fina, finos no plásticos					---	4	78	18	---	---	---	SM	Arena limosa, color café, finos no plásticos. (a partir de 6.20 m)	A-1-b(0)
7.05	7.15	SM	Arena limosa, consolidada, tipo toba, color café oscuro	Rechazo 0.10 m			50	26.0	---	---	---	---	---	---			
7.15	8.55	SM	Arena limosa, consolidada, tipo toba, color café oscuro					---	---	---	---	---	---	---			
8.55	9.00	SM	Arena limosa, color café oscuro ±70% arena gruesa, media y fina, finos no plásticos	20	18	9	27	26.7	---	---	---	---	---	---			
9.00	10.05	SM	Arena limosa, color café oscuro ±55% arena gruesa, media y fina, finos no plásticos					---	2	65	33	---	---	---	SM	Arena limosa, color café oscuro, finos no plásticos. (a partir de 9.00 m)	A-2-4(0)
10.05	10.50	SM	Arena limosa, color café ±50% arena gruesa, media y fina, finos no plásticos	4	5	6	11	41.0	---	---	---	---	---	---			

SONDEO ROTATIVO 3 (SR3)

DISEÑO Y CONSTRUCCION DE PASO A DESNIVEL EN INTERSECCION ENTRE LAS RUTAS CAD45 – LIB04W, CARRETERA AL PUERTO DE LA LIBERTAD, SOBRE REDONDEL UTILA, MUNICIPIO DE SANTA TECLA, LA LIBERTAD.

PROFUNDIDAD		Identificación de la Muestra SUCS Preliminar	SPT			N (CAMPO)	HUMEDAD %	% Gravas	% Arenas	% Finos	Límites de Atterberg		% Materia Orgánica	Gravedad Específica	SUCS	Identificación de la muestra en laboratorio (observación)	AASHTO
De metros	a metros		15 cm	15 cm	15 cm						LL%	IP%					
10.50	11.55	SM	Arena limosa, color café ±65% arena gruesa, media y fina, finos no plásticos				---	8	48	44	---	---	---	---	SM	Arena limosa, color café, finos no plásticos. (a partir de 10.50 m)	A-4(0)
11.55	12.00	SM	Arena limosa, color café ±55% arena gruesa, media y fina, finos no plásticos	4	8	14	22	37.2	28	54	18	---	---	---	SM	Arena limosa con grava volcánica(escoria), color café, finos no plásticos. (a partir de 11.10 m)	A-1-b(0)
12.00	13.05	SM	Arena limosa, color café ±55% arena gruesa, media y fina, finos no plásticos					---	7	56	37	---	---	---	SM	Arena limosa, color café, finos no plásticos. (a partir de 12.00 m)	A-4(0)
13.05	13.50	SM	Arena limosa, con fragmentos de roca color gris	13	12	6	18	34.3	31	55	14	---	---	---	SM	Arena limosa con grava y fragmentos de roca, color gris, finos no plásticos. (a partir de 12.60 m)	A-1-a(0)
13.50	14.55	ML	Limo arenoso, color café oscuro ±35% arena gruesa, media y fina, finos no plásticos					---	---	---	---	---	---	---			
14.55	15.00	CL	Arcilla con arena, color café ±25% arena media y fina, finos plásticos	4	4	6	10	38.6	---	---	---	---	---	---			
15.00	16.05	CL	Arcilla con arena, color café ±40% arena media y fina, finos plásticos					---	0	41	59	37	16	---	CL	Arcilla ligera arenosa, color café. (a partir de 15.00 m)	A-6(7)
16.05	16.50	CL	Arcilla con arena, color café ±15% arena media y fina, finos plásticos	4	4	5	9	39.4	---	---	---	---	---	---			
16.50	17.55	CL	Arcilla con arena, color café ±15% arena media y fina, finos plásticos					---	---	---	---	---	---	---			
17.55	18.00	CL	Arcilla con arena, color café ±15% arena media y fina, finos plásticos	4	6	9	15	53.8	---	---	---	---	---	---			
18.00	19.05	CL	Arcilla con arena, color café ±15% arena media y fina, finos plásticos					---	---	---	---	---	---	---			
19.05	19.50	SM	Arena limosa con pómez, color café claro ±55% arena gruesa, media y fina, finos no plásticos	15	14	16	30	45.5	---	---	---	---	---	---	SM	Arena limosa con pómez, color café, finos no plásticos. (a partir de 19.50 m)	A-4(0)
19.50	20.55	SM	Arena limosa con pómez, color café claro ±60% arena gruesa, media y fina, finos no plásticos					---	3	59	38	---	---	---			
20.55	21.00	SM	Arena limosa con gravilla de peso ligero, color café ±50% arena gruesa, media y fina, finos no plásticos	6	17	27	44	38.3	37	45	18	---	---	---			

SONDEO ROTATIVO 3 (SR3)

DISEÑO Y CONSTRUCCION DE PASO A DESNIVEL EN INTERSECCION ENTRE LAS RUTAS CAD45 – LIB04W, CARRETERA AL PUERTO DE LA LIBERTAD, SOBRE REDONDEL UTILA, MUNICIPIO DE SANTA TECLA, LA LIBERTAD.

PROFUNDIDAD		Identificación de la Muestra SUCS Preliminar	SPT			N (CAMPO)	HUMEDAD %	% Gravas	% Arenas	% Finos	Límites de Atterberg		% Materia Orgánica	Gravedad Específica	SUCS	Identificación de la muestra en laboratorio (observación)	AASHTO
De metros	a metros		15 cm	15 cm	15 cm						LL%	IP%					
21.00	22.05	SM	Arena limosa , color café ±55% arena gruesa, media y fina, finos no plásticos				---	0	51	49	---	---	---	---	SM	Arena limosa, color café, finos no plásticos. (a partir de 21.00 m)	A-4(0)
22.05	22.50	SM	Arena limosa , color café ±70% arena gruesa, media y fina, finos no plásticos			16	12	14	26	35.8	---	---	---	---			
22.50	23.55	SM	Arena limosa con grava, color café claro ±60% arena gruesa, media y fina, finos no plásticos				---	26	57	17	---	---	---	---	SM	Arena limosa con grava, color café, finos no plásticos. (a partir de 22.50 m)	A-1-b(0)
23.55	24.00	SM	Arena limosa con grava, color café claro ±60% arena gruesa, media y fina, finos no plásticos			10	17	28	45	50.3	---	---	---	---			
24.00	25.05	SM	Arena limosa, color café claro ±55% arena media y fina, finos no plásticos				---	---	---	---	---	---	---	---			
25.05	25.50	SM	Arena limosa, color café claro ±55% arena media y fina, finos no plásticos			8	10	13	23	82.4	---	---	---	---			
25.50	26.55	SM	Arena limosa pomítica, color café claro ±70% arena media y fina, finos no plásticos				---	5	73	28	---	---	---	---	SM	Arena limosa pomítica, color café claro, finos no plásticos. (a partir de 25.80 m)	A-1-b(0)
26.55	27.00	SM	Arena limosa pomítica, color café claro ±70% arena media y fina, finos no plásticos			9	11	14	25	42.1	---	---	---	---			
27.00	28.05	SM	Arena limosa pomítica, color café claro ±75% arena media y fina, finos no plásticos				---	---	---	---	---	---	---	---			
28.05	28.50	SM	Arena limosa pomítica, color café claro ±75% arena media y fina, finos no plásticos			10	14	16	30	61.6	---	---	---	---			
28.50	29.55	SM	Arena limosa pomítica, color café claro ±75% arena media y fina, finos no plásticos				---	---	---	---	---	---	---	---			
29.55	30.00	ML	Limo arenoso, color café ±30% arena gruesa, media y fina, finos plásticos			3	3	6	9	52.8	---	---	---	---			
30.00	31.05	ML	Limo arenoso, color café ±25% arena gruesa, media y fina, finos plásticos				---	---	---	---	---	---	---	---			

SONDEO ROTATIVO 3 (SR3)

DISEÑO Y CONSTRUCCION DE PASO A DESNIVEL EN INTERSECCION ENTRE LAS RUTAS CAD45 – LIB04W, CARRETERA AL PUERTO DE LA LIBERTAD, SOBRE REDONDEL UTILA, MUNICIPIO DE SANTA TECLA, LA LIBERTAD.

PROFUNDIDAD		Identificación de la Muestra SUCS Preliminar	SPT			N (CAMPO)	HUMEDAD %	% Gravas	% Arenas	% Finos	Límites de Atterberg		% Materia Orgánica	Gravedad Específica	SUCS	Identificación de la muestra en laboratorio (observación)	AASHTO
De metros	a metros		15 cm	15 cm	15 cm						LL%	IP%					
31.05	31.50	ML Limo arenoso, color café ±25% arena gruesa, media y fina, finos plásticos	5	9	14	23	76.7	1	27	72	49	17	---	---	ML	Limo con arena, color café, finos plásticos. (a partir de 31.05 m)	A-7-5(13)
31.50	32.55	ML Limo arenoso, color café ±25% arena gruesa, media y fina, finos plásticos					---	---	---	---	---	---	---	---			
32.55	33.00	ML Limo con arena, color café ±15% arena media y fina, finos plásticos	7	8	10	18	43.7	---	---	---	---	---	---	---			
33.00	34.05	ML Limo arenoso, color café ±25% arena gruesa, media y fina, finos plásticos					---	---	---	---	---	---	---	---			
34.05	34.50	ML Limo arenoso, color café ±25% arena gruesa, media y fina, finos plásticos	8	13	16	29	67.1	---	---	---	---	---	---	---			
34.50	35.00	ML Limo arenoso, color café ±25% arena gruesa, media y fina, finos plásticos					---	---	---	---	---	---	---	---			
35.00	35.55	ML Limo arenoso, color café ±25% arena gruesa, media y fina, finos plásticos					---	3	27	70	47	17	---	---	ML	Limo arenoso, color café, finos plásticos. (a partir de 35.30 m)	A-7-5(12)
35.55	36.00	ML Limo con arena y fragmentos de toba, color café ±30% arena gruesa, media y fina, finos plásticos	12	8	9	17	125.7	---	---	---	---	---	---	---			
36.00	37.05	ML Limo con arena, color café ±15% arena gruesa, media y fina, finos plásticos					---	---	---	---	---	---	---	---			
37.05	37.50	ML Limo arenoso, color café ±35% arena gruesa, media y fina, finos no plásticos	5	7	8	15	54.5	---	---	---	---	---	---	---			

SONDEO ROTATIVO 4 (SR4)

DISEÑO Y CONSTRUCCION DE PASO A DESNIVEL EN INTERSECCION ENTRE LAS RUTAS CA045 - LIB04W, CARRETERA AL PUERTO DE LA LIBERTAD, SOBRE REDONDEL UTILA, MUNICIPIO DE SANTA TECLA, LA LIBERTAD.

PROFUNDIDAD		Identificación de la Muestra SUCS Preliminar	SPT			N (CAMPO)	HUMEDAD %	% Gravas	% Arenas	% Finos	Límites de Atterberg		% Materia Orgánica	Gravedad Específica	SUCS	Identificación de la muestra laboratorio (observación)	AASHTO	
De metros	a metros		15 cm	15 cm	15 cm						LL%	IP%						
0.00	1.05	SM	Arena limosa con gravas color café ±55% arena gruesa, media y fina, finos no plásticos					---	6	47	47	---	---	3.5	---	SM	Arena limosa con finos orgánicos, color café oscuro, finos no plásticos. (a partir de 0.20 m)	A-4(0)
1.05	1.50	SM	Arena limosa con finos orgánicos color café ±50% arena gruesa, media y fina, finos no plásticos	5	6	6	12	33.3	---	---	---	---	---	---	---			
1.50	2.55	ML	Limo arenoso color café ±35% arena gruesa, media y fina, finos no plásticos					---	2	43	55	44	15	5.7	---	ML	Limo arenoso, color café, finos plásticos. (a partir de 1.50 m)	A-7-6(6)
2.55	3.00	OL	Limo orgánico con arena color café oscuro ±25% arena media y fina, finos no plásticos	4	5	6	11	32.2	---	---	---	---	---	---	---			
3.00	4.05	OL	Limo orgánico con arena color café oscuro ±25% arena media y fina, finos no plásticos					---	---	---	---	---	---	---	---			
4.05	4.50	SM	Arena limosa con pómez color café claro ±65% arena gruesa, media y fina, finos no plásticos	15	15	13	28	35.1	---	---	---	---	---	---	---			
4.50	5.55	SM	Arena limosa con pómez color café claro ±65% arena gruesa, media y fina, finos no plásticos					---	1	55	44	---	---	5.6	---	SM	Arena limosa con pómez, color café claro, finos no plásticos. (a partir de 4.50 m)	A-4(0)
5.55	6.00	ML	Limo Orgánicos arenoso, color café oscuro ±30% arena gruesa, media y fina, finos no plásticos	8	14	29	43	51.2	---	---	---	---	---	---	---			
6.00	7.05	SM	Arena limosa, color café claro ±65% arena gruesa, media y fina, finos no plásticos					---	---	---	---	---	---	---	---			
7.05	7.40	SM	Arena limosa, consolidada, color café ±80% arena gruesa, media y fina, finos no plásticos	19	24	49	73	26.3	---	---	---	---	---	---	---			
7.40	8.55	SM	Arena limosa, consolidada, color café ±75% arena gruesa, media y fina, finos no plásticos					---	---	---	---	---	---	---	---			
8.55	9.00	SM	Arena limosa, color café claro ±65% arena gruesa, media y fina, finos no plásticos	3	3	6	9	35.9	---	---	---	---	---	---	---			
9.00	10.05	SM	Arena limosa, color café claro ±65% arena gruesa, media y fina, finos no plásticos					---	---	---	---	---	---	---	---			
10.05	10.50	SM	Arena limosa, color café claro ±65% arena gruesa, media y fina, finos no plásticos	4	4	6	10	46.2	---	---	---	---	---	---	---			

SONDEO ROTATIVO 4 (SR4)

DISEÑO Y CONSTRUCCION DE PASO A DESNIVEL EN INTERSECCION ENTRE LAS RUTAS CA045 – LIB04W, CARRETERA AL PUERTO DE LA LIBERTAD, SOBRE REDONDEL UTILA, MUNICIPIO DE SANTA TECLA, LA LIBERTAD.

PROFUNDIDAD		Identificación de la Muestra SUCS Preliminar	SPT			N (CAMPO)	HUMEDAD %	% Gravos	% Arenas	% Finos	Límites de Atterberg		% Materia Orgánica	Gravedad Específica	SUCS	Identificación de la muestra laboratorio (observación)	AASHTO
De metros	a metros		15 cm	15 cm	15 cm						LL%	IP%					
10.50	11.55	SM Arena limosa, color café claro ±65% arena gruesa, media y fina, finos no plásticos					---	21	49	30	---	---	---	---	SM	Arena limosa congrava, color café, finos no plásticos. (a partir de 10.50)	A-2-4(0)
11.55	12.00	SM Arena limosa, color café claro ±70% arena gruesa, media y fina, finos no plásticos	6	6	7	13	45.0	---	---	---	---	---	---	---			
12.00	13.05	SM Arena limosa, color café claro ±65% arena gruesa, media y fina, finos no plásticos					---	---	---	---	---	---	---	---			
13.05	13.50	SM Arena limosa, color café claro ±80% arena gruesa, media y fina, finos no plásticos	18	14	17	31	32.8	---	---	---	---	---	---	---			
13.50	14.55	SM Arena limosa, color café claro ±50% arena gruesa, media y fina, finos no plásticos					---	5	47	48	---	---	---	---	SM	Arena limosa, color café, finos no plásticos. (a partir de 13.50 m)	A-4(0)
14.55	15.00	ML Limo con arena, color café claro ±20% arena gruesa, media y fina, finos no plásticos	5	14	10	24	38.9	---	---	---	---	---	---	---			
15.00	16.05	SM Arena limosa, color café ±60% arena gruesa, media y fina, finos no plásticos					---	---	---	---	---	---	---	---			
16.05	16.50	SM Arena limosa, color café ±60% arena gruesa, media y fina, finos no plásticos	10	9	9	18	33.2	---	---	---	---	---	---	---			
16.50	17.55	CL Arcilla con arena, color café ±25% arena media y fina, finos plásticos					---	0	29	71	40	16	---	---	CL	Arcilla ligera con arena, color café. (a partir de 16.50 m)	A-6(11)
17.55	18.00	SM Arena limosa con pómez, color café claro ±60% arena gruesa, media y fina, finos no plásticos	10	8	9	17	51.6	---	---	---	---	---	---	---			
18.00	19.05	ML Limo con arena, color café claro ±35% arena gruesa, media y fina, finos no plásticos					---	---	---	---	---	---	---	---			
19.05	19.50	ML Limo con arena, color café claro ±35% arena gruesa, media y fina, finos no plásticos	8	8	11	19	54.0	---	---	---	---	---	---	---			

SONDEO ROTATIVO 4 (SR4)

DISEÑO Y CONSTRUCCION DE PASO A DESNIVEL EN INTERSECCION ENTRE LAS RUTAS CA045 – LIB04W, CARRETERA AL PUERTO DE LA LIBERTAD, SOBRE REDONDEL UTILA, MUNICIPIO DE SANTA TECLA, LA LIBERTAD.

PROFUNDIDAD		Identificación de la Muestra SUCS Preliminar	SPT			N (CAMPO)	HUMEDAD %	% Gravos	% Arenas	% Finos	Límites de Atterberg		% Materia Orgánica	Gravedad Específica	SUCS	Identificación de la muestra laboratorio (observación)	AASHTO
De metros	a metros		15 cm	15 cm	15 cm						LL%	IP%					
19.50	20.55	SM	Arena limosa, color café ±50% arena gruesa, media y fina, finos no plásticos				---	4	52	44	---	---	---	---	SM	Arena limosa, color café, finos no plásticos. (a partir de 19.90 m)	A-4(0)
20.55	21.00	ML	Limo arenoso con fragmento de toba, color café ±40% arena gruesa, media y fina, finos no plásticos			35	30	24	54	36.5	---	---	---	---			
21.00	22.05	SM	Arena limosa con pómez, color café claro ±55% arena gruesa, media y fina, finos no plásticos				---	---	---	---	---	---	---	---			
22.05	22.50	SM	Arena limosa con pómez, color café claro ±55% arena gruesa, media y fina, finos no plásticos			11	14	17	31	36.3	---	---	---	---			
22.50	23.55	SM	Arena limosa con pómez, color café claro ±55% arena gruesa, media y fina, finos no plásticos				---	25	62	13	---	---	---	---	SM	Arena limosa con grava, color café, finos no plásticos. (a partir de 23.00 m)	A-1-b(0)
23.55	24.00	SM	Arena limosa con pómez, color café claro ±55% arena gruesa, media y fina, finos no plásticos			16	30	36	66	40.6	---	---	---	---			
24.00	25.05	ML	Limo arenoso, color café ±40% arena gruesa, media y fina, finos no plásticos				---	---	---	---	---	---	---	---			
25.05	25.50	ML	Limo arenoso, color café ±40% arena gruesa, media y fina, finos no plásticos			17	15	18	33	56.3	---	---	---	---			
25.50	26.55	ML	Limo arenoso con pómez, color café ±20% arena gruesa, media y fina, finos no plásticos				---	---	---	---	---	---	---	---			
26.55	27.00	ML	Limo arenoso con pómez, color café ±40% arena gruesa, media y fina, finos no plásticos			7	12	15	27	51.5	---	---	---	---			
27.00	28.05	SP-SM	Arena pomítica mal graduada, color café claro ±80% arena gruesa, media y fina, finos no plásticos				---	4	87	9	---	---	---	---	SW-SM	Arena bien graduada con limo, color café claro, finos no plásticos. (a partir de 27.30 m)	A-1-b(0)
28.05	28.50	SP-SM	Arena pomítica mal graduada, color café claro ±80% arena gruesa, media y fina, finos no plásticos			16	24	23	47	56.1	---	---	---	---			
28.50	29.55	SP-SM	Arena pomítica mal graduada, color café claro ±80% arena gruesa, media y fina, finos no plásticos				---	---	---	---	---	---	---	---			
29.55	30.00	SP-SM	Arena pomítica mal graduada, color café claro ±80% arena gruesa, media y fina, finos no plásticos			11	15	18	33	60.3	---	---	---	---			

SONDEO ROTATIVO 4 (SR4)

DISEÑO Y CONSTRUCCION DE PASO A DESNIVEL EN INTERSECCION ENTRE LAS RUTAS CA045 – LIB04W, CARRETERA AL PUERTO DE LA LIBERTAD, SOBRE REDONDEL UTILA, MUNICIPIO DE SANTA TECLA, LA LIBERTAD.

PROFUNDIDAD		Identificación de la Muestra SUCS Preliminar	SPT			N (CAMPO)	HUMEDAD %	% Gravos	% Arenas	% Finos	Límites de Atterberg		% Materia Orgánica	Gravedad Específica	SUCS	Identificación de la muestra laboratorio (observación)	AASHTO
De metros	a metros		15 cm	15 cm	15 cm						LL%	IP%					
30.00	31.05	SP-SM Arena pomítica mal graduada, color café claro ±80% arena gruesa, media y fina, finos no plásticos					---	---	---	---	---	---	---	SW-SM	Arena bien graduada con limo, color café claro, finos no plásticos. (a partir de 27.30 m)	A-1-b(0)	
31.05	31.50	ML Limo arenoso, color café ±40% arena gruesa, media y fina, finos no plásticos	20	14	14	28	51.8	---	---	---	---	---	---				
31.50	32.55	ML Limo arenoso, color café ±30% arena gruesa, media y fina, finos plásticos					---	1	32	67	49	18	---	ML	Limo arenoso, color café, finos plásticos, (a partir de 31.50 m)	A-7-5(12)	
32.55	33.00	ML Limo arenoso, color café ±30% arena gruesa, media y fina, finos plásticos	4	5	8	13	51.4	---	---	---	---	---	---				
33.00	34.05	ML Limo arenoso, color café ±35% arena gruesa, media y fina, finos plásticos					---	---	---	---	---	---	---				
34.05	34.50	ML Limo arenoso, color café ±35% arena gruesa, media y fina, finos plásticos	7	12	16	28	48.8	---	---	---	---	---	---				
34.50	35.55	ML Limo arenoso, color café ±35% arena gruesa, media y fina, finos plásticos					---	---	---	---	---	---	---				
35.55	36.00	ML Limo arenoso, color café ±30% arena gruesa, media y fina, finos no plásticos	9	9	22	31	65.9	---	---	---	---	---	---				
36.00	36.45	ML Limo arenoso, color café ±40% arena gruesa, media y fina, finos no plásticos					---	---	---	---	---	---	---				
36.45	37.50	ML Limo arenoso, color café ±40% arena gruesa, media y fina, finos no plásticos	11	15	21	36	59.7	---	---	---	---	---	---				



INFORME DE ESTUDIO GEOTECNICO

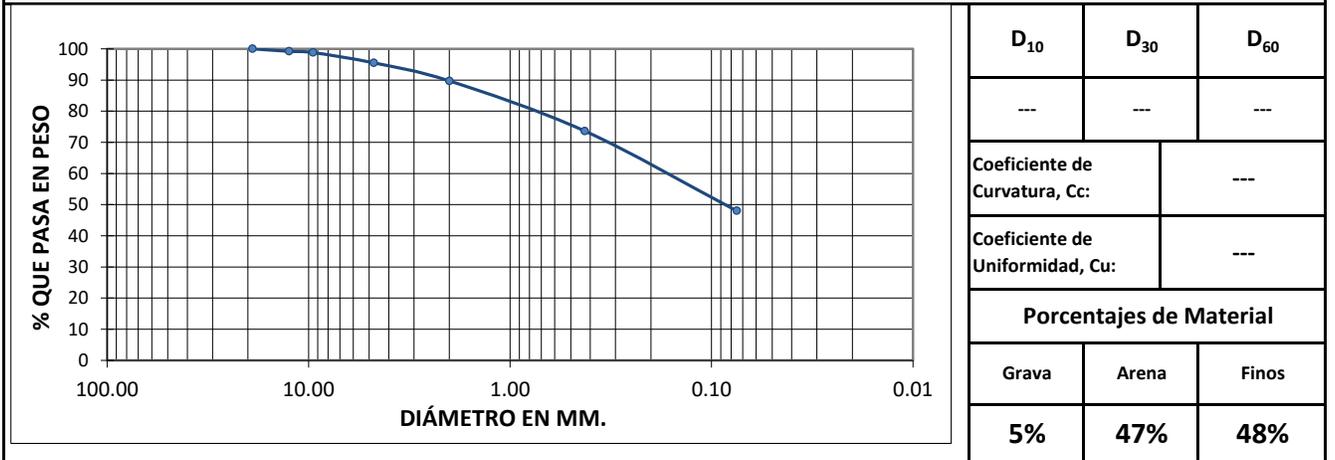
ADJUNTO No. 4 ENSAYOS DE LABORATORIO

Página intencionalmente en
blanco para consistencia entre
versiones impresa y digital

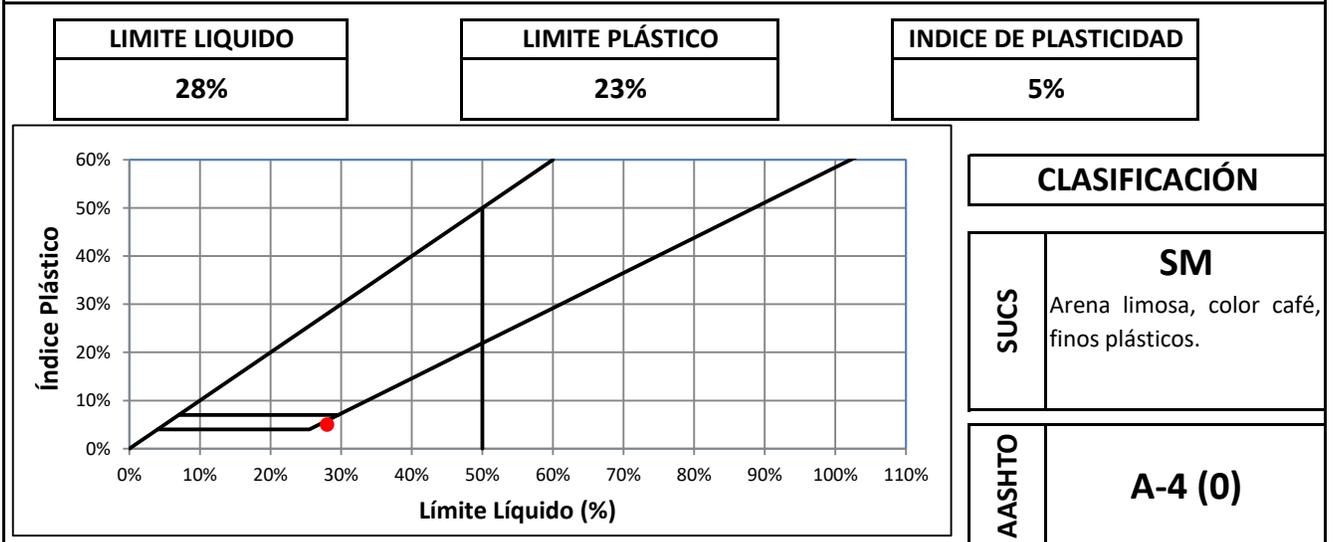
CLASIFICACIÓN DE SUELOS AASHTO M 145 (ASTM D 2487)

Proyecto: "CONSTRUCCIÓN DE PASO A DESNIVEL EN INTERSECCIÓN ENTRE LAS RUTAS CA04S - LIB04W, CARRETERA AL PUERTO DE LA LIBERTAD, SOBRE REDONDEL UTILA, MUNICIPIO DE SANTA TECLA, LA LIBERTAD."				
Solicitante: GRUPO ECON, S.A. DE C.V.				
Muestra No.: 1	Procedencia del Material: BARRENO SR - 1 Profundidad: 0.60 - 1.05 m		Coordenadas : N 13°39'45.52" O 89°16'40.95"	
Fecha de Ensayo: 6-dic-21	Fecha de Muestreo: 25-nov-21	Laboratorista: C. TORRES	Revisó: N.E.C.R.	

GRANULOMETRIA



LÍMITE LÍQUIDO, LÍMITE PLÁSTICO E ÍNDICE PLÁSTICO



ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO AASHTO T 27 (ASTM C 136)					
Proyecto: "CONSTRUCCIÓN DE PASO A DESNIVEL EN INTERSECCIÓN ENTRE LAS RUTAS CA04S - LIB04W, CARRETERA AL PUERTO DE LA LIBERTAD, SOBRE REDONDEL UTILA, MUNICIPIO DE SANTA TECLA, LA LIBERTAD."					
Solicitante: GRUPO ECON, S.A. DE C.V.					
Muestra No.: 1	Procedencia del Material: BARRENO SR- 1 Profundidad: 0.60 - 1.05 m			Coordenadas : N 13°39'45.52" O 89°16'40.95"	
Fecha de Ensayo: 30-nov-21	Fecha de Muestreo: 25-nov-21	Laboratorista: C. TORRES	Revisó: N.E.C.R.		

Peso Bruto (grs): 1,050.6 Tara (grs): 165.8 Peso Neto (grs): 884.8
MATERIAL GRUESO PSC (grs): 884.8

Malla	Peso Retenido Parcial (grs)	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% Que Pasa la Malla	Observaciones
2½"					Contenido de Humedad PH + Tara (grs): ---- PS + Tara (grs): ---- Humedad (grs): ---- PS Neto (grs): ---- Peso Tara (grs): ---- Humedad (%): ----
2"					
1½"					
1"					
¾"	0.0	0.0	0.0	100.0	
½"	7.1	0.8	0.8	99.2	
⅜"	3.6	0.4	1.2	98.8	
No. 4	29.3	3.3	4.5	95.5	
Pasa No. 4					
SUMAS					

MATERIAL TAMIZADO POR MALLA No. 4 Peso Neto (grs): --- PSC (grs): ---

Malla	Peso Retenido Parcial (grs)	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% Que Pasa la Malla	Observaciones
No. 10	50.9	5.8	10.3	89.7	GRAVA 5% ARENA 47% FINOS 48%
No. 40	142.5	16.1	26.4	73.6	
No. 200	226.9	25.6	52.0	48.0	
Pasa No. 200	424.5	48.0	100.0		
SUMAS	884.8	100.0			

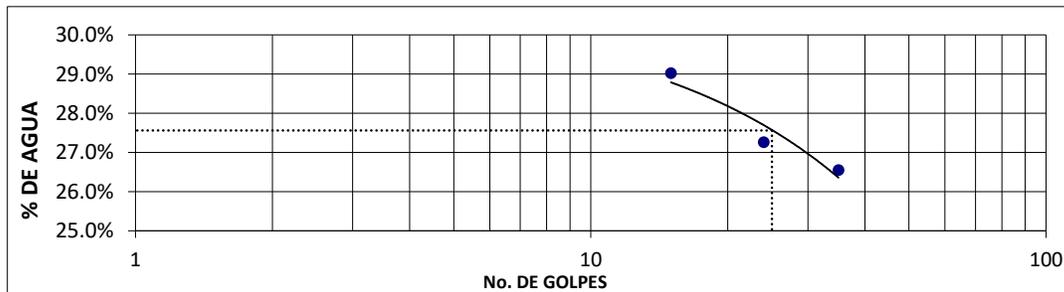


INFORME DE RESULTADOS DE LIMITES DE ATTERBERG ASTM D 4318-17			
Proyecto:* "CONSTRUCCIÓN DE PASO A DESNIVEL EN INTERSECCIÓN ENTRE LAS RUTAS CA04S - LIB04W, CARRETERA AL PUERTO DE LA LIBERTAD, SOBRE REDONDEL UTILA, MUNICIPIO DE SANTA TECLA, LA LIBERTAD."			
Solicitante:* GRUPO ECON, S.A. DE C.V.			
Ubicación:* DEPARTAMENTO DE LA LIBERTAD			
Procedencia del Material:* BARRENO SR- 1		profundidad:* 0.60 - 1.05 m	
Fecha de Ensayo: 30-nov-21	Laboratorista: D. FUENTES	Revisó: N.E.C.R.	
Grano máximo 12.50 mm	Porcentaje Retenido en la malla No 40 (Aprox.): 26.4%	Contenido de agua de muestra como es recibida (%): ----	
Método de Preparación de la muestra:	<input type="checkbox"/> Húmedo <input type="checkbox"/> Secado al horno <input checked="" type="checkbox"/> Secado al aire	Método utilizado para remover las partículas mayores a la malla No.40:	<input type="checkbox"/> Con la mano <input checked="" type="checkbox"/> Tamizado (seco) <input type="checkbox"/> Lavado
Realización <input checked="" type="checkbox"/> Manual Lim. Plas.: <input type="checkbox"/> Dispositivo de rolado	Dispositivo para Lim. Liq.: <input type="checkbox"/> Manual <input checked="" type="checkbox"/> Mecánico	Herramienta de Ranurado: <input checked="" type="checkbox"/> Metálica <input type="checkbox"/> Plástica	

Prueba No.	LIMITE LIQUIDO			LIMITE PLÁSTICO	
	1	2	3	1	2
No. de Golpes	35	24	15		
Cápsula No.	65	48	29	5	55
Peso Húmedo + Tara, g	29.70	30.02	29.46	20.45	20.80
Peso Seco + Tara, g	26.36	26.65	26.07	19.15	19.58
Peso Agua, g	3.34	3.37	3.39	1.30	1.22
Peso Tara, g	13.78	14.29	14.39	13.58	14.24
Peso Seco, g	12.58	12.36	11.68	5.57	5.34
Contenido de Agua %	26.6%	27.3%	29.0%	23.3%	22.8%

(*) Información proporcionada por el solicitante

Los resultados corresponden al material proporcionado por el solicitante

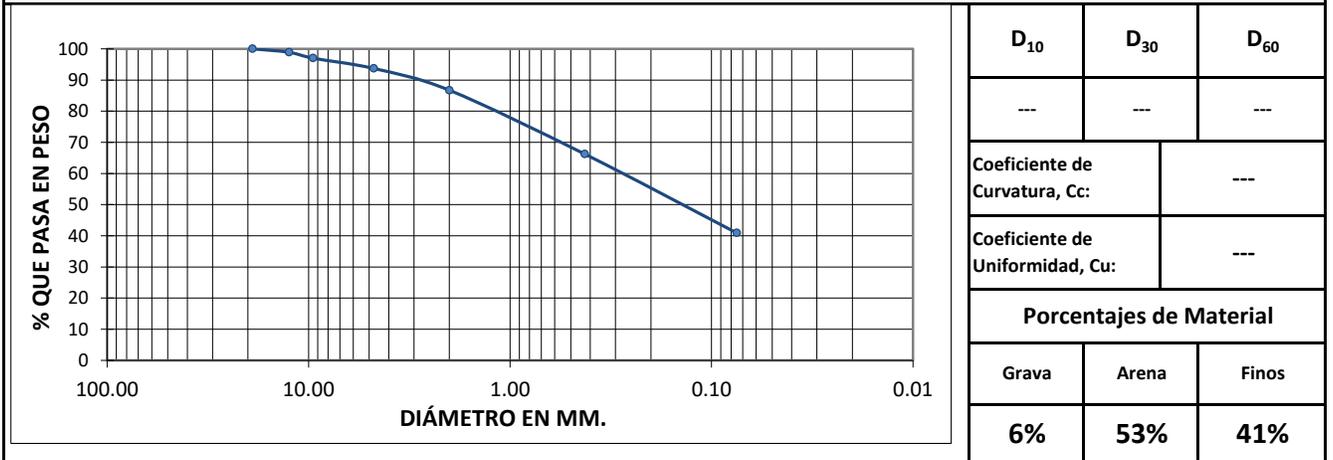


LIMITE LIQUIDO	28%
LIMITE PLÁSTICO	23%
ÍNDICE DE PLASTICIDAD	5%

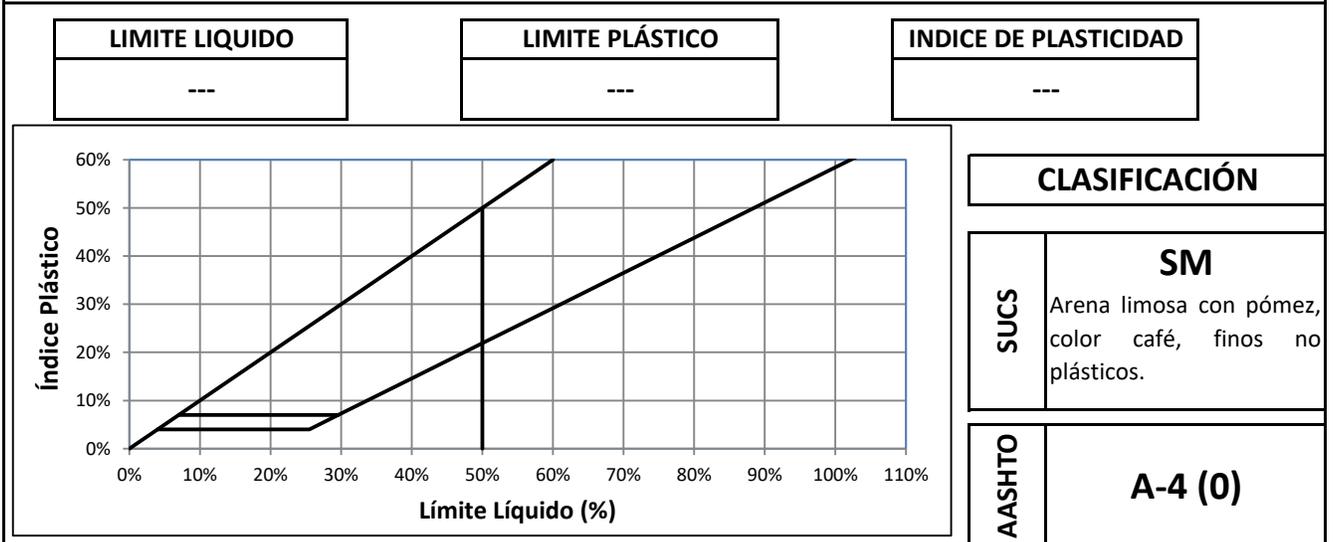
CLASIFICACIÓN DE SUELOS AASHTO M 145 (ASTM D 2487)

Proyecto: "CONSTRUCCIÓN DE PASO A DESNIVEL EN INTERSECCIÓN ENTRE LAS RUTAS CA04S - LIB04W, CARRETERA AL PUERTO DE LA LIBERTAD, SOBRE REDONDEL UTILA, MUNICIPIO DE SANTA TECLA, LA LIBERTAD."				
Solicitante: GRUPO ECON, S.A. DE C.V.				
Muestra No.: 2	Procedencia del Material: BARRENO SR - 1	Coordenadas : N 13°39'45.52"		
	Profundidad: 3.30 - 4.05 m	O 89°16'40.95"		
Fecha de Ensayo: 6-dic-21	Fecha de Muestreo: 25-nov-21	Laboratorista: C. TORRES	Revisó: N.E.C.R.	

GRANULOMETRIA



LÍMITE LÍQUIDO, LÍMITE PLÁSTICO E ÍNDICE PLÁSTICO



ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO AASHTO T 27 (ASTM C 136)					
Proyecto: "CONSTRUCCIÓN DE PASO A DESNIVEL EN INTERSECCIÓN ENTRE LAS RUTAS CA04S - LIB04W, CARRETERA AL PUERTO DE LA LIBERTAD, SOBRE REDONDEL UTILA, MUNICIPIO DE SANTA TECLA, LA LIBERTAD."					
Solicitante: GRUPO ECON, S.A. DE C.V.					
Muestra No.: 2	Procedencia del Material: BARRENO SR- 1 Profundidad: 3.30 - 4.05 m			Coordenadas : N 13°39'45.52" O 89°16'40.95"	
Fecha de Ensayo: 30-nov-21	Fecha de Muestreo: 25-nov-21		Laboratorista: C. TORRES	Revisó: N.E.C.R.	

Peso Bruto (grs): 1,162.3 Tara (grs): 151.0 Peso Neto (grs): 1,011.3
MATERIAL GRUESO PSC (grs): 1,011.3

Malla	Peso Retenido Parcial (grs)	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% Que Pasa la Malla	Observaciones
2½"					Contenido de Humedad PH + Tara (grs): ---- PS + Tara (grs): ---- Humedad (grs): ---- PS Neto (grs): ---- Peso Tara (grs): ---- Humedad (%): ----
2"					
1½"					
1"					
¾"	0.0	0.0	0.0	100.0	
½"	11.0	1.1	1.1	98.9	
⅜"	19.4	1.9	3.0	97.0	
No. 4	33.0	3.3	6.3	93.7	
Pasa No. 4					
SUMAS					

MATERIAL TAMIZADO POR MALLA No. 4 Peso Neto (grs): --- PSC (grs): ---

Malla	Peso Retenido Parcial (grs)	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% Que Pasa la Malla	Observaciones
No. 10	70.5	7.0	13.3	86.7	GRAVA 6% ARENA 53% FINOS 41%
No. 40	207.2	20.5	33.8	66.2	
No. 200	256.3	25.3	59.1	40.9	
Pasa No. 200	413.9	40.9	100.0		
SUMAS	1011.3	100.0			

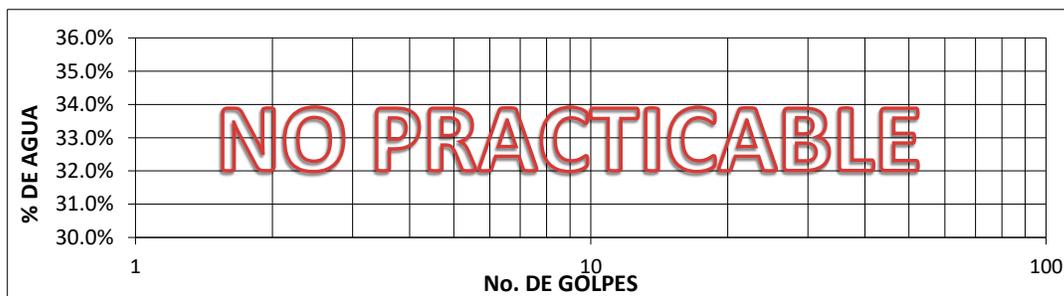


INFORME DE RESULTADOS DE LIMITES DE ATTERBERG ASTM D 4318-17			
Proyecto:* "CONSTRUCCIÓN DE PASO A DESNIVEL EN INTERSECCIÓN ENTRE LAS RUTAS CA04S - LIB04W, CARRETERA AL PUERTO DE LA LIBERTAD, SOBRE REDONDEL UTILA, MUNICIPIO DE SANTA TECLA, LA LIBERTAD."			
Solicitante:* GRUPO ECON, S.A. DE C.V.			
Ubicación:* DEPARTAMENTO DE LA LIBERTAD			
Procedencia del Material:* BARRENO SR- 1		profundidad:* 3.30 - 4.05 m	
Fecha de Ensayo: 30-nov-21	Laboratorista: C. TORRES	Revisó: N.E.C.R.	
Grano máximo Aproximado: 12.50 mm	Porcentaje Retenido en la malla No 40 (Aprox.): 33.8%	Contenido de agua de muestra como es recibida (%): ----	
Método de Preparación de la muestra:	<input type="checkbox"/> Húmedo <input checked="" type="checkbox"/> Secado al horno <input type="checkbox"/> Secado al aire	Método utilizado para remover las partículas mayores a la malla No.40:	<input type="checkbox"/> Con la mano <input checked="" type="checkbox"/> Tamizado (seco) <input type="checkbox"/> Lavado
Realización <input checked="" type="checkbox"/> Manual Lim. Plas.: <input type="checkbox"/> Dispositivo de rolado	Dispositivo para Lim. Liq.: <input checked="" type="checkbox"/> Manual <input type="checkbox"/> Mecánico	Herramienta de Ranurado: <input checked="" type="checkbox"/> Metálica <input type="checkbox"/> Plástica	

	LIMITE LIQUIDO		LIMITE PLÁSTICO	
Prueba No.				
No. de Golpes				
Cápsula No.				
Peso Húmedo + Tara, g				
Peso Seco + Tara, g	NO PRACTICABLE		NO PRACTICABLE	
Peso Agua, g				
Peso Tara, g				
Peso Seco, g				
Contenido de Agua %				

(*) Información proporcionada por el solicitante

Los resultados corresponden al material proporcionado por el solicitante.

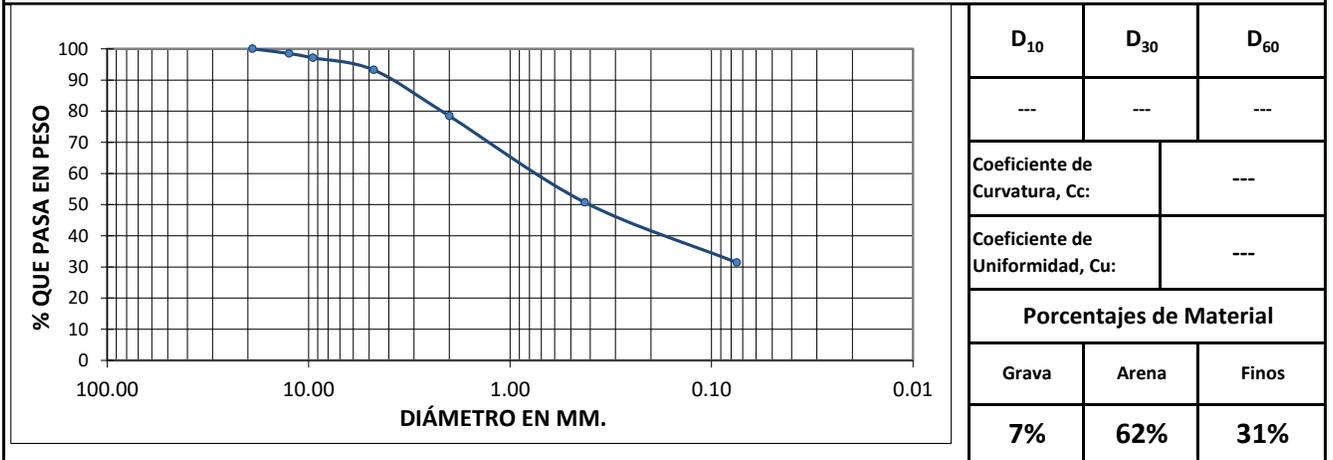


LIMITE LIQUIDO	---
LIMITE PLÁSTICO	---
ÍNDICE DE PLASTICIDAD	---

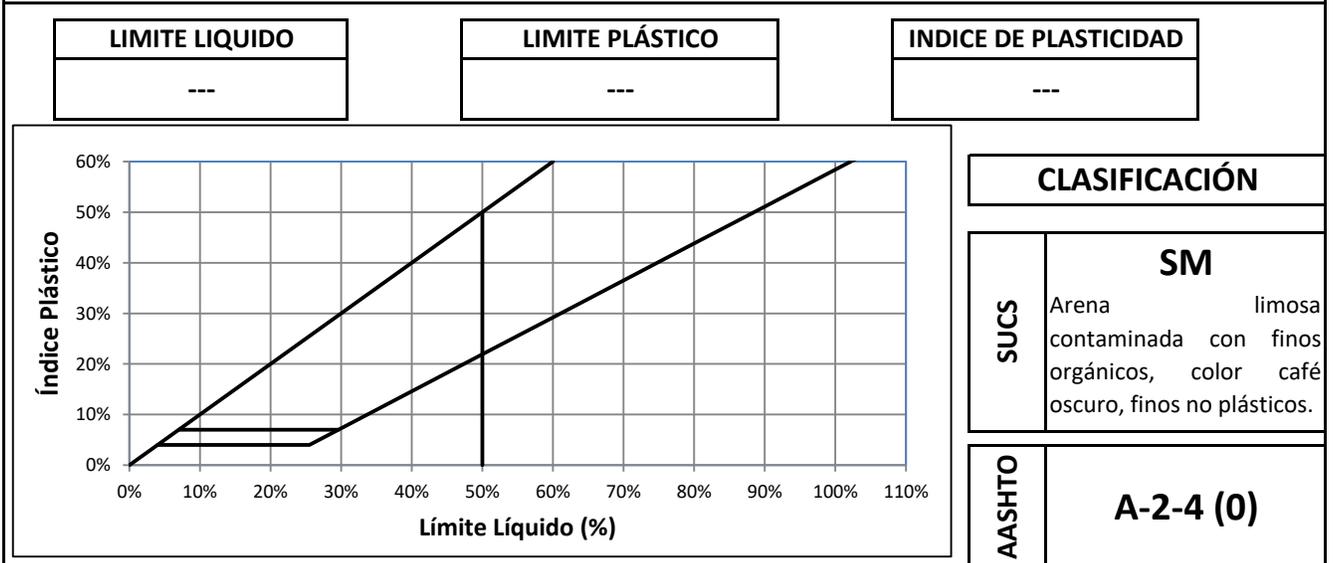
CLASIFICACIÓN DE SUELOS AASHTO M 145 (ASTM D 2487)

Proyecto: "CONSTRUCCIÓN DE PASO A DESNIVEL EN INTERSECCIÓN ENTRE LAS RUTAS CA04S - LIB04W, CARRETERA AL PUERTO DE LA LIBERTAD, SOBRE REDONDEL UTILA, MUNICIPIO DE SANTA TECLA, LA LIBERTAD."				
Solicitante: GRUPO ECON, S.A. DE C.V.				
Muestra No.: 3	Procedencia del Material: BARRENO SR - 1	Coordenadas : N 13°39'45.52"		
	Profundidad: 4.75 - 5.55 m	O 89°16'40.95"		
Fecha de Ensayo: 6-dic-21	Fecha de Muestreo: 25-nov-21	Laboratorista: C. TORRES	Revisó: N.E.C.R.	

GRANULOMETRIA



LÍMITE LÍQUIDO, LÍMITE PLÁSTICO E ÍNDICE PLÁSTICO



ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO AASHTO T 27 (ASTM C 136)					
Proyecto: "CONSTRUCCIÓN DE PASO A DESNIVEL EN INTERSECCIÓN ENTRE LAS RUTAS CA04S - LIB04W, CARRETERA AL PUERTO DE LA LIBERTAD, SOBRE REDONDEL UTILA, MUNICIPIO DE SANTA TECLA, LA LIBERTAD."					
Solicitante: GRUPO ECON, S.A. DE C.V.					
Muestra No.:	Procedencia del Material: BARRENO SR- 1			Coordenadas : N 13°39'45.52"	
3	Profundidad: 4.75 - 5.55 m			O 89°16'40.95"	
Fecha de Ensayo:	30-nov-21	Fecha de Muestreo:	25-nov-21	Laboratorista:	C. TORRES
				Revisó:	N.E.C.R.

Peso Bruto (grs): 1,104.5 Tara (grs): 151.0 Peso Neto (grs): 953.5
MATERIAL GRUESO PSC (grs): 953.5

Malla	Peso Retenido Parcial (grs)	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% Que Pasa la Malla	Observaciones
2½"					Contenido de Humedad PH + Tara (grs): ---- PS + Tara (grs): ---- Humedad (grs): ---- PS Neto (grs): ---- Peso Tara (grs): ---- Humedad (%): ----
2"					
1½"					
1"					
¾"	0.0	0.0	0.0	100.0	
½"	13.9	1.5	1.5	98.5	
⅜"	13.1	1.4	2.9	97.1	
No. 4	37.6	3.9	6.8	93.2	
Pasa No. 4					
SUMAS					

MATERIAL TAMIZADO POR MALLA No. 4 Peso Neto (grs): --- PSC (grs): ---

Malla	Peso Retenido Parcial (grs)	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% Que Pasa la Malla	Observaciones
No. 10	141.5	14.8	21.6	78.4	GRAVA 7%
No. 40	263.9	27.7	49.3	50.7	ARENA 62%
No. 200	184.0	19.3	68.6	31.4	FINOS 31%
Pasa No. 200	299.5	31.4	100.0		
SUMAS	953.5	100.0			

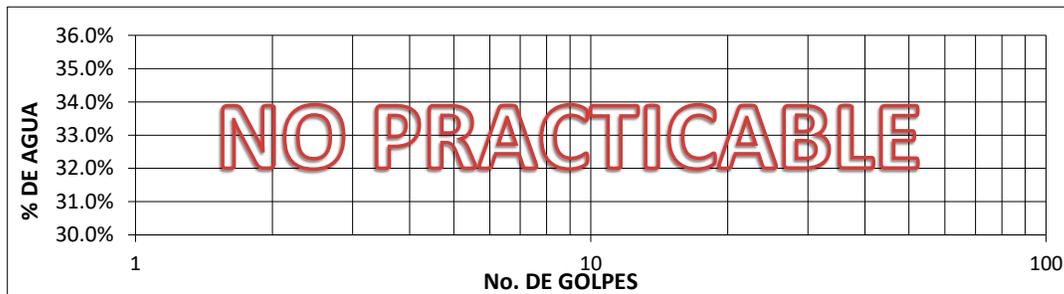


INFORME DE RESULTADOS DE LIMITES DE ATTERBERG ASTM D 4318-17			
Proyecto:* "CONSTRUCCIÓN DE PASO A DESNIVEL EN INTERSECCIÓN ENTRE LAS RUTAS CA04S - LIB04W, CARRETERA AL PUERTO DE LA LIBERTAD, SOBRE REDONDEL UTILA, MUNICIPIO DE SANTA TECLA, LA LIBERTAD."			
Solicitante:* GRUPO ECON, S.A. DE C.V.			
Ubicación:* DEPARTAMENTO DE LA LIBERTAD			
Procedencia del Material:* BARRENO SR- 1		profundidad:* 4.75 - 5.55 m	
Fecha de Ensayo: 30-nov-21	Laboratorista: C. TORRES	Revisó: N.E.C.R.	
Grano máximo Aproximado: 12.50 mm	Porcentaje Retenido en la malla No 40 (Aprox.): 49.3%	Contenido de agua de muestra como es recibida (%): ----	
Método de Preparación de la muestra:	<input type="checkbox"/> Húmedo <input checked="" type="checkbox"/> Secado al horno <input type="checkbox"/> Secado al aire	Método utilizado para remover las partículas mayores a la malla No.40:	<input type="checkbox"/> Con la mano <input checked="" type="checkbox"/> Tamizado (seco) <input type="checkbox"/> Lavado
Realización <input checked="" type="checkbox"/> Manual Lim. Plas.: <input type="checkbox"/> Dispositivo de rolado	Dispositivo para Lim. Liq.: <input checked="" type="checkbox"/> Manual <input type="checkbox"/> Mecánico	Herramienta de Ranurado: <input checked="" type="checkbox"/> Metálica <input type="checkbox"/> Plástica	

	LIMITE LIQUIDO		LIMITE PLÁSTICO	
Prueba No.				
No. de Golpes				
Cápsula No.				
Peso Húmedo + Tara, g				
Peso Seco + Tara, g	NO PRACTICABLE		NO PRACTICABLE	
Peso Agua, g				
Peso Tara, g				
Peso Seco, g				
Contenido de Agua %				

(*) Información proporcionada por el solicitante

Los resultados corresponden al material proporcionado por el solicitante.



LIMITE LIQUIDO	---
LIMITE PLÁSTICO	---
ÍNDICE DE PLASTICIDAD	---

CONTENIDO DE MATERIA ORGÁNICA DE LOS SUELOS ASTM D 2974				
Proyecto: "CONSTRUCCIÓN DE PASO A DESNIVEL EN INTERSECCIÓN ENTRE LAS RUTAS CA04S - LIB04W, CARRETERA AL PUERTO DE LA LIBERTAD, SOBRE REDONDEL UTILA, MUNICIPIO DE SANTA TECLA, LA LIBERTAD."				
Solicitante: GRUPO ECON, S.A. DE C.V.				
Muestra No.: 3	Procedencia del Material: BARRENO SR- 1. Profundidad: 4.75 - 5.55 m	Coordenadas : N 13°39'45.52" O 89°16'40.95"		
Fecha de Ensayo: 1-dic-21	Fecha de Muestreo: 25-nov-21	Laboratorista: C. TORRES	Revisó: N.E.C.R.	

CONTENIDO DE HUMEDAD (Método A)

MUESTRA No	1			
RECIPIENTE No.	---			
PESO SUELO HUMEDO + TARA (grs.)	151.91			
PESO SUELO SECO + TARA (grs)	120.50			
TARA	15.30			
PESO SUELO HUMEDO - TARA (A) (grs.)	136.61			
PESO SUELO SECO - TARA (B) (grs)	105.20			
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	29.9			

CONTENIDO DE HUMEDAD (Método C)

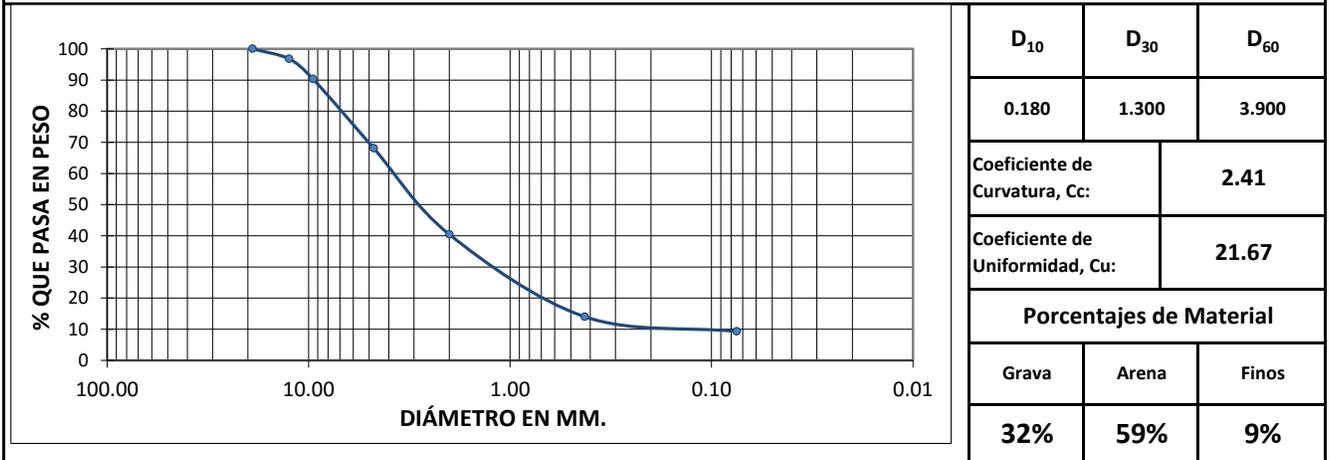
RECIPIENTE No.	4-C			
PESO SUELO SECO + TARA (grs)	94.79			
PESO SUELO CALCINADO + TARA (grs)	93.48			
TARA (grs)	33.86			
PESO SUELO CALCINADO - TARA grs. (C)	59.62			
% DE CENIZA, C X 100 / B (D)	97.85			
% DE MATERIA ORGANICA (100-D)	2.2			

Observaciones: ---

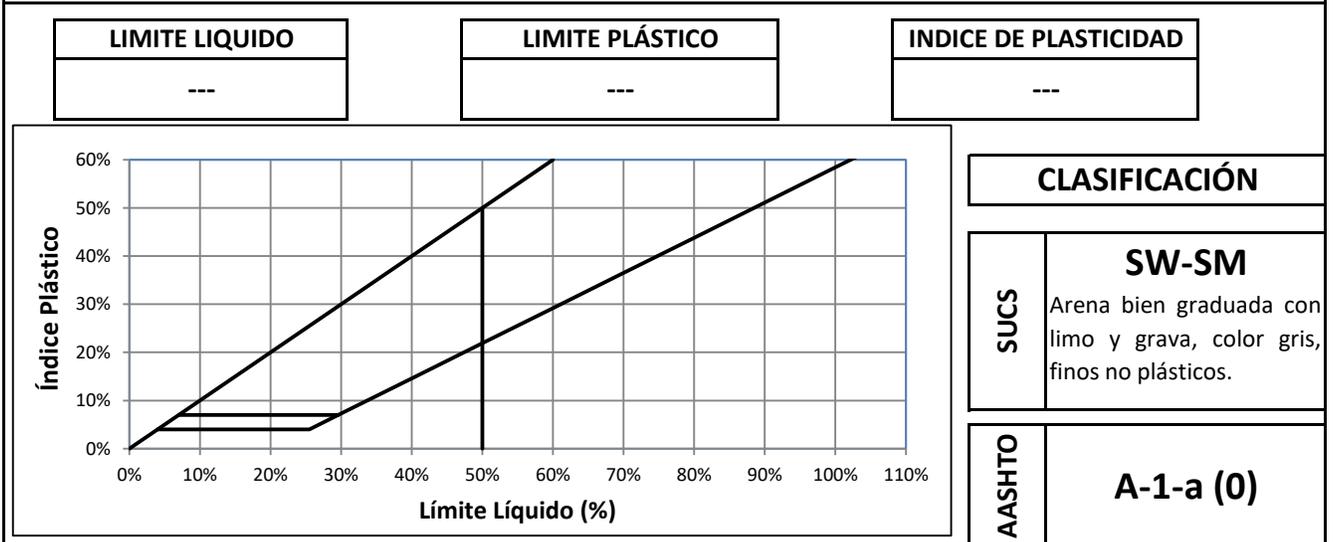
CLASIFICACIÓN DE SUELOS AASHTO M 145 (ASTM D 2487)

Proyecto: "CONSTRUCCIÓN DE PASO A DESNIVEL EN INTERSECCIÓN ENTRE LAS RUTAS CA04S - LIB04W, CARRETERA AL PUERTO DE LA LIBERTAD, SOBRE REDONDEL UTILA, MUNICIPIO DE SANTA TECLA, LA LIBERTAD."				
Solicitante: GRUPO ECON, S.A. DE C.V.				
Muestra No.: 4	Procedencia del Material: BARRENO SR - 1	Coordenadas : N 13°39'45.52"		
	Profundidad: 7.50 - 8.55 m	O 89°16'40.95"		
Fecha de Ensayo: 6-dic-21	Fecha de Muestreo: 25-nov-21	Laboratorista: C. TORRES	Revisó: N.E.C.R.	

GRANULOMETRIA



LÍMITE LÍQUIDO, LÍMITE PLÁSTICO E ÍNDICE PLÁSTICO



ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO AASHTO T 27 (ASTM C 136)					
Proyecto: "CONSTRUCCIÓN DE PASO A DESNIVEL EN INTERSECCIÓN ENTRE LAS RUTAS CA04S - LIB04W, CARRETERA AL PUERTO DE LA LIBERTAD, SOBRE REDONDEL UTILA, MUNICIPIO DE SANTA TECLA, LA LIBERTAD."					
Solicitante: GRUPO ECON, S.A. DE C.V.					
Muestra No.: 4	Procedencia del Material: BARRENO SR- 1 Profundidad: 7.50 - 8.55 m			Coordenadas : N 13°39'45.52" O 89°16'40.95"	
Fecha de Ensayo: 30-nov-21	Fecha de Muestreo: 25-nov-21		Laboratorista: C. TORRES	Revisó: N.E.C.R.	

Peso Bruto (grs): 742.0 Tara (grs): 140.4 Peso Neto (grs): 601.6
MATERIAL GRUESO PSC (grs): 601.6

Malla	Peso Retenido Parcial (grs)	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% Que Pasa la Malla	Observaciones
2½"					Contenido de Humedad PH + Tara (grs): ---- PS + Tara (grs): ---- Humedad (grs): ---- PS Neto (grs): ---- Peso Tara (grs): ---- Humedad (%): ----
2"					
1½"					
1"					
¾"	0.0	0.0	0.0	100.0	
½"	19.2	3.2	3.2	96.8	
⅜"	39.0	6.5	9.7	90.3	
No. 4	133.8	22.2	31.9	68.1	
Pasa No. 4					
SUMAS					

MATERIAL TAMIZADO POR MALLA No. 4 Peso Neto (grs): --- PSC (grs): ---

Malla	Peso Retenido Parcial (grs)	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% Que Pasa la Malla	Observaciones
No. 10	166.5	27.7	59.6	40.4	GRAVA 32%
No. 40	158.9	26.4	86.0	14.0	ARENA 59%
No. 200	28.4	4.7	90.7	9.3	FINOS 9%
Pasa No. 200	55.8	9.3	100.0		
SUMAS	601.6	100.0			

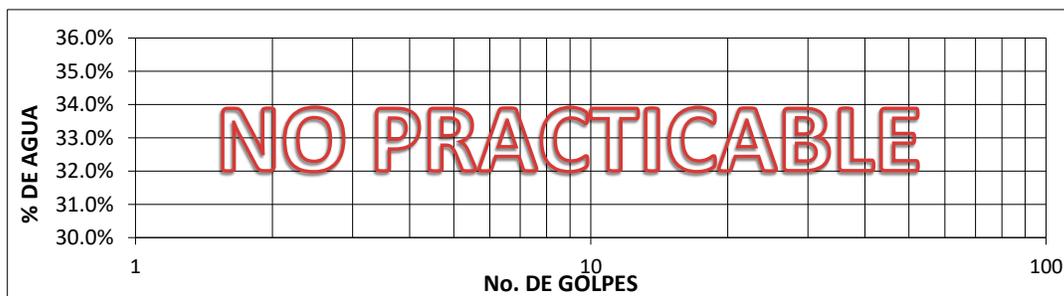


INFORME DE RESULTADOS DE LIMITES DE ATTERBERG ASTM D 4318-17			
Proyecto:* "CONSTRUCCIÓN DE PASO A DESNIVEL EN INTERSECCIÓN ENTRE LAS RUTAS CA04S - LIB04W, CARRETERA AL PUERTO DE LA LIBERTAD, SOBRE REDONDEL UTILA, MUNICIPIO DE SANTA TECLA, LA LIBERTAD."			
Solicitante:* GRUPO ECON, S.A. DE C.V.			
Ubicación:* DEPARTAMENTO DE LA LIBERTAD			
Procedencia del Material:* BARRENO SR- 1		profundidad:* 7.50 - 8.55 m	
Fecha de Ensayo: 30-nov-21	Laboratorista: C. TORRES	Revisó: N.E.C.R.	
Grano máximo Aproximado: 12.50 mm	Porcentaje Retenido en la malla No 40 (Aprox.): 86.0%	Contenido de agua de muestra como es recibida (%): ----	
Método de Preparación de la muestra:	<input type="checkbox"/> Húmedo <input checked="" type="checkbox"/> Secado al horno <input type="checkbox"/> Secado al aire	Método utilizado para remover las partículas mayores a la malla No.40:	<input type="checkbox"/> Con la mano <input checked="" type="checkbox"/> Tamizado (seco) <input type="checkbox"/> Lavado
Realización <input checked="" type="checkbox"/> Manual Lim. Plas.: <input type="checkbox"/> Dispositivo de rolado	Dispositivo para Lim. Liq.: <input checked="" type="checkbox"/> Manual <input type="checkbox"/> Mecánico	Herramienta de Ranurado: <input checked="" type="checkbox"/> Metálica <input type="checkbox"/> Plástica	

	LIMITE LIQUIDO		LIMITE PLÁSTICO	
Prueba No.				
No. de Golpes				
Cápsula No.				
Peso Húmedo + Tara, g				
Peso Seco + Tara, g	NO PRACTICABLE		NO PRACTICABLE	
Peso Agua, g				
Peso Tara, g				
Peso Seco, g				
Contenido de Agua %				

(*) Información proporcionada por el solicitante

Los resultados corresponden al material proporcionado por el solicitante.

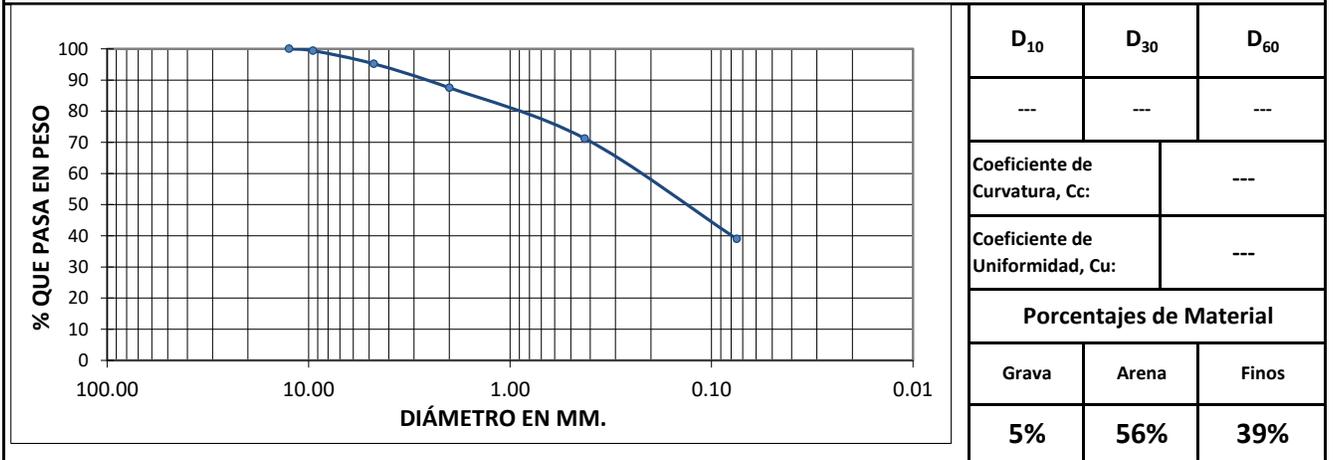


LIMITE LIQUIDO	---
LIMITE PLÁSTICO	---
ÍNDICE DE PLASTICIDAD	---

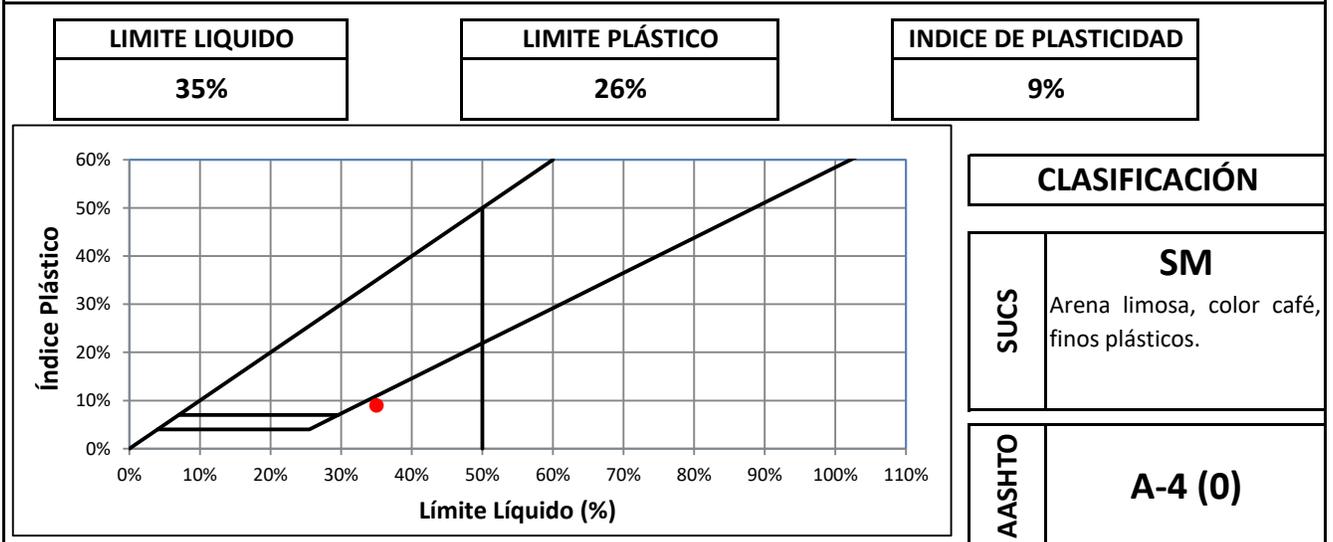
CLASIFICACIÓN DE SUELOS AASHTO M 145 (ASTM D 2487)

Proyecto: "CONSTRUCCIÓN DE PASO A DESNIVEL EN INTERSECCIÓN ENTRE LAS RUTAS CA04S - LIB04W, CARRETERA AL PUERTO DE LA LIBERTAD, SOBRE REDONDEL UTILA, MUNICIPIO DE SANTA TECLA, LA LIBERTAD."				
Solicitante: GRUPO ECON, S.A. DE C.V.				
Muestra No.: 5	Procedencia del Material: BARRENO SR - 1	Coordenadas : N 13°39'45.52"		
	Profundidad: 9.00 - 9.40 m	O 89°16'40.95"		
Fecha de Ensayo: 6-dic-21	Fecha de Muestreo: 25-nov-21	Laboratorista: C. TORRES	Revisó: N.E.C.R.	

GRANULOMETRIA



LÍMITE LÍQUIDO, LÍMITE PLÁSTICO E ÍNDICE PLÁSTICO



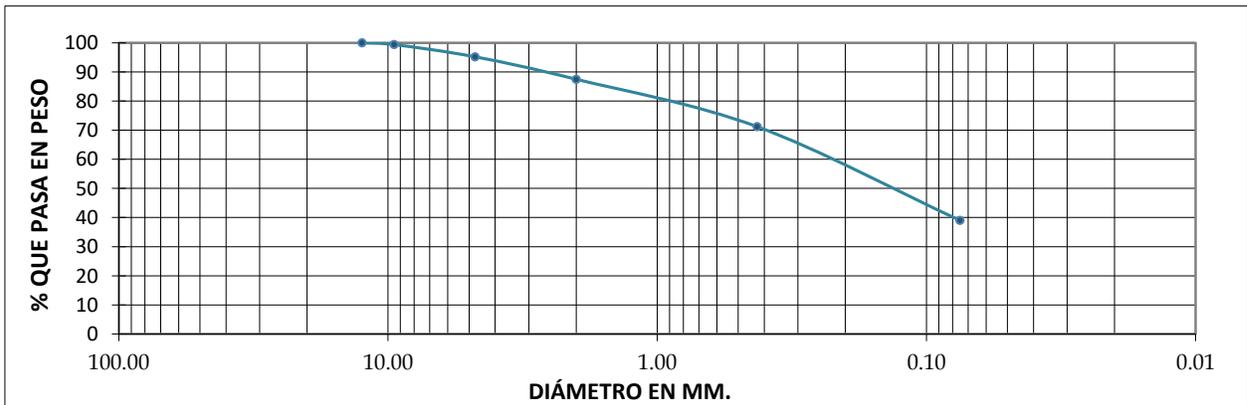
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO AASHTO T 27 (ASTM C 136)					
Proyecto: "CONSTRUCCIÓN DE PASO A DESNIVEL EN INTERSECCIÓN ENTRE LAS RUTAS CA04S - LIB04W, CARRETERA AL PUERTO DE LA LIBERTAD, SOBRE REDONDEL UTILA, MUNICIPIO DE SANTA TECLA, LA LIBERTAD."					
Solicitante: GRUPO ECON, S.A. DE C.V.					
Muestra No.: 5	Procedencia del Material: BARRENO SR- 1 Profundidad: 9.00 - 9.40 m			Coordenadas : N 13°39'45.52" O 89°16'40.95"	
Fecha de Ensayo: 30-nov-21	Fecha de Muestreo: 25-nov-21		Laboratorista: C. TORRES	Revisó: N.E.C.R.	

Peso Bruto (grs): 878.7 Tara (grs): 153.8 Peso Neto (grs): 724.9
MATERIAL GRUESO PSC (grs): 724.9

Malla	Peso Retenido Parcial (grs)	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% Que Pasa la Malla	Observaciones
2½"					Contenido de Humedad PH + Tara (grs): ---- PS + Tara (grs): ---- Humedad grs): ---- PS Neto (grs): ---- Peso Tara (grs): ---- Humedad (%): ----
2"					
1½"					
1"					
¾"					
½"	0.0	0.0	0.0	100.0	
3/8"	4.2	0.6	0.6	99.4	
No. 4	30.8	4.2	4.8	95.2	
Pasa No. 4					
SUMAS					

MATERIAL TAMIZADO POR MALLA No. 4 Peso Neto (grs): --- PSC (grs): ---

Malla	Peso Retenido Parcial (grs)	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% Que Pasa la Malla	Observaciones
No. 10	55.5	7.7	12.5	87.5	GRAVA 5% ARENA 56% FINOS 39%
No. 40	118.4	16.3	28.8	71.2	
No. 200	233.1	32.2	61.0	39.0	
Pasa No. 200	282.9	39.0	100.0		
SUMAS	724.9	100.0			

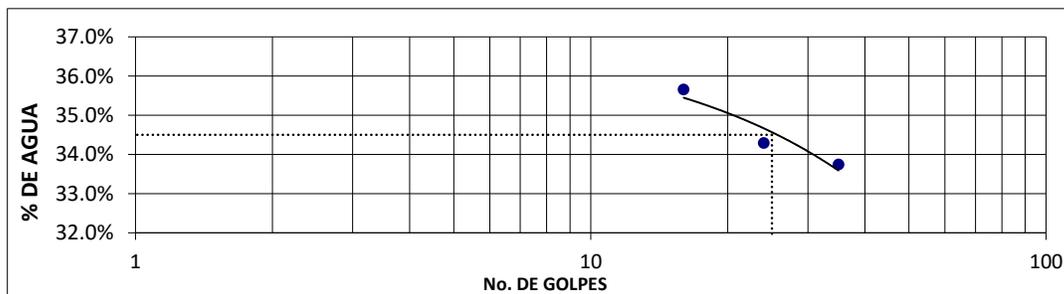


INFORME DE RESULTADOS DE LIMITES DE ATTERBERG ASTM D 4318-17					
Proyecto:* "CONSTRUCCIÓN DE PASO A DESNIVEL EN INTERSECCIÓN ENTRE LAS RUTAS CA04S - LIB04W, CARRETERA AL PUERTO DE LA LIBERTAD, SOBRE REDONDEL UTILA, MUNICIPIO DE SANTA TECLA, LA LIBERTAD."					
Solicitante:* GRUPO ECON, S.A. DE C.V.					
Ubicación:* DEPARTAMENTO DE LA LIBERTAD					
Procedencia del Material:* BARRENO SR- 1			profundidad:* 9.00 - 9.40 m		
Fecha de Ensayo: 1-dic-21		Laboratorista: D. FUENTES		Revisó: N.E.C.R.	
Grano máximo 9.50 mm		Porcentaje Retenido en la malla No 40 (Aprox.): 28.8%		Contenido de agua de muestra como es recibida (%): ----	
Método de Preparación de la muestra:		Método utilizado para remover las partículas mayores a la malla No.40:			
<input type="checkbox"/> Húmedo		<input type="checkbox"/> Con la mano			
<input type="checkbox"/> Secado al horno		<input checked="" type="checkbox"/> Tamizado (seco)			
<input checked="" type="checkbox"/> Secado al aire		<input type="checkbox"/> Lavado			
Realización <input checked="" type="checkbox"/> Manual		Dispositivo para Lim. Liq.: <input type="checkbox"/> Manual		Herramienta de Ranurado: <input checked="" type="checkbox"/> Metálica	
Lim. Plas.: <input type="checkbox"/> Dispositivo de rolado		<input checked="" type="checkbox"/> Mecánico		<input type="checkbox"/> Plástica	

Prueba No.	LIMITE LIQUIDO			LIMITE PLÁSTICO	
	1	2	3	1	2
No. de Golpes	35	24	16		
Cápsula No.	100	30	3	64	53
Peso Húmedo + Tara, g	28.56	29.38	28.84	20.28	20.71
Peso Seco + Tara, g	25.01	25.57	25.01	18.88	19.42
Peso Agua, g	3.55	3.81	3.83	1.40	1.29
Peso Tara, g	14.49	14.46	14.27	13.62	14.50
Peso Seco, g	10.52	11.11	10.74	5.26	4.92
Contenido de Agua %	33.7%	34.3%	35.7%	26.6%	26.2%

(*) Información proporcionada por el solicitante

Los resultados corresponden al material proporcionado por el solicitante

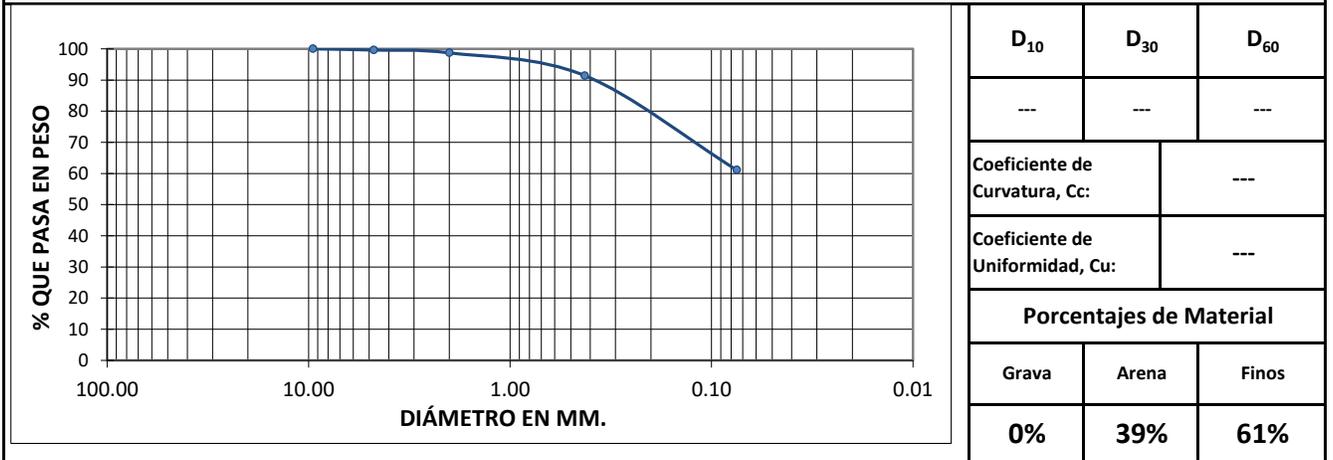


LIMITE LIQUIDO	35%
LIMITE PLÁSTICO	26%
ÍNDICE DE PLASTICIDAD	9%

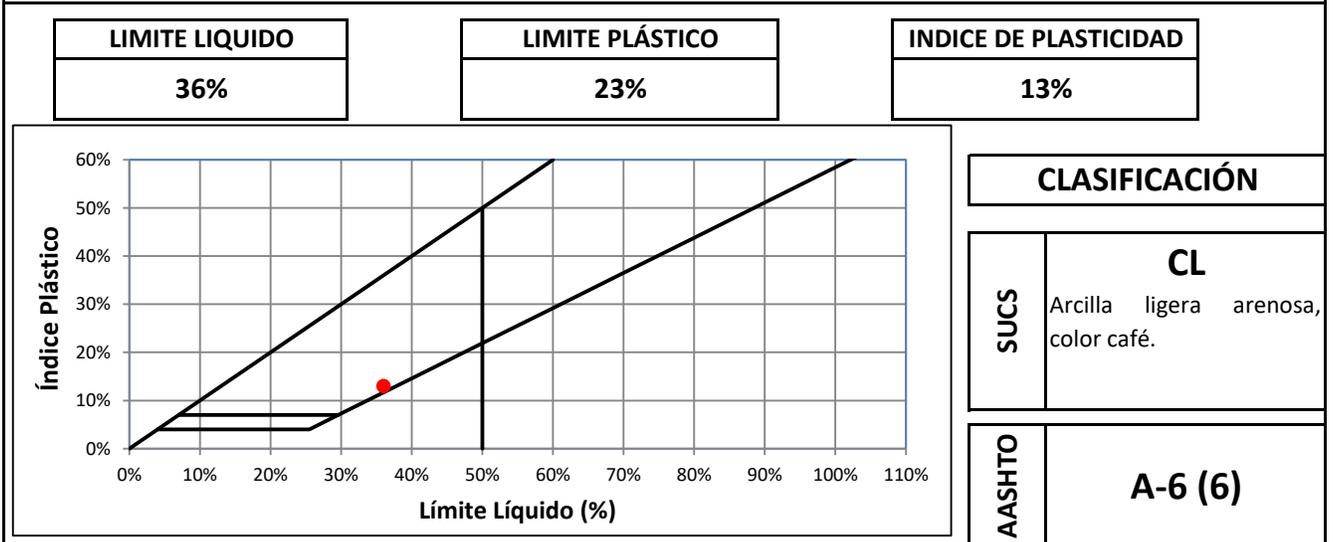
CLASIFICACIÓN DE SUELOS AASHTO M 145 (ASTM D 2487)

Proyecto: "CONSTRUCCIÓN DE PASO A DESNIVEL EN INTERSECCIÓN ENTRE LAS RUTAS CA04S - LIB04W, CARRETERA AL PUERTO DE LA LIBERTAD, SOBRE REDONDEL UTILA, MUNICIPIO DE SANTA TECLA, LA LIBERTAD."				
Solicitante: GRUPO ECON, S.A. DE C.V.				
Muestra No.: 6	Procedencia del Material: BARRENO SR - 1	Coordenadas : N 13°39'45.52"		
	Profundidad: 10.50 - 11.55 m	O 89°16'40.95"		
Fecha de Ensayo: 6-dic-21	Fecha de Muestreo: 25-nov-21	Laboratorista: C. TORRES	Revisó: N.E.C.R.	

GRANULOMETRIA



LÍMITE LÍQUIDO, LÍMITE PLÁSTICO E ÍNDICE PLÁSTICO



ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO AASHTO T 27 (ASTM C 136)					
Proyecto: "CONSTRUCCIÓN DE PASO A DESNIVEL EN INTERSECCIÓN ENTRE LAS RUTAS CA04S - LIB04W, CARRETERA AL PUERTO DE LA LIBERTAD, SOBRE REDONDEL UTILA, MUNICIPIO DE SANTA TECLA, LA LIBERTAD."					
Solicitante: GRUPO ECON, S.A. DE C.V.					
Muestra No.: 6	Procedencia del Material: BARRENO SR- 1 Profundidad: 10.50 - 11.55 m			Coordenadas : N 13°39'45.52" O 89°16'40.95"	
Fecha de Ensayo: 1-dic-21	Fecha de Muestreo: 25-nov-21	Laboratorista: C. TORRES	Revisó: N.E.C.R.		

Peso Bruto (grs): 900.9 Tara (grs): 163.8 Peso Neto (grs): 737.1
MATERIAL GRUESO PSC (grs): 737.1

Malla	Peso Retenido Parcial (grs)	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% Que Pasa la Malla	Observaciones
2½"					Contenido de Humedad PH + Tara (grs): ---- PS + Tara (grs): ---- Humedad (grs): ---- PS Neto (grs): ---- Peso Tara (grs): ---- Humedad (%): ----
2"					
1½"					
1"					
¾"					
½"					
3/8"	0.0	0.0	0.0	100.0	
No. 4	2.8	0.4	0.4	99.6	
Pasa No. 4					
SUMAS					

MATERIAL TAMIZADO POR MALLA No. 4 Peso Neto (grs): --- PSC (grs): ---

Malla	Peso Retenido Parcial (grs)	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% Que Pasa la Malla	Observaciones
No. 10	6.5	0.9	1.3	98.7	GRAVA 0%
No. 40	53.9	7.3	8.6	91.4	ARENA 39%
No. 200	223.3	30.3	38.9	61.1	FINOS 61%
Pasa No. 200	450.6	61.1	100.0		
SUMAS	737.1	100.0			

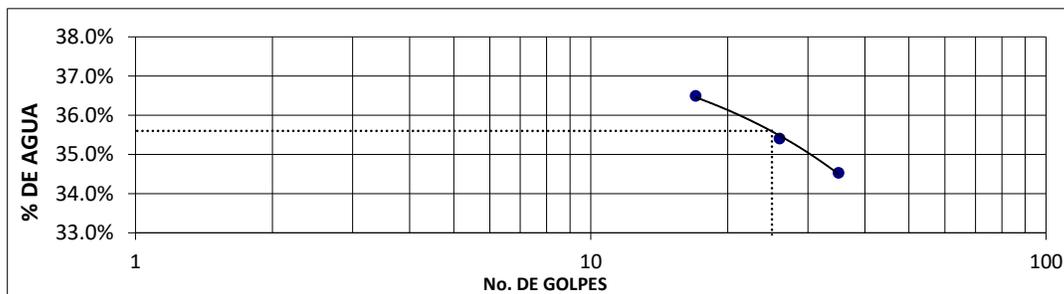


INFORME DE RESULTADOS DE LIMITES DE ATTERBERG ASTM D 4318-17			
Proyecto:* "CONSTRUCCIÓN DE PASO A DESNIVEL EN INTERSECCIÓN ENTRE LAS RUTAS CA04S - LIB04W, CARRETERA AL PUERTO DE LA LIBERTAD, SOBRE REDONDEL UTILA, MUNICIPIO DE SANTA TECLA, LA LIBERTAD."			
Solicitante:* GRUPO ECON, S.A. DE C.V.			
Ubicación:* DEPARTAMENTO DE LA LIBERTAD			
Procedencia del Material:* BARRENO SR- 1		profundidad:* 10.50 - 11.55 m	
Fecha de Ensayo: 2-dic-21	Laboratorista: D. FUENTES	Revisó: N.E.C.R.	
Grano máximo 4.75 mm	Porcentaje Retenido en la malla No 40 (Aprox.): 8.6%	Contenido de agua de muestra como es recibida (%): ----	
Método de Preparación de la muestra:	<input type="checkbox"/> Húmedo <input type="checkbox"/> Secado al horno <input checked="" type="checkbox"/> Secado al aire	Método utilizado para remover las partículas mayores a la malla No.40:	<input type="checkbox"/> Con la mano <input checked="" type="checkbox"/> Tamizado (seco) <input type="checkbox"/> Lavado
Realización <input checked="" type="checkbox"/> Manual Lim. Plas.: <input type="checkbox"/> Dispositivo de rolado	Dispositivo para Lim. Liq.: <input type="checkbox"/> Manual <input checked="" type="checkbox"/> Mecánico	Herramienta de Ranurado: <input checked="" type="checkbox"/> Metálica <input type="checkbox"/> Plástica	

Prueba No.	LIMITE LIQUIDO			LIMITE PLÁSTICO	
	1	2	3	1	2
No. de Golpes	35	26	17		
Cápsula No.	70	18	52	42	44
Peso Húmedo + Tara, g	30.57	29.01	30.45	20.41	20.74
Peso Seco + Tara, g	26.36	25.08	26.14	19.22	19.52
Peso Agua, g	4.21	3.93	4.31	1.19	1.22
Peso Tara, g	14.17	13.98	14.33	14.06	14.18
Peso Seco, g	12.19	11.10	11.81	5.16	5.34
Contenido de Agua %	34.5%	35.4%	36.5%	23.1%	22.8%

(*) Información proporcionada por el solicitante

Los resultados corresponden al material proporcionado por el solicitante

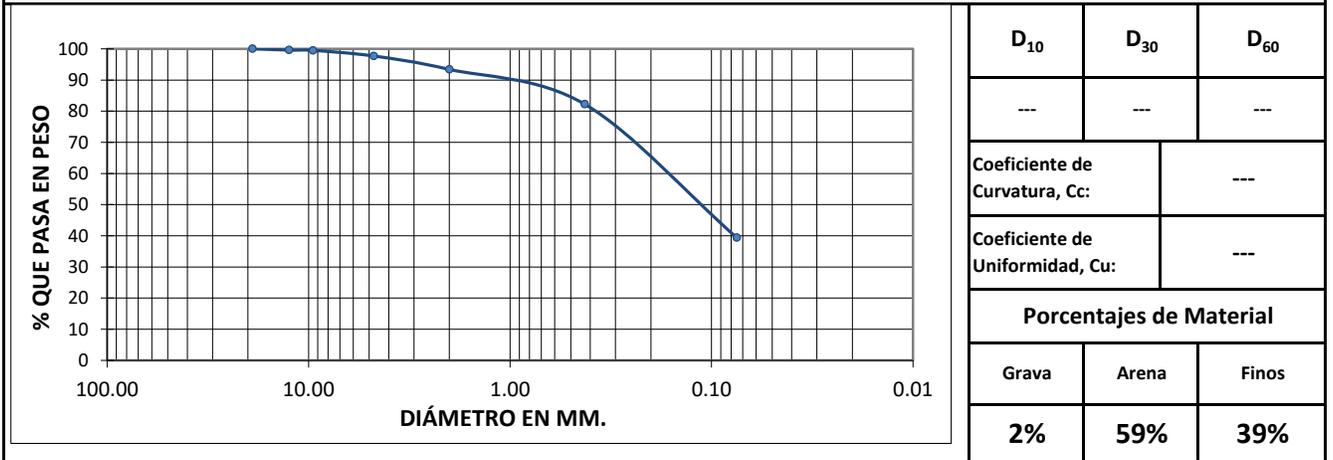


LIMITE LIQUIDO	36%
LIMITE PLÁSTICO	23%
ÍNDICE DE PLASTICIDAD	13%

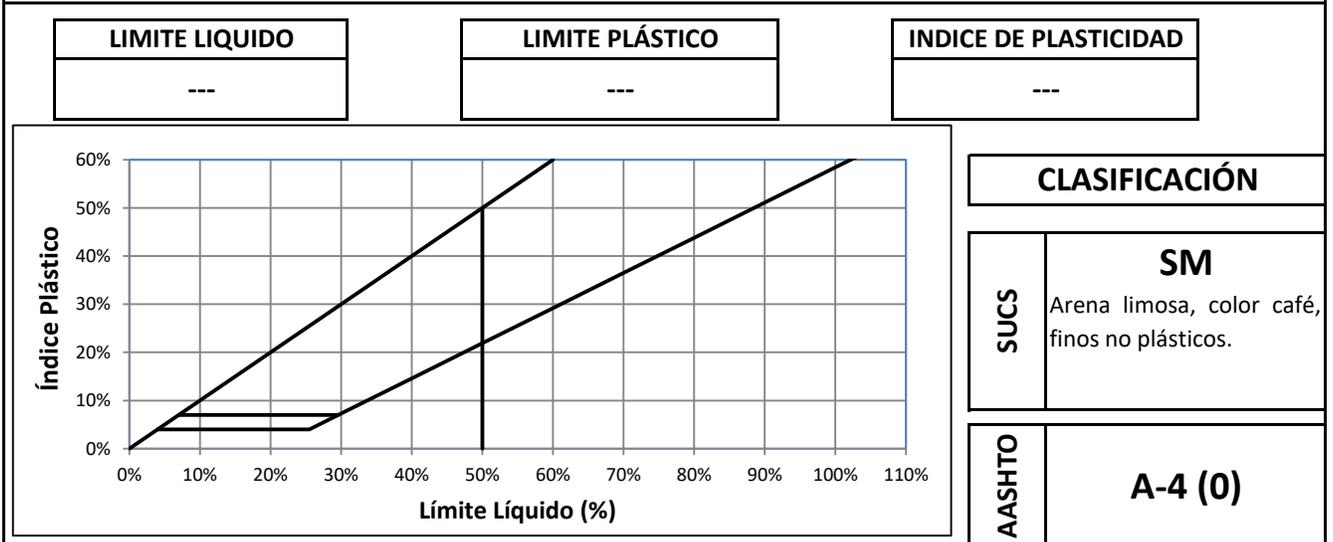
CLASIFICACIÓN DE SUELOS AASHTO M 145 (ASTM D 2487)

Proyecto: "CONSTRUCCIÓN DE PASO A DESNIVEL EN INTERSECCIÓN ENTRE LAS RUTAS CA04S - LIB04W, CARRETERA AL PUERTO DE LA LIBERTAD, SOBRE REDONDEL UTILA, MUNICIPIO DE SANTA TECLA, LA LIBERTAD."				
Solicitante: GRUPO ECON, S.A. DE C.V.				
Muestra No.: 7	Procedencia del Material: BARRENO SR - 1	Coordenadas : N 13°39'45.52"		
	Profundidad: 13.50 - 14.55 m	O 89°16'40.95"		
Fecha de Ensayo: 6-dic-21	Fecha de Muestreo: 25-nov-21	Laboratorista: C. TORRES	Revisó: N.E.C.R.	

GRANULOMETRIA



LÍMITE LÍQUIDO, LÍMITE PLÁSTICO E ÍNDICE PLÁSTICO



ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO AASHTO T 27 (ASTM C 136)					
Proyecto: "CONSTRUCCIÓN DE PASO A DESNIVEL EN INTERSECCIÓN ENTRE LAS RUTAS CA04S - LIB04W, CARRETERA AL PUERTO DE LA LIBERTAD, SOBRE REDONDEL UTILA, MUNICIPIO DE SANTA TECLA, LA LIBERTAD."					
Solicitante: GRUPO ECON, S.A. DE C.V.					
Muestra No.: 7	Procedencia del Material: BARRENO SR- 1 Profundidad: 13.50 - 14.55 m			Coordenadas : N 13°39'45.52" O 89°16'40.95"	
Fecha de Ensayo: 1-dic-21	Fecha de Muestreo: 25-nov-21		Laboratorista: C. TORRES	Revisó: N.E.C.R.	

Peso Bruto (grs): 1,175.5 Tara (grs): 182.0 Peso Neto (grs): 993.5
MATERIAL GRUESO PSC (grs): 993.5

Malla	Peso Retenido Parcial (grs)	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% Que Pasa la Malla	Observaciones
2½"					Contenido de Humedad PH + Tara (grs): ---- PS + Tara (grs): ---- Humedad (grs): ---- PS Neto (grs): ---- Peso Tara (grs): ---- Humedad (%): ----
2"					
1½"					
1"					
¾"	0.0	0.0	0.0	100.0	
½"	3.9	0.4	0.4	99.6	
⅜"	1.0	0.1	0.5	99.5	
No. 4	18.1	1.8	2.3	97.7	
Pasa No. 4					
SUMAS					

MATERIAL TAMIZADO POR MALLA No. 4 Peso Neto (grs): --- PSC (grs): ---

Malla	Peso Retenido Parcial (grs)	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% Que Pasa la Malla	Observaciones
No. 10	42.3	4.3	6.6	93.4	GRAVA 2% ARENA 59% FINOS 39%
No. 40	110.8	11.2	17.8	82.2	
No. 200	425.7	42.8	60.6	39.4	
Pasa No. 200	391.7	39.4	100.0		
SUMAS	993.5	100.0			

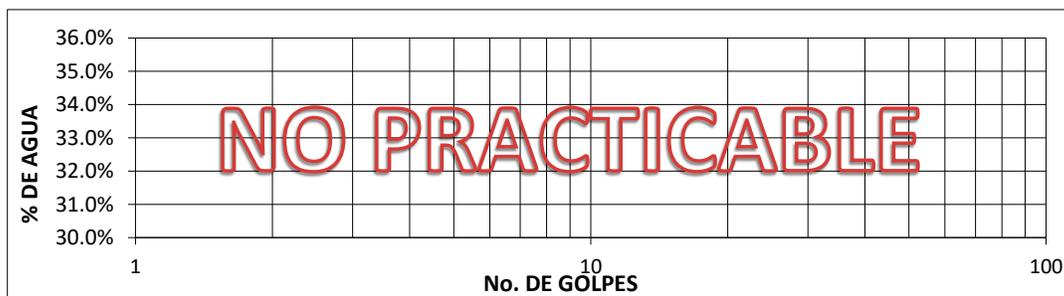


INFORME DE RESULTADOS DE LIMITES DE ATTERBERG ASTM D 4318-17			
Proyecto:* "CONSTRUCCIÓN DE PASO A DESNIVEL EN INTERSECCIÓN ENTRE LAS RUTAS CA04S - LIB04W, CARRETERA AL PUERTO DE LA LIBERTAD, SOBRE REDONDEL UTILA, MUNICIPIO DE SANTA TECLA, LA LIBERTAD."			
Solicitante:* GRUPO ECON, S.A. DE C.V.			
Ubicación:* DEPARTAMENTO DE LA LIBERTAD			
Procedencia del Material:* BARRENO SR- 1		profundidad:* 13.50 - 14.55 m	
Fecha de Ensayo: 1-dic-21	Laboratorista: C. TORRES	Revisó: N.E.C.R.	
Grano máximo Aproximado: 12.50 mm	Porcentaje Retenido en la malla No 40 (Aprox.): 17.8%	Contenido de agua de muestra como es recibida (%): ----	
Método de Preparación de la muestra:	<input type="checkbox"/> Húmedo <input checked="" type="checkbox"/> Secado al horno <input type="checkbox"/> Secado al aire	Método utilizado para remover las partículas mayores a la malla No.40:	<input type="checkbox"/> Con la mano <input checked="" type="checkbox"/> Tamizado (seco) <input type="checkbox"/> Lavado
Realización <input checked="" type="checkbox"/> Manual Lim. Plas.: <input type="checkbox"/> Dispositivo de rolado	Dispositivo para Lim. Liq.: <input checked="" type="checkbox"/> Manual <input type="checkbox"/> Mecánico	Herramienta de Ranurado: <input checked="" type="checkbox"/> Metálica <input type="checkbox"/> Plástica	

	LIMITE LIQUIDO		LIMITE PLÁSTICO	
Prueba No.				
No. de Golpes				
Cápsula No.				
Peso Húmedo + Tara, g				
Peso Seco + Tara, g	NO PRACTICABLE		NO PRACTICABLE	
Peso Agua, g				
Peso Tara, g				
Peso Seco, g				
Contenido de Agua %				

(*) Información proporcionada por el solicitante

Los resultados corresponden al material proporcionado por el solicitante.

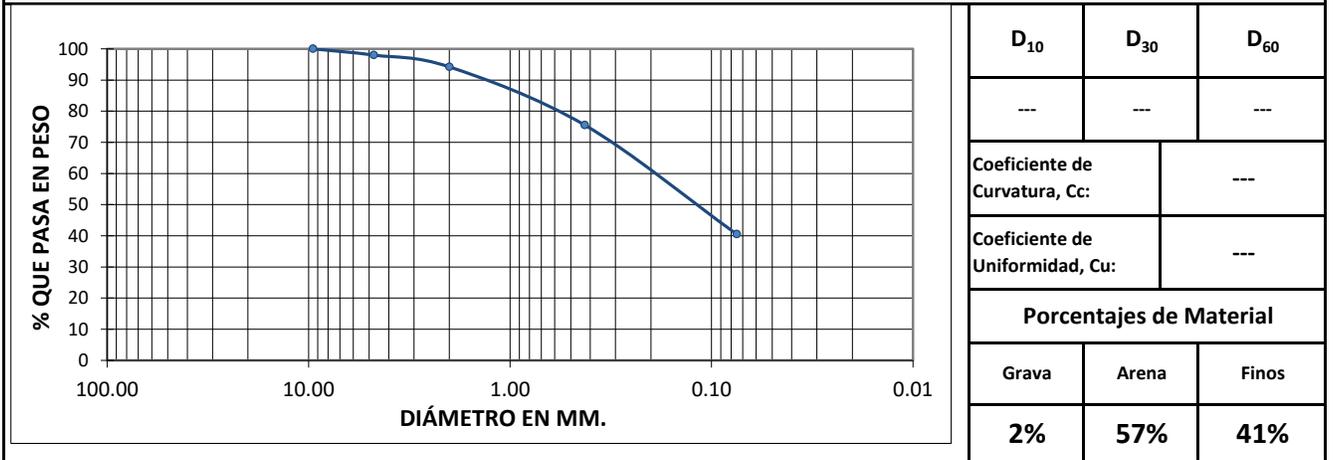


LIMITE LIQUIDO	---
LIMITE PLÁSTICO	---
ÍNDICE DE PLASTICIDAD	---

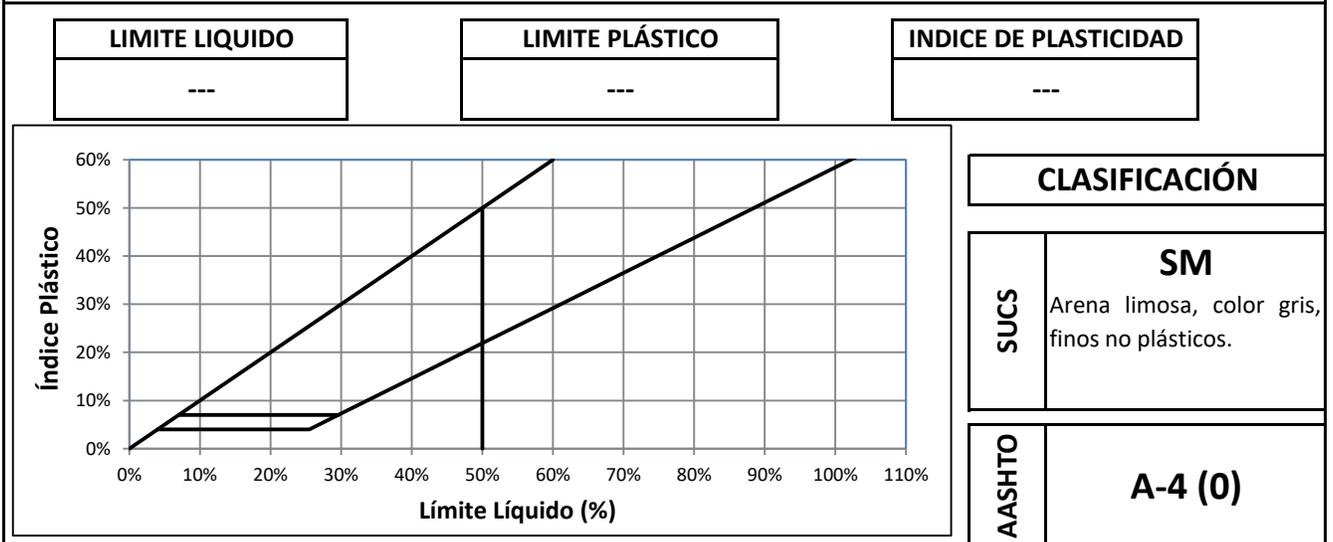
CLASIFICACIÓN DE SUELOS AASHTO M 145 (ASTM D 2487)

Proyecto: "CONSTRUCCIÓN DE PASO A DESNIVEL EN INTERSECCIÓN ENTRE LAS RUTAS CA04S - LIB04W, CARRETERA AL PUERTO DE LA LIBERTAD, SOBRE REDONDEL UTILA, MUNICIPIO DE SANTA TECLA, LA LIBERTAD."				
Solicitante: GRUPO ECON, S.A. DE C.V.				
Muestra No.: 8	Procedencia del Material: BARRENO SR - 1	Coordenadas : N 13°39'45.52"		
	Profundidad: 16.50 - 17.00 m	O 89°16'40.95"		
Fecha de Ensayo: 6-dic-21	Fecha de Muestreo: 26-nov-21	Laboratorista: C. TORRES	Revisó: N.E.C.R.	

GRANULOMETRIA



LÍMITE LÍQUIDO, LÍMITE PLÁSTICO E ÍNDICE PLÁSTICO



ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO AASHTO T 27 (ASTM C 136)					
Proyecto: "CONSTRUCCIÓN DE PASO A DESNIVEL EN INTERSECCIÓN ENTRE LAS RUTAS CA04S - LIB04W, CARRETERA AL PUERTO DE LA LIBERTAD, SOBRE REDONDEL UTILA, MUNICIPIO DE SANTA TECLA, LA LIBERTAD."					
Solicitante: GRUPO ECON, S.A. DE C.V.					
Muestra No.: 8	Procedencia del Material: BARRENO SR- 1 Profundidad: 16.50 - 17.00 m			Coordenadas : N 13°39'45.52" O 89°16'40.95"	
Fecha de Ensayo: 1-dic-21	Fecha de Muestreo: 26-nov-21		Laboratorista: C. TORRES	Revisó: N.E.C.R.	

Peso Bruto (grs): 1,052.2 Tara (grs): 164.4 Peso Neto (grs): 887.8
MATERIAL GRUESO PSC (grs): 887.8

Malla	Peso Retenido Parcial (grs)	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% Que Pasa la Malla	Observaciones
2½"					Contenido de Humedad PH + Tara (grs): ---- PS + Tara (grs): ---- Humedad (grs): ---- PS Neto (grs): ---- Peso Tara (grs): ---- Humedad (%): ----
2"					
1½"					
1"					
¾"					
½"					
3/8"	0.0	0.0	0.0	100.0	
No. 4	17.5	2.0	2.0	98.0	
Pasa No. 4					
SUMAS					

MATERIAL TAMIZADO POR MALLA No. 4 Peso Neto (grs): --- PSC (grs): ---

Malla	Peso Retenido Parcial (grs)	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% Que Pasa la Malla	Observaciones
No. 10	34.1	3.8	5.8	94.2	GRAVA 2%
No. 40	166.1	18.7	24.5	75.5	ARENA 57%
No. 200	311.0	35.0	59.5	40.5	FINOS 41%
Pasa No. 200	359.1	40.5	100.0		
SUMAS	887.8	100.0			

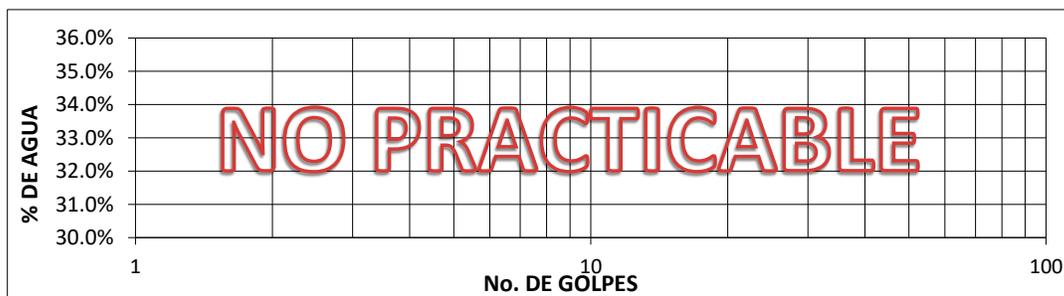


INFORME DE RESULTADOS DE LIMITES DE ATTERBERG ASTM D 4318-17			
Proyecto:* "CONSTRUCCIÓN DE PASO A DESNIVEL EN INTERSECCIÓN ENTRE LAS RUTAS CA04S - LIB04W, CARRETERA AL PUERTO DE LA LIBERTAD, SOBRE REDONDEL UTILA, MUNICIPIO DE SANTA TECLA, LA LIBERTAD."			
Solicitante:* GRUPO ECON, S.A. DE C.V.			
Ubicación:* DEPARTAMENTO DE LA LIBERTAD			
Procedencia del Material:* BARRENO SR- 1		profundidad:* 16.50 - 17.00 m	
Fecha de Ensayo: 1-dic-21	Laboratorista: C. TORRES	Revisó: N.E.C.R.	
Grano máximo Aproximado: 4.75 mm	Porcentaje Retenido en la malla No 40 (Aprox.): 24.5%	Contenido de agua de muestra como es recibida (%): ----	
Método de Preparación de la muestra:	<input type="checkbox"/> Húmedo <input checked="" type="checkbox"/> Secado al horno <input type="checkbox"/> Secado al aire	Método utilizado para remover las partículas mayores a la malla No.40:	<input type="checkbox"/> Con la mano <input checked="" type="checkbox"/> Tamizado (seco) <input type="checkbox"/> Lavado
Realización <input checked="" type="checkbox"/> Manual Lim. Plas.: <input type="checkbox"/> Dispositivo de rolado	Dispositivo para Lim. Liq.: <input checked="" type="checkbox"/> Manual <input type="checkbox"/> Mecánico	Herramienta de Ranurado: <input checked="" type="checkbox"/> Metálica <input type="checkbox"/> Plástica	

	LIMITE LIQUIDO		LIMITE PLÁSTICO	
Prueba No.				
No. de Golpes				
Cápsula No.				
Peso Húmedo + Tara, g				
Peso Seco + Tara, g	NO PRACTICABLE		NO PRACTICABLE	
Peso Agua, g				
Peso Tara, g				
Peso Seco, g				
Contenido de Agua %				

(*) Información proporcionada por el solicitante

Los resultados corresponden al material proporcionado por el solicitante.

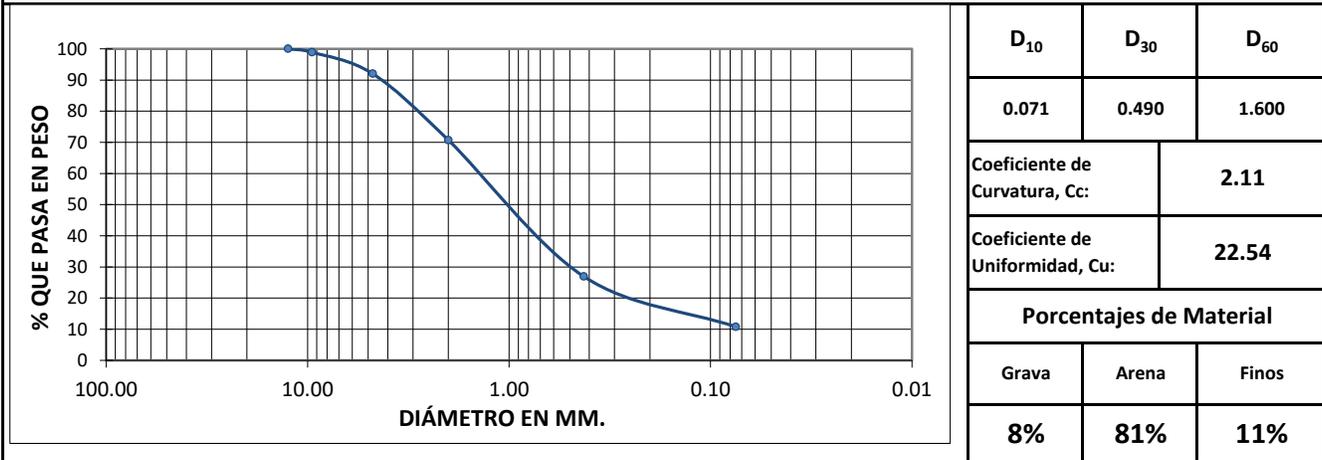


LIMITE LIQUIDO	---
LIMITE PLÁSTICO	---
ÍNDICE DE PLASTICIDAD	---

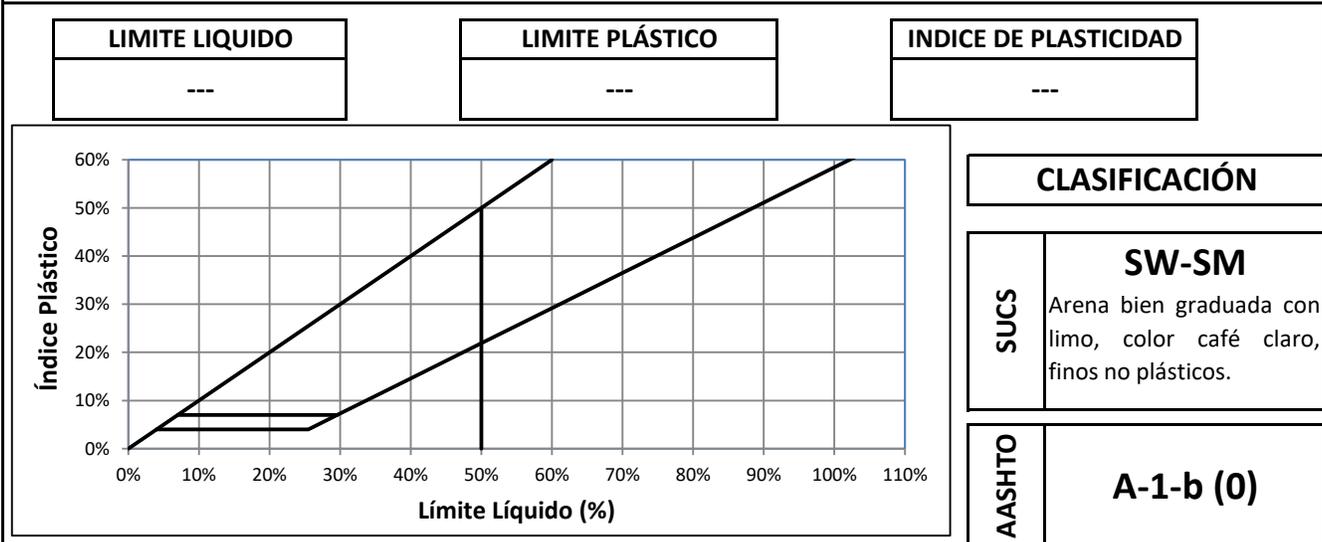
CLASIFICACIÓN DE SUELOS AASHTO M 145 (ASTM D 2487)

Proyecto: "CONSTRUCCIÓN DE PASO A DESNIVEL EN INTERSECCIÓN ENTRE LAS RUTAS CA04S - LIB04W, CARRETERA AL PUERTO DE LA LIBERTAD, SOBRE REDONDEL UTILA, MUNICIPIO DE SANTA TECLA, LA LIBERTAD."				
Solicitante: GRUPO ECON, S.A. DE C.V.				
Muestra No.: 9	Procedencia del Material: BARRENO SR - 1 Profundidad: 19.50 - 20.55 m		Coordenadas : N 13°39'45.52" O 89°16'40.95"	
Fecha de Ensayo: 6-dic-21	Fecha de Muestreo: 26-nov-21	Laboratorista: C. TORRES	Revisó: N.E.C.R.	

GRANULOMETRIA



LÍMITE LÍQUIDO, LÍMITE PLÁSTICO E ÍNDICE PLÁSTICO



ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO AASHTO T 27 (ASTM C 136)					
Proyecto: "CONSTRUCCIÓN DE PASO A DESNIVEL EN INTERSECCIÓN ENTRE LAS RUTAS CA04S - LIB04W, CARRETERA AL PUERTO DE LA LIBERTAD, SOBRE REDONDEL UTILA, MUNICIPIO DE SANTA TECLA, LA LIBERTAD."					
Solicitante: GRUPO ECON, S.A. DE C.V.					
Muestra No.: 9	Procedencia del Material: BARRENO SR- 1 Profundidad: 19.50 - 20.55 m			Coordenadas : N 13°39'45.52" O 89°16'40.95"	
Fecha de Ensayo: 1-dic-21	Fecha de Muestreo: 26-nov-21	Laboratorista: C. TORRES	Revisó: N.E.C.R.		

Peso Bruto (grs): 752.5 Tara (grs): 208.3 Peso Neto (grs): 544.2
MATERIAL GRUESO PSC (grs): 544.2

Malla	Peso Retenido Parcial (grs)	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% Que Pasa la Malla	Observaciones
2½"					Contenido de Humedad PH + Tara (grs): ---- PS + Tara (grs): ---- Humedad (grs): ---- PS Neto (grs): ---- Peso Tara (grs): ---- Humedad (%): ----
2"					
1½"					
1"					
¾"					
½"	0.0	0.0	0.0	100.0	
3/8"	6.0	1.1	1.1	98.9	
No. 4	37.3	6.9	8.0	92.0	
Pasa No. 4					
SUMAS					

MATERIAL TAMIZADO POR MALLA No. 4 Peso Neto (grs): --- PSC (grs): ---

Malla	Peso Retenido Parcial (grs)	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% Que Pasa la Malla	Observaciones
No. 10	115.7	21.3	29.3	70.7	GRAVA 8%
No. 40	238.2	43.8	73.1	26.9	ARENA 81%
No. 200	87.8	16.1	89.2	10.8	FINOS 11%
Pasa No. 200	59.2	10.8	100.0		
SUMAS	544.2	100.0			

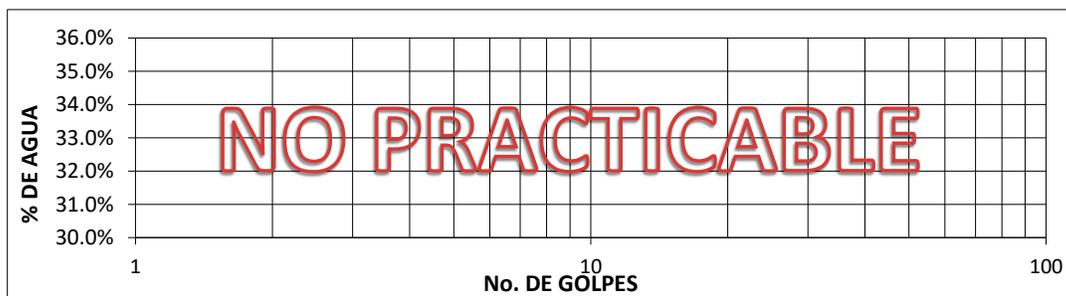


INFORME DE RESULTADOS DE LIMITES DE ATTERBERG ASTM D 4318-17			
Proyecto:* "CONSTRUCCIÓN DE PASO A DESNIVEL EN INTERSECCIÓN ENTRE LAS RUTAS CA04S - LIB04W, CARRETERA AL PUERTO DE LA LIBERTAD, SOBRE REDONDEL UTILA, MUNICIPIO DE SANTA TECLA, LA LIBERTAD."			
Solicitante:* GRUPO ECON, S.A. DE C.V.			
Ubicación:* DEPARTAMENTO DE LA LIBERTAD			
Procedencia del Material:* BARRENO SR- 1		profundidad:* 19.50 - 20.55 m	
Fecha de Ensayo: 1-dic-21	Laboratorista: C. TORRES	Revisó: N.E.C.R.	
Grano máximo Aproximado: 4.75 mm	Porcentaje Retenido en la malla No 40 (Aprox.): 73.1%	Contenido de agua de muestra como es recibida (%): ----	
Método de Preparación de la muestra:	<input type="checkbox"/> Húmedo <input checked="" type="checkbox"/> Secado al horno <input type="checkbox"/> Secado al aire	Método utilizado para remover las partículas mayores a la malla No.40:	<input type="checkbox"/> Con la mano <input checked="" type="checkbox"/> Tamizado (seco) <input type="checkbox"/> Lavado
Realización <input checked="" type="checkbox"/> Manual	Dispositivo para Lim. Liq.: <input checked="" type="checkbox"/> Manual	Herramienta de Ranurado: <input checked="" type="checkbox"/> Metálica	<input type="checkbox"/> Dispositivo de rolado
Lim. Plas.: <input type="checkbox"/> Dispositivo de rolado	<input type="checkbox"/> Mecánico	<input type="checkbox"/> Plástica	

	LIMITE LIQUIDO		LIMITE PLÁSTICO	
Prueba No.				
No. de Golpes				
Cápsula No.				
Peso Húmedo + Tara, g				
Peso Seco + Tara, g	NO PRACTICABLE		NO PRACTICABLE	
Peso Agua, g				
Peso Tara, g				
Peso Seco, g				
Contenido de Agua %				

(*) Información proporcionada por el solicitante

Los resultados corresponden al material proporcionado por el solicitante.

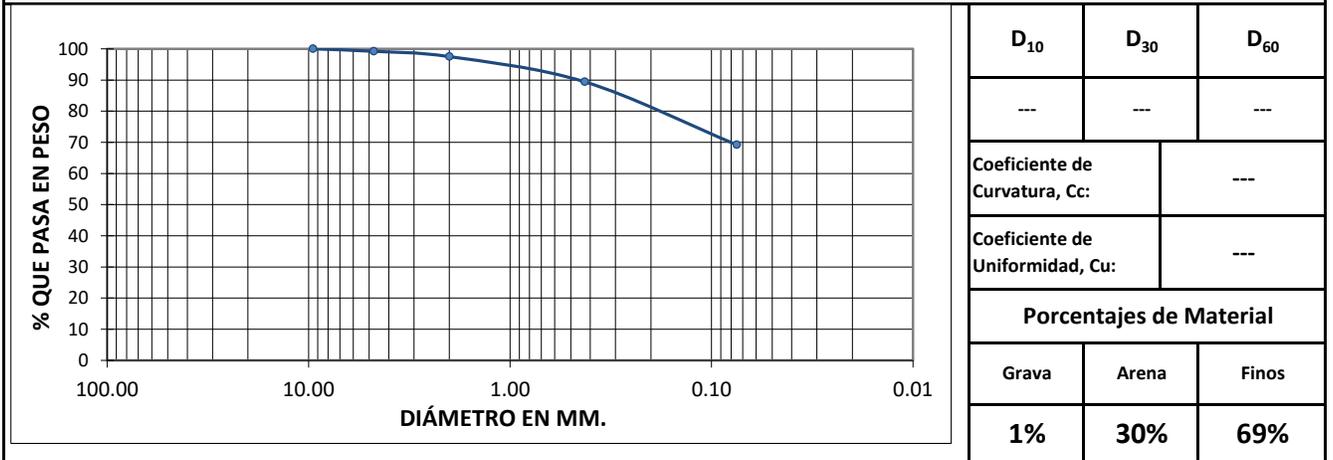


LIMITE LIQUIDO	---
LIMITE PLÁSTICO	---
ÍNDICE DE PLASTICIDAD	---

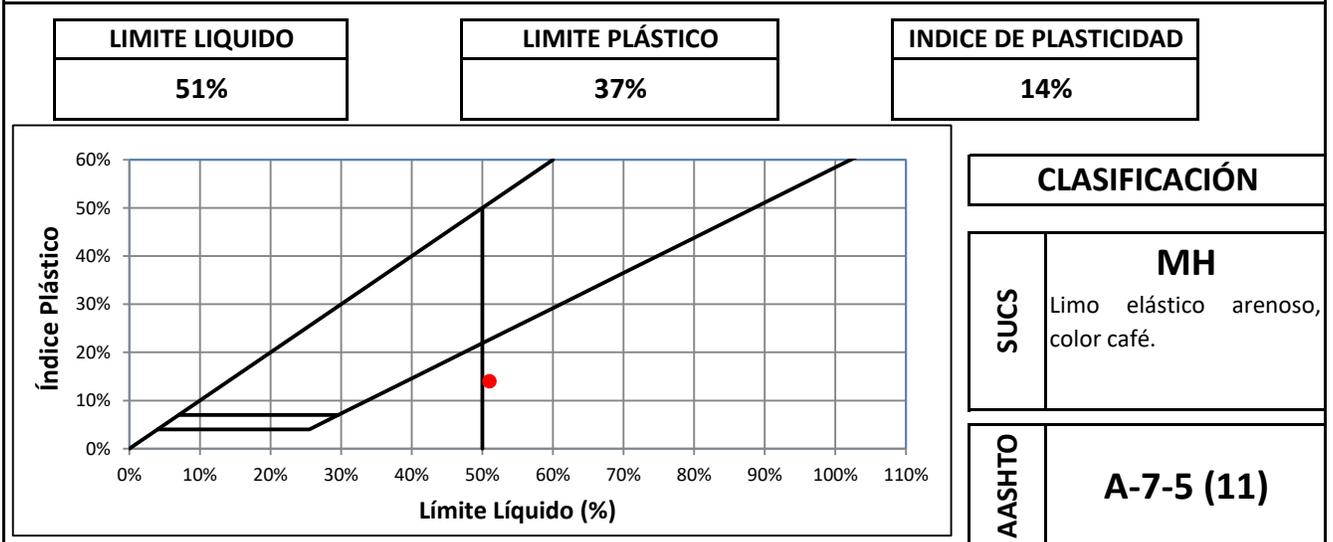
CLASIFICACIÓN DE SUELOS AASHTO M 145 (ASTM D 2487)

Proyecto: "CONSTRUCCIÓN DE PASO A DESNIVEL EN INTERSECCIÓN ENTRE LAS RUTAS CA04S - LIB04W, CARRETERA AL PUERTO DE LA LIBERTAD, SOBRE REDONDEL UTILA, MUNICIPIO DE SANTA TECLA, LA LIBERTAD."				
Solicitante: GRUPO ECON, S.A. DE C.V.				
Muestra No.: 10	Procedencia del Material: BARRENO SR - 1	Coordenadas : N 13°39'45.52"		
	Profundidad: 22.50 - 23.55 m	O 89°16'40.95"		
Fecha de Ensayo: 6-dic-21	Fecha de Muestreo: 26-nov-21	Laboratorista: C. TORRES	Revisó: N.E.C.R.	

GRANULOMETRIA



LÍMITE LÍQUIDO, LÍMITE PLÁSTICO E ÍNDICE PLÁSTICO



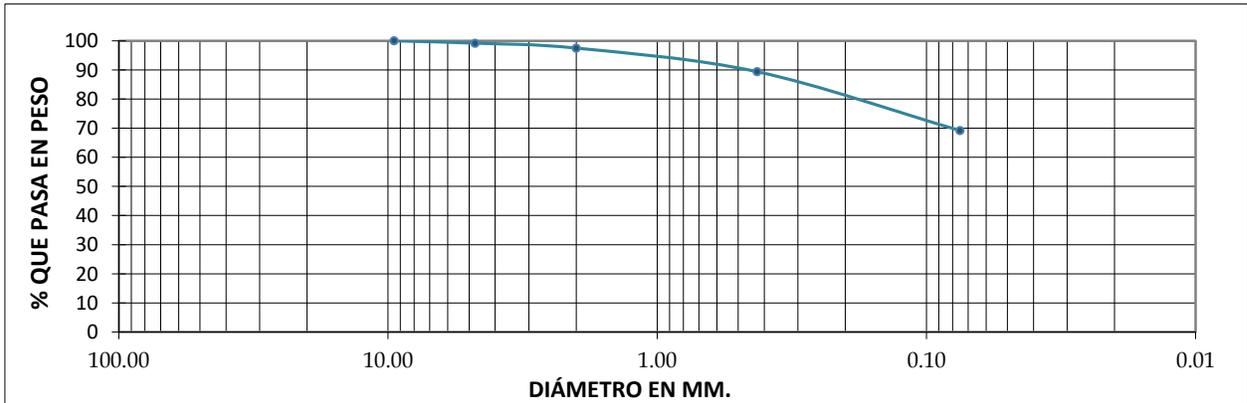
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO AASHTO T 27 (ASTM C 136)					
Proyecto: "CONSTRUCCIÓN DE PASO A DESNIVEL EN INTERSECCIÓN ENTRE LAS RUTAS CA04S - LIB04W, CARRETERA AL PUERTO DE LA LIBERTAD, SOBRE REDONDEL UTILA, MUNICIPIO DE SANTA TECLA, LA LIBERTAD."					
Solicitante: GRUPO ECON, S.A. DE C.V.					
Muestra No.: 10	Procedencia del Material: BARRENO SR- 1 Profundidad: 22.50 - 23.55 m			Coordenadas : N 13°39'45.52" O 89°16'40.95"	
Fecha de Ensayo: 1-dic-21	Fecha de Muestreo: 26-nov-21	Laboratorista: C. TORRES	Revisó: N.E.C.R.		

Peso Bruto (grs): 1,010.9 Tara (grs): 191.2 Peso Neto (grs): 819.7
MATERIAL GRUESO PSC (grs): 819.7

Malla	Peso Retenido Parcial (grs)	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% Que Pasa la Malla	Observaciones
2½"					Contenido de Humedad PH + Tara (grs): ---- PS + Tara (grs): ---- Humedad (grs): ---- PS Neto (grs): ---- Peso Tara (grs): ---- Humedad (%): ----
2"					
1½"					
1"					
¾"					
½"					
3/8"	0.0	0.0	0.0	100.0	
No. 4	6.5	0.8	0.8	99.2	
Pasa No. 4					
SUMAS					

MATERIAL TAMIZADO POR MALLA No. 4 Peso Neto (grs): --- PSC (grs): ---

Malla	Peso Retenido Parcial (grs)	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% Que Pasa la Malla	Observaciones
No. 10	14.0	1.7	2.5	97.5	GRAVA 1%
No. 40	66.0	8.1	10.6	89.4	ARENA 30%
No. 200	165.4	20.2	30.8	69.2	FINOS 69%
Pasa No. 200	567.8	69.2	100.0		
SUMAS	819.7	100.0			

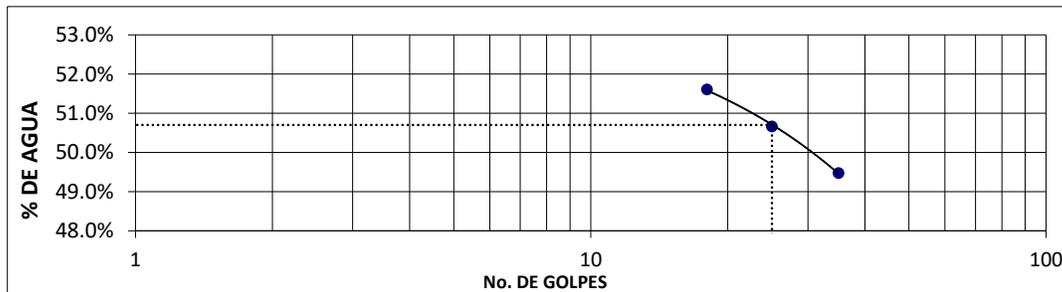


INFORME DE RESULTADOS DE LIMITE DE ATTERBERG ASTM D 4318-17					
Proyecto:* "CONSTRUCCIÓN DE PASO A DESNIVEL EN INTERSECCIÓN ENTRE LAS RUTAS CA04S - LIB04W, CARRETERA AL PUERTO DE LA LIBERTAD, SOBRE REDONDEL UTILA, MUNICIPIO DE SANTA TECLA, LA LIBERTAD."					
Solicitante:* GRUPO ECON, S.A. DE C.V.					
Ubicación:* DEPARTAMENTO DE LA LIBERTAD					
Procedencia del Material:* POZO A CIELO ABIERTO No. 1.			profundidad:* 22.50 - 23.55 m		
Fecha de Ensayo: 2-dic-21	Laboratorista: D. FUENTES		Revisó: N.E.C.R.		
Grano máximo Aproximado: 4.75 mm	Porcentaje Retenido en la malla No 40 (Aprox.): 10.6%		Contenido de agua de muestra como es recibida (%): ----		
Método de Preparación de la muestra:		Método utilizado para remover las partículas mayores a la malla No.40:			
<input type="checkbox"/> Húmedo		<input type="checkbox"/> Con la mano			
<input type="checkbox"/> Secado al horno		<input checked="" type="checkbox"/> Tamizado (seco)			
<input checked="" type="checkbox"/> Secado al aire		<input type="checkbox"/> Lavado			
Realización <input checked="" type="checkbox"/> Manual	Dispositivo para Lim. Liq.:		Herramienta de Ranurado:		
Lim. Plas.: <input type="checkbox"/> Dispositivo de rolado	<input type="checkbox"/> Manual		<input checked="" type="checkbox"/> Metálica		
	<input checked="" type="checkbox"/> Mecánico		<input type="checkbox"/> Plástica		

Prueba No.	LIMITE LIQUIDO			LIMITE PLÁSTICO	
	1	2	3	1	2
No. de Golpes	35	25	18		
Cápsula No.	14	6	45	23	17
Peso Húmedo + Tara, g	28.39	27.42	28.43	20.02	20.26
Peso Seco + Tara, g	23.65	22.84	23.46	18.31	18.62
Peso Agua, g	4.74	4.58	4.97	1.71	1.64
Peso Tara, g	14.07	13.80	13.83	13.69	14.14
Peso Seco, g	9.58	9.04	9.63	4.62	4.48
Contenido de Agua %	49.5%	50.7%	51.6%	37.0%	36.6%

(*) Información proporcionada por el solicitante

Los resultados corresponden al material proporcionado por el solicitante

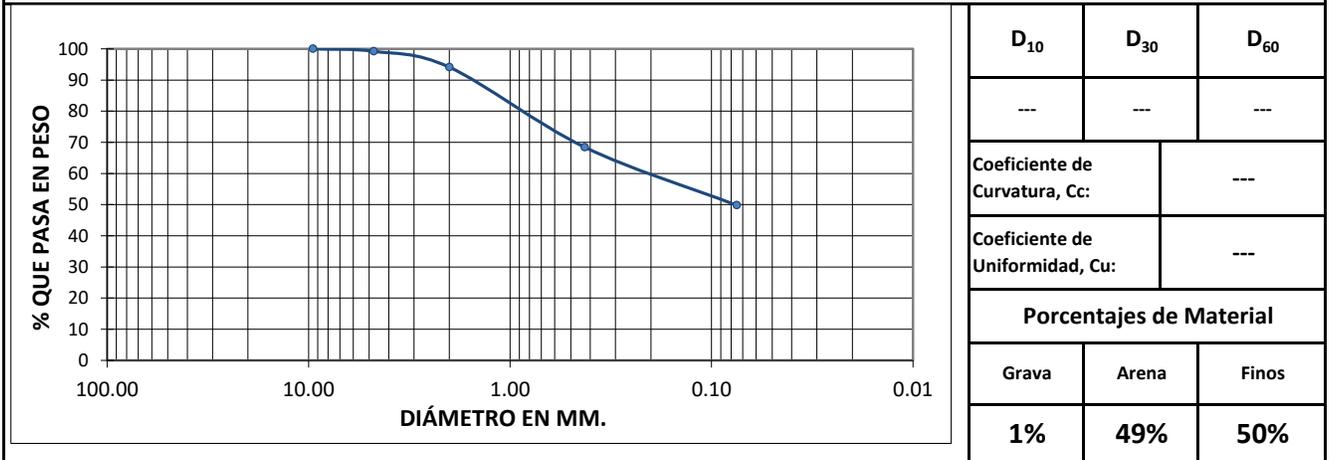


LIMITE LIQUIDO	51%
LIMITE PLÁSTICO	37%
ÍNDICE DE PLASTICIDAD	14%

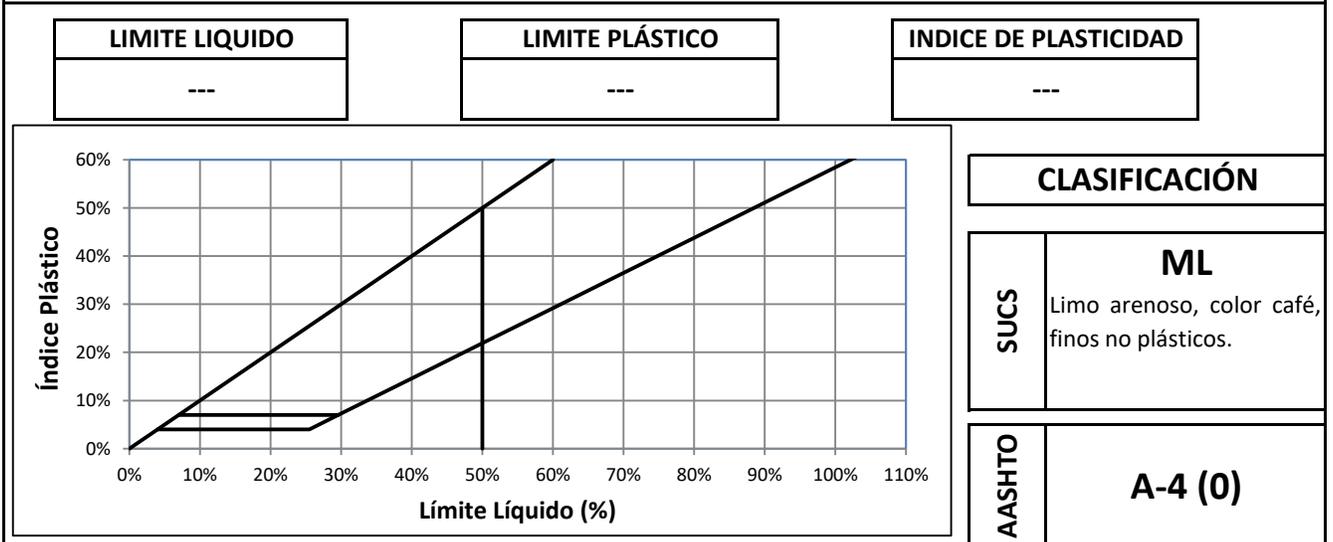
CLASIFICACIÓN DE SUELOS AASHTO M 145 (ASTM D 2487)

Proyecto: "CONSTRUCCIÓN DE PASO A DESNIVEL EN INTERSECCIÓN ENTRE LAS RUTAS CA04S - LIB04W, CARRETERA AL PUERTO DE LA LIBERTAD, SOBRE REDONDEL UTILA, MUNICIPIO DE SANTA TECLA, LA LIBERTAD."				
Solicitante: GRUPO ECON, S.A. DE C.V.				
Muestra No.: 11	Procedencia del Material: BARRENO SR - 1 Profundidad: 25.50 - 25.90 m	Coordenadas : N 13°39'45.52" O 89°16'40.95"		
Fecha de Ensayo: 6-dic-21	Fecha de Muestreo: 26-nov-21	Laboratorista: C. TORRES	Revisó: N.E.C.R.	

GRANULOMETRIA



LÍMITE LÍQUIDO, LÍMITE PLÁSTICO E ÍNDICE PLÁSTICO



ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO AASHTO T 27 (ASTM C 136)					
Proyecto: "CONSTRUCCIÓN DE PASO A DESNIVEL EN INTERSECCIÓN ENTRE LAS RUTAS CA04S - LIB04W, CARRETERA AL PUERTO DE LA LIBERTAD, SOBRE REDONDEL UTILA, MUNICIPIO DE SANTA TECLA, LA LIBERTAD."					
Solicitante: GRUPO ECON, S.A. DE C.V.					
Muestra No.: 11	Procedencia del Material: BARRENO SR- 1 Profundidad: 25.50 - 25.90 m			Coordenadas : N 13°39'45.52" O 89°16'40.95"	
Fecha de Ensayo: 1-dic-21	Fecha de Muestreo: 26-nov-21		Laboratorista: C. TORRES	Revisó: N.E.C.R.	

Peso Bruto (grs): 804.4 Tara (grs): 149.8 Peso Neto (grs): 654.6
MATERIAL GRUESO PSC (grs): 654.6

Malla	Peso Retenido Parcial (grs)	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% Que Pasa la Malla	Observaciones
2½"					Contenido de Humedad PH + Tara (grs): ---- PS + Tara (grs): ---- Humedad (grs): ---- PS Neto (grs): ---- Peso Tara (grs): ---- Humedad (%): ----
2"					
1½"					
1"					
¾"					
½"					
3/8"	0.0	0.0	0.0	100.0	
No. 4	5.1	0.8	0.8	99.2	
Pasa No. 4					
SUMAS					

MATERIAL TAMIZADO POR MALLA No. 4 Peso Neto (grs): --- PSC (grs): ---

Malla	Peso Retenido Parcial (grs)	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% Que Pasa la Malla	Observaciones
No. 10	33.7	5.1	5.9	94.1	GRAVA 1%
No. 40	168.4	25.7	31.6	68.4	ARENA 49%
No. 200	121.6	18.6	50.2	49.8	FINOS 50%
Pasa No. 200	325.8	49.8	100.0		
SUMAS	654.6	100.0			

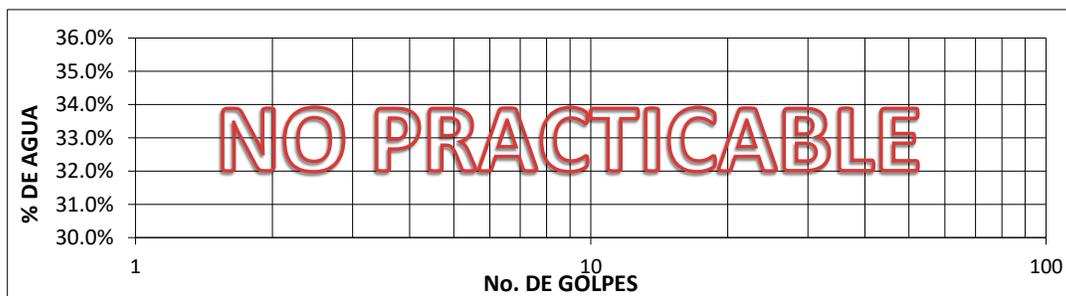


INFORME DE RESULTADOS DE LIMITES DE ATTERBERG ASTM D 4318-17			
Proyecto:* "CONSTRUCCIÓN DE PASO A DESNIVEL EN INTERSECCIÓN ENTRE LAS RUTAS CA04S - LIB04W, CARRETERA AL PUERTO DE LA LIBERTAD, SOBRE REDONDEL UTILA, MUNICIPIO DE SANTA TECLA, LA LIBERTAD."			
Solicitante:* GRUPO ECON, S.A. DE C.V.			
Ubicación:* DEPARTAMENTO DE LA LIBERTAD			
Procedencia del Material:* BARRENO SR- 1		profundidad:* 25.50 - 25.90 m	
Fecha de Ensayo: 1-dic-21	Laboratorista: C. TORRES	Revisó: N.E.C.R.	
Grano máximo Aproximado: 4.75 mm	Porcentaje Retenido en la malla No 40 (Aprox.): 31.6%	Contenido de agua de muestra como es recibida (%): ----	
Método de Preparación de la muestra:	<input type="checkbox"/> Húmedo <input checked="" type="checkbox"/> Secado al horno <input type="checkbox"/> Secado al aire	Método utilizado para remover las partículas mayores a la malla No.40:	<input type="checkbox"/> Con la mano <input checked="" type="checkbox"/> Tamizado (seco) <input type="checkbox"/> Lavado
Realización <input checked="" type="checkbox"/> Manual Lim. Plas.: <input type="checkbox"/> Dispositivo de rolado	Dispositivo para Lim. Liq.: <input checked="" type="checkbox"/> Manual <input type="checkbox"/> Mecánico	Herramienta de Ranurado: <input checked="" type="checkbox"/> Metálica <input type="checkbox"/> Plástica	

	LIMITE LIQUIDO		LIMITE PLÁSTICO	
Prueba No.				
No. de Golpes				
Cápsula No.				
Peso Húmedo + Tara, g				
Peso Seco + Tara, g	NO PRACTICABLE		NO PRACTICABLE	
Peso Agua, g				
Peso Tara, g				
Peso Seco, g				
Contenido de Agua %				

(*) Información proporcionada por el solicitante

Los resultados corresponden al material proporcionado por el solicitante.

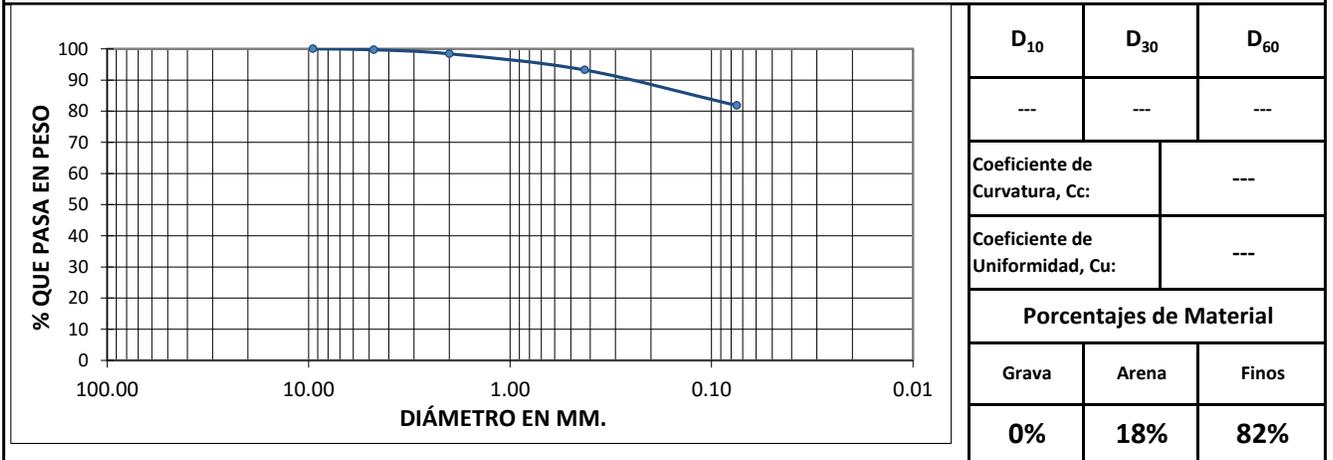


LIMITE LIQUIDO	---
LIMITE PLÁSTICO	---
ÍNDICE DE PLASTICIDAD	---

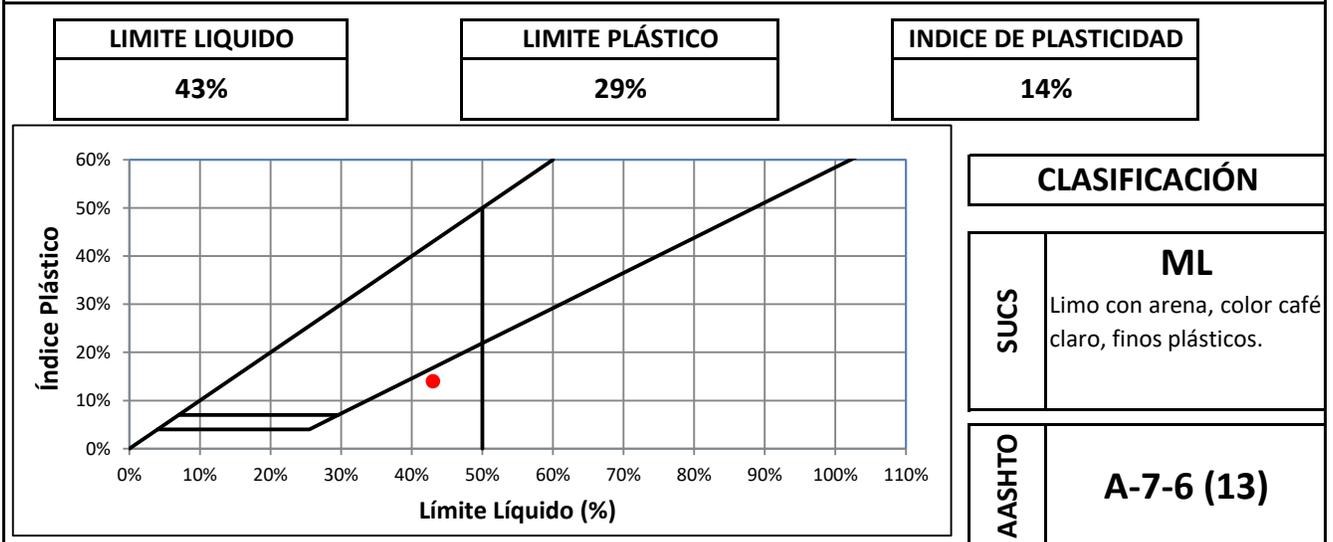
CLASIFICACIÓN DE SUELOS AASHTO M 145 (ASTM D 2487)

Proyecto: "CONSTRUCCIÓN DE PASO A DESNIVEL EN INTERSECCIÓN ENTRE LAS RUTAS CA04S - LIB04W, CARRETERA AL PUERTO DE LA LIBERTAD, SOBRE REDONDEL UTILA, MUNICIPIO DE SANTA TECLA, LA LIBERTAD."				
Solicitante: GRUPO ECON, S.A. DE C.V.				
Muestra No.: 12	Procedencia del Material: BARRENO SR - 1	Coordenadas : N 13°39'45.52"		
	Profundidad: 28.50 - 29.55 m	O 89°16'40.95"		
Fecha de Ensayo: 6-dic-21	Fecha de Muestreo: 26-nov-21	Laboratorista: C. TORRES	Revisó: N.E.C.R.	

GRANULOMETRIA



LÍMITE LÍQUIDO, LÍMITE PLÁSTICO E ÍNDICE PLÁSTICO



ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO AASHTO T 27 (ASTM C 136)					
Proyecto: "CONSTRUCCIÓN DE PASO A DESNIVEL EN INTERSECCIÓN ENTRE LAS RUTAS CA04S - LIB04W, CARRETERA AL PUERTO DE LA LIBERTAD, SOBRE REDONDEL UTILA, MUNICIPIO DE SANTA TECLA, LA LIBERTAD."					
Solicitante: GRUPO ECON, S.A. DE C.V.					
Muestra No.:	Procedencia del Material: BARRENO SR- 1			Coordenadas : N 13°39'45.52"	
12	Profundidad: 28.50 - 29.55 m			O 89°16'40.95"	
Fecha de Ensayo:	2-dic-21	Fecha de Muestreo:	26-nov-21	Laboratorista:	C. TORRES
				Revisó:	N.E.C.R.

Peso Bruto (grs): 932.4 Tara (grs): 148.6 Peso Neto (grs): 783.8
MATERIAL GRUESO PSC (grs): 783.8

Malla	Peso Retenido Parcial (grs)	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% Que Pasa la Malla	Observaciones
2½"					Contenido de Humedad PH + Tara (grs): ---- PS + Tara (grs): ---- Humedad (grs): ---- PS Neto (grs): ---- Peso Tara (grs): ---- Humedad (%): ----
2"					
1½"					
1"					
¾"					
½"					
3/8"	0.0	0.0	0.0	100.0	
No. 4	2.6	0.3	0.3	99.7	
Pasa No. 4					
SUMAS					

MATERIAL TAMIZADO POR MALLA No. 4 Peso Neto (grs): --- PSC (grs): ---

Malla	Peso Retenido Parcial (grs)	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% Que Pasa la Malla	Observaciones
No. 10	9.8	1.3	1.6	98.4	GRAVA 0%
No. 40	40.8	5.2	6.8	93.2	ARENA 18%
No. 200	89.2	11.4	18.2	81.8	FINOS 82%
Pasa No. 200	641.4	81.8	100.0		
SUMAS	783.8	100.0			

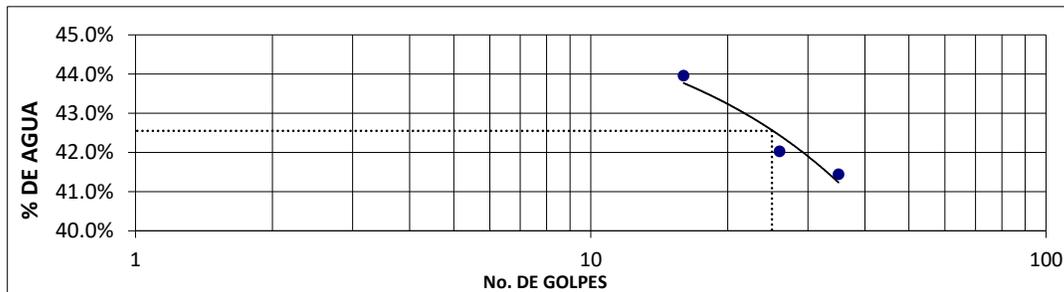


INFORME DE RESULTADOS DE LIMITE DE ATTERBERG ASTM D 4318-17					
Proyecto:* "CONSTRUCCIÓN DE PASO A DESNIVEL EN INTERSECCIÓN ENTRE LAS RUTAS CA04S - LIB04W, CARRETERA AL PUERTO DE LA LIBERTAD, SOBRE REDONDEL UTILA, MUNICIPIO DE SANTA TECLA, LA LIBERTAD."					
Solicitante:* GRUPO ECON, S.A. DE C.V.					
Ubicación:* DEPARTAMENTO DE LA LIBERTAD					
Procedencia del Material:* BARRENO SR- 1			profundidad:* 28.50 - 29.55 m		
Fecha de Ensayo: 2-dic-21		Laboratorista: D. FUENTES		Revisó: N.E.C.R.	
Grano máximo 4.75 mm		Porcentaje Retenido en la malla No 40 (Aprox.): 6.8%		Contenido de agua de muestra como es recibida (%): ----	
Método de Preparación de la muestra:		Método utilizado para remover las partículas mayores a la malla No.40:			
<input type="checkbox"/> Húmedo		<input type="checkbox"/> Con la mano			
<input type="checkbox"/> Secado al horno		<input checked="" type="checkbox"/> Tamizado (seco)			
<input checked="" type="checkbox"/> Secado al aire		<input type="checkbox"/> Lavado			
Realización <input checked="" type="checkbox"/> Manual		Dispositivo para Lim. Liq.: <input type="checkbox"/> Manual		Herramienta de Ranurado: <input checked="" type="checkbox"/> Metálica	
Lim. Plas.: <input type="checkbox"/> Dispositivo de rolado		<input checked="" type="checkbox"/> Mecánico		<input type="checkbox"/> Plástica	

Prueba No.	LIMITE LIQUIDO			LIMITE PLÁSTICO	
	1	2	3	1	2
No. de Golpes	35	26	16		
Cápsula No.	24	45	52	65	14
Peso Húmedo + Tara, g	28.27	28.51	27.19	20.33	20.43
Peso Seco + Tara, g	24.20	24.16	23.26	18.88	19.01
Peso Agua, g	4.07	4.35	3.93	1.45	1.42
Peso Tara, g	14.38	13.81	14.32	13.78	14.08
Peso Seco, g	9.82	10.35	8.94	5.10	4.93
Contenido de Agua %	41.4%	42.0%	44.0%	28.4%	28.8%

(*) Información proporcionada por el solicitante

Los resultados corresponden al material proporcionado por el solicitante

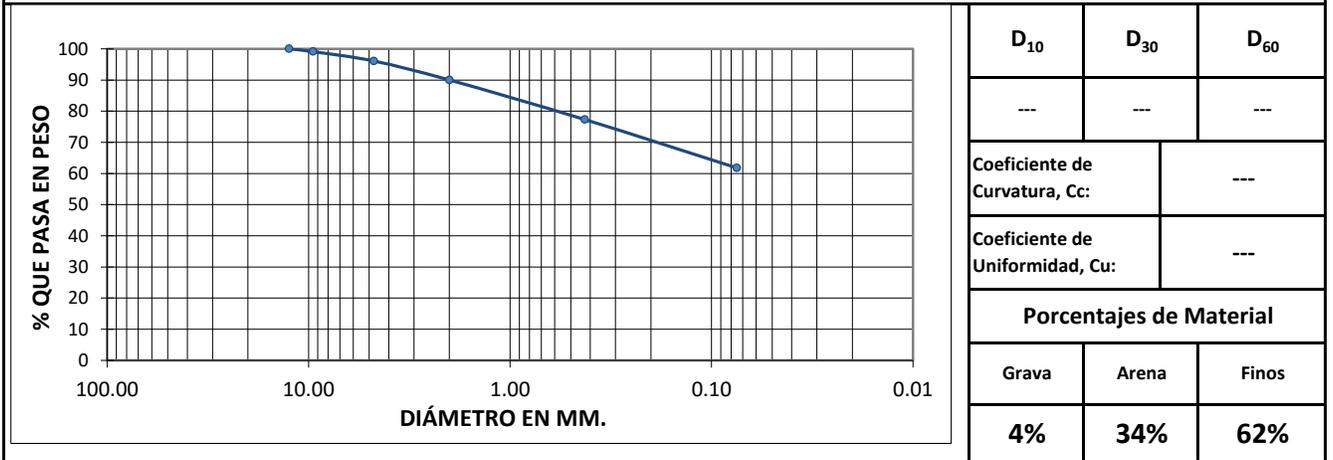


LIMITE LIQUIDO	43%
LIMITE PLÁSTICO	29%
ÍNDICE DE PLASTICIDAD	14%

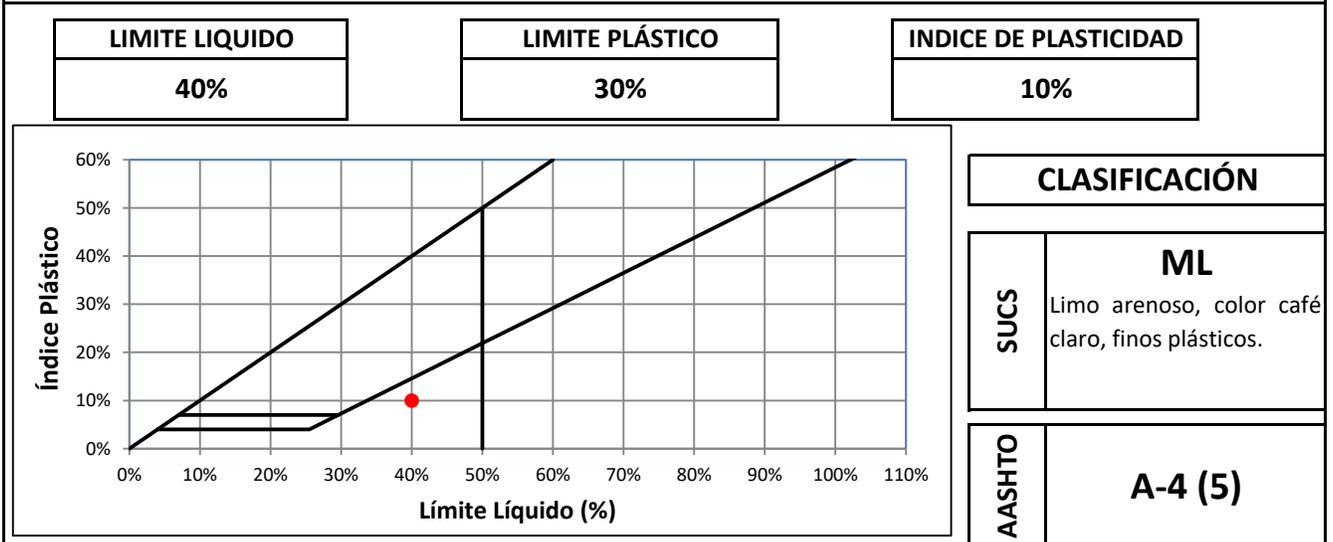
CLASIFICACIÓN DE SUELOS AASHTO M 145 (ASTM D 2487)

Proyecto: "CONSTRUCCIÓN DE PASO A DESNIVEL EN INTERSECCIÓN ENTRE LAS RUTAS CA04S - LIB04W, CARRETERA AL PUERTO DE LA LIBERTAD, SOBRE REDONDEL UTILA, MUNICIPIO DE SANTA TECLA, LA LIBERTAD."				
Solicitante: GRUPO ECON, S.A. DE C.V.				
Muestra No.: 13	Procedencia del Material: BARRENO SR - 1 Profundidad: 31.50 - 32.55 m		Coordenadas : N 13°39'45.52" O 89°16'40.95"	
Fecha de Ensayo: 6-dic-21	Fecha de Muestreo: 27-nov-21	Laboratorista: C. TORRES	Revisó: N.E.C.R.	

GRANULOMETRIA



LÍMITE LÍQUIDO, LÍMITE PLÁSTICO E ÍNDICE PLÁSTICO



ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO AASHTO T 27 (ASTM C 136)					
Proyecto: "CONSTRUCCIÓN DE PASO A DESNIVEL EN INTERSECCIÓN ENTRE LAS RUTAS CA04S - LIB04W, CARRETERA AL PUERTO DE LA LIBERTAD, SOBRE REDONDEL UTILA, MUNICIPIO DE SANTA TECLA, LA LIBERTAD."					
Solicitante: GRUPO ECON, S.A. DE C.V.					
Muestra No.: 13	Procedencia del Material: BARRENO SR- 1 Profundidad: 31.50 - 32.55 m			Coordenadas : N 13°39'45.52" O 89°16'40.95"	
Fecha de Ensayo: 2-dic-21	Fecha de Muestreo: 27-nov-21		Laboratorista: C. TORRES	Revisó: N.E.C.R.	

Peso Bruto (grs): 1,030.9 Tara (grs): 154.0 Peso Neto (grs): 876.9
MATERIAL GRUESO PSC (grs): 876.9

Malla	Peso Retenido Parcial (grs)	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% Que Pasa la Malla	Observaciones
2½"					Contenido de Humedad PH + Tara (grs): ---- PS + Tara (grs): ---- Humedad (grs): ---- PS Neto (grs): ---- Peso Tara (grs): ---- Humedad (%): ----
2"					
1½"					
1"					
¾"					
½"	0.0	0.0	0.0	100.0	
3/8"	7.6	0.9	0.9	99.1	
No. 4	26.4	3.0	3.9	96.1	
Pasa No. 4					
SUMAS					

MATERIAL TAMIZADO POR MALLA No. 4 Peso Neto (grs): --- PSC (grs): ---

Malla	Peso Retenido Parcial (grs)	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% Que Pasa la Malla	Observaciones
No. 10	53.8	6.1	10.0	90.0	GRAVA 4% ARENA 34% FINOS 62%
No. 40	111.2	12.7	22.7	77.3	
No. 200	135.6	15.5	38.2	61.8	
Pasa No. 200	542.3	61.8	100.0		
SUMAS	876.9	100.0			

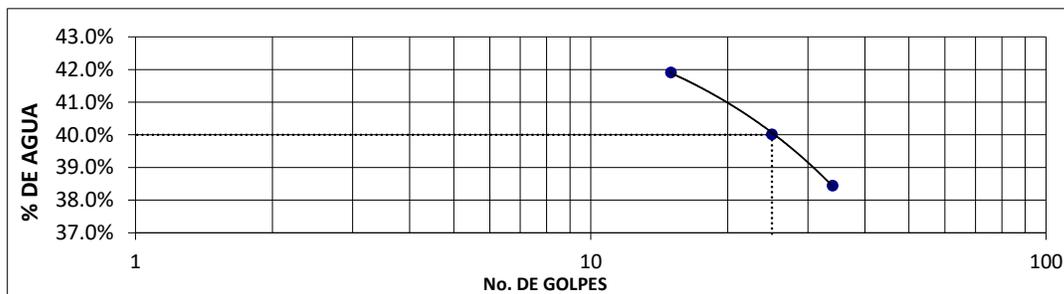


INFORME DE RESULTADOS DE LIMITES DE ATTERBERG ASTM D 4318-17					
Proyecto:* "CONSTRUCCIÓN DE PASO A DESNIVEL EN INTERSECCIÓN ENTRE LAS RUTAS CA04S - LIB04W, CARRETERA AL PUERTO DE LA LIBERTAD, SOBRE REDONDEL UTILA, MUNICIPIO DE SANTA TECLA, LA LIBERTAD."					
Solicitante:* GRUPO ECON, S.A. DE C.V.					
Ubicación:* DEPARTAMENTO DE LA LIBERTAD					
Procedencia del Material:* BARRENO SR- 1			profundidad:* 31.50 - 32.55 m		
Fecha de Ensayo: 2-dic-21		Laboratorista: D. FUENTES		Revisó: N.E.C.R.	
Grano máximo Aproximado: 9.50 mm		Porcentaje Retenido en la malla No 40 (Aprox.): 22.7%		Contenido de agua de muestra como es recibida (%): ----	
Método de Preparación de la muestra:		Método utilizado para remover las partículas mayores a la malla No.40:			
<input type="checkbox"/> Húmedo		<input type="checkbox"/> Con la mano			
<input type="checkbox"/> Secado al horno		<input checked="" type="checkbox"/> Tamizado (seco)			
<input checked="" type="checkbox"/> Secado al aire		<input type="checkbox"/> Lavado			
Realización <input checked="" type="checkbox"/> Manual		Dispositivo para Lim. Liq.: <input type="checkbox"/> Manual		Herramienta de Ranurado: <input checked="" type="checkbox"/> Metálica	
Lim. Plas.: <input type="checkbox"/> Dispositivo de rolado		<input checked="" type="checkbox"/> Mecánico		<input type="checkbox"/> Plástica	

Prueba No.	LIMITE LIQUIDO			LIMITE PLÁSTICO	
	1	2	3	1	2
No. de Golpes	34	25	15		
Cápsula No.	18	17	23	48	53
Peso Húmedo + Tara, g	28.61	29.99	27.47	20.88	20.81
Peso Seco + Tara, g	24.55	25.46	23.40	19.37	19.36
Peso Agua, g	4.06	4.53	4.07	1.51	1.45
Peso Tara, g	13.99	14.14	13.69	14.30	14.51
Peso Seco, g	10.56	11.32	9.71	5.07	4.85
Contenido de Agua %	38.4%	40.0%	41.9%	29.8%	29.9%

(*) Información proporcionada por el solicitante

Los resultados corresponden al material proporcionado por el solicitante

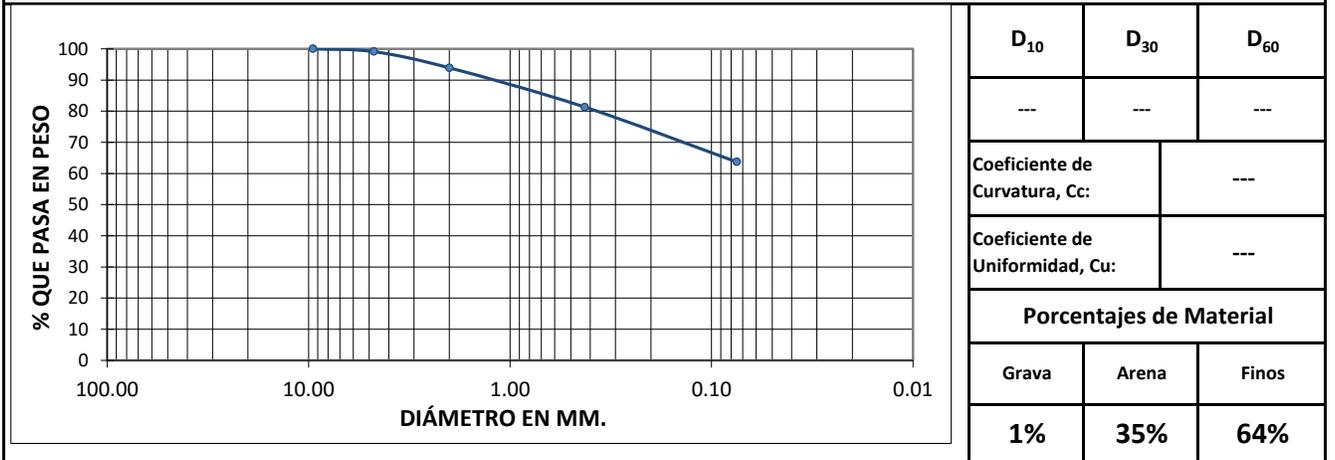


LIMITE LIQUIDO	40%
LIMITE PLÁSTICO	30%
ÍNDICE DE PLASTICIDAD	10%

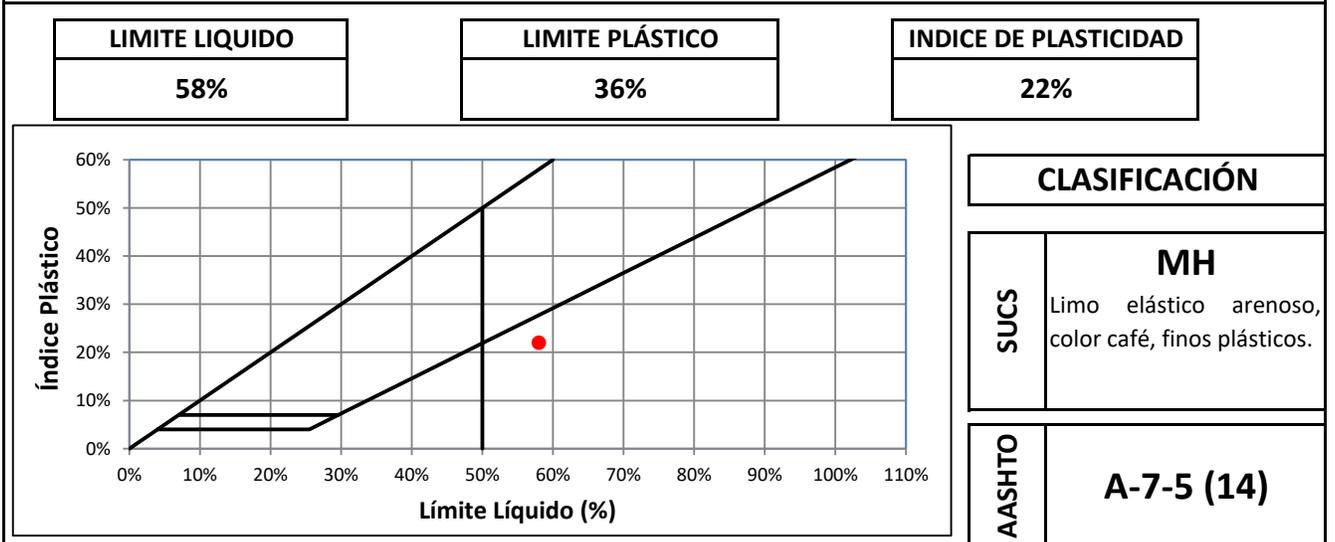
CLASIFICACIÓN DE SUELOS AASHTO M 145 (ASTM D 2487)

Proyecto: "CONSTRUCCIÓN DE PASO A DESNIVEL EN INTERSECCIÓN ENTRE LAS RUTAS CA04S - LIB04W, CARRETERA AL PUERTO DE LA LIBERTAD, SOBRE REDONDEL UTILA, MUNICIPIO DE SANTA TECLA, LA LIBERTAD."				
Solicitante: GRUPO ECON, S.A. DE C.V.				
Muestra No.: 14	Procedencia del Material: BARRENO SR - 1	Coordenadas : N 13°39'45.52"		
	Profundidad: 33.00 - 33.80 m	O 89°16'40.95"		
Fecha de Ensayo: 6-dic-21	Fecha de Muestreo: 27-nov-21	Laboratorista: C. TORRES	Revisó: N.E.C.R.	

GRANULOMETRIA



LÍMITE LÍQUIDO, LÍMITE PLÁSTICO E ÍNDICE PLÁSTICO



ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO AASHTO T 27 (ASTM C 136)					
Proyecto: "CONSTRUCCIÓN DE PASO A DESNIVEL EN INTERSECCIÓN ENTRE LAS RUTAS CA04S - LIB04W, CARRETERA AL PUERTO DE LA LIBERTAD, SOBRE REDONDEL UTILA, MUNICIPIO DE SANTA TECLA, LA LIBERTAD."					
Solicitante: GRUPO ECON, S.A. DE C.V.					
Muestra No.: 14	Procedencia del Material: BARRENO SR- 1 Profundidad: 33.00 - 33.80 m			Coordenadas : N 13°39'45.52" O 89°16'40.95"	
Fecha de Ensayo: 2-dic-21	Fecha de Muestreo: 27-nov-21		Laboratorista: C. TORRES	Revisó: N.E.C.R.	

Peso Bruto (grs): 857.6 Tara (grs): 165.8 Peso Neto (grs): 691.8
MATERIAL GRUESO PSC (grs): 691.8

Malla	Peso Retenido Parcial (grs)	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% Que Pasa la Malla	Observaciones
2½"					Contenido de Humedad PH + Tara (grs): ---- PS + Tara (grs): ---- Humedad (grs): ---- PS Neto (grs): ---- Peso Tara (grs): ---- Humedad (%): ----
2"					
1½"					
1"					
¾"					
½"					
3/8"	0.0	0.0	0.0	100.0	
No. 4	5.9	0.9	0.9	99.1	
Pasa No. 4					
SUMAS					

MATERIAL TAMIZADO POR MALLA No. 4 Peso Neto (grs): --- PSC (grs): ---

Malla	Peso Retenido Parcial (grs)	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% Que Pasa la Malla	Observaciones
No. 10	36.2	5.2	6.1	93.9	GRAVA 1%
No. 40	87.0	12.6	18.7	81.3	ARENA 35%
No. 200	122.1	17.6	36.3	63.7	FINOS 64%
Pasa No. 200	440.6	63.7	100.0		
SUMAS	691.8	100.0			

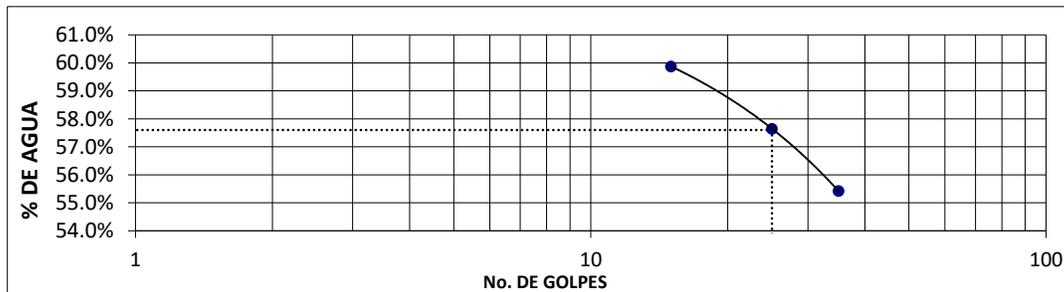


INFORME DE RESULTADOS DE LIMITE DE ATTERBERG ASTM D 4318-17					
Proyecto:* "CONSTRUCCIÓN DE PASO A DESNIVEL EN INTERSECCIÓN ENTRE LAS RUTAS CA04S - LIB04W, CARRETERA AL PUERTO DE LA LIBERTAD, SOBRE REDONDEL UTILA, MUNICIPIO DE SANTA TECLA, LA LIBERTAD."					
Solicitante:* GRUPO ECON, S.A. DE C.V.					
Ubicación:* DEPARTAMENTO DE LA LIBERTAD					
Procedencia del Material:* BARRENO SR- 1			profundidad:* 33.00 - 33.80 m		
Fecha de Ensayo: 2-dic-21		Laboratorista: D. FUENTES		Revisó: N.E.C.R.	
Grano máximo Aproximado: 4.75 mm		Porcentaje Retenido en la malla No 40 (Aprox.): 18.7%		Contenido de agua de muestra como es recibida (%): ----	
Método de Preparación de la muestra:		Método utilizado para remover las partículas mayores a la malla No.40:			
<input type="checkbox"/> Húmedo		<input type="checkbox"/> Con la mano			
<input type="checkbox"/> Secado al horno		<input checked="" type="checkbox"/> Tamizado (seco)			
<input checked="" type="checkbox"/> Secado al aire		<input type="checkbox"/> Lavado			
Realización <input checked="" type="checkbox"/> Manual		Dispositivo para Lim. Liq.: <input type="checkbox"/> Manual		Herramienta de Ranurado: <input checked="" type="checkbox"/> Metálica	
Lim. Plas.: <input type="checkbox"/> Dispositivo de rolado		<input checked="" type="checkbox"/> Mecánico		<input type="checkbox"/> Plástica	

Prueba No.	LIMITE LIQUIDO			LIMITE PLÁSTICO	
	1	2	3	1	2
No. de Golpes	35	25	15		
Cápsula No.	16	40	44	59	64
Peso Húmedo + Tara, g	24.55	24.97	24.54	20.40	20.37
Peso Seco + Tara, g	20.82	21.01	20.66	18.72	18.58
Peso Agua, g	3.73	3.96	3.88	1.68	1.79
Peso Tara, g	14.09	14.14	14.18	14.05	13.62
Peso Seco, g	6.73	6.87	6.48	4.67	4.96
Contenido de Agua %	55.4%	57.6%	59.9%	36.0%	36.1%

(*) Información proporcionada por el solicitante

Los resultados corresponden al material proporcionado por el solicitante



LIMITE LIQUIDO	58%
LIMITE PLÁSTICO	36%
ÍNDICE DE PLASTICIDAD	22%

DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD DE LOS SUELOS ASTM D 2216

Proyecto :	"CONSTRUCCIÓN DE PASO A DESNIVEL EN INTERSECCIÓN ENTRE LAS RUTAS CA04S - LIB04W, CARRETERA AL PUERTO DE LA LIBERTAD, SOBRE REDONDEL UTILA, MUNICIPIO DE SANTA TECLA, LA LIBERTAD."		
Solicitante :	GRUPO ECON S.A. DE C.V.		
Fecha de ensayo :	30-nov-21	Actividad: HUMEDAD NATURAL DEL SUELO	

Procedencia	BARRENO SR-1			
Profundidad (m)	1.05 - 1.50	2.55 - 3.00	4.05 - 4.50	5.55 - 6.00
	SPT No.1	SPT No.2	SPT No.3	SPT No.4
Peso humedo + tara	114.34	109.18	95.40	114.20
Peso seco + tara	94.90	89.52	77.83	92.06
Peso de agua	19.4	19.7	17.6	22.1
Peso de tara	13.10	15.20	15.20	10.80
Peso seco	81.8	74.3	62.6	81.3
humedad %	23.8	26.5	28.1	27.2

Procedencia	BARRENO SR-1			
Profundidad (m)	7.05 - 7.40	8.55 - 9.00	10.05 - 10.50	11.55 - 12.00
	SPT No.5	SPT No.6	SPT No.7	SPT No.8
Peso humedo + tara	116.13	120.85	128.45	110.25
Peso seco + tara	86.05	85.77	99.87	76.25
Peso de agua	30.1	35.1	28.6	34.0
Peso de tara	13.10	12.90	13.40	13.30
Peso seco	73.0	72.9	86.5	63.0
humedad %	41.2	48.1	33.1	54.0

Procedencia	BARRENO SR-1			
Profundidad (m)	13.05 - 13.50	14.55 - 15.00	16.05 - 16.50	17.55 - 18.00
	SPT No.9	SPT No.10	SPT No.11	SPT No.12
Peso humedo + tara	96.74	103.47	94.73	91.46
Peso seco + tara	70.32	75.28	76.21	64.49
Peso de agua	26.4	28.2	18.5	27.0
Peso de tara	12.70	12.80	13.30	12.50
Peso seco	57.6	62.5	62.9	52.0
humedad %	45.9	45.1	29.4	51.9

Observaciones: ----

DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD DE LOS SUELOS ASTM D 2216

Proyecto :	"CONSTRUCCIÓN DE PASO A DESNIVEL EN INTERSECCIÓN ENTRE LAS RUTAS CA04S - LIB04W, CARRETERA AL PUERTO DE LA LIBERTAD, SOBRE REDONDEL UTILA, MUNICIPIO DE SANTA TECLA, LA LIBERTAD."		
Solicitante :	GRUPO ECON S.A. DE C.V.		
Fecha de ensayo :	30-nov-21	Actividad: HUMEDAD NATURAL DEL SUELO	

Procedencia	BARRENO SR-1			
Profundidad (m)	19.05 - 19.50	20.55 - 21.00	22.05 - 22.50	23.55 - 24.00
	SPT No.13	SPT No.14	SPT No.15	SPT No.16
Peso humedo + tara	94.28	110.67	103.61	122.68
Peso seco + tara	64.75	79.00	68.25	87.38
Peso de agua	29.5	31.7	35.4	35.3
Peso de tara	15.20	13.30	12.60	13.00
Peso seco	49.6	65.7	55.7	74.4
humedad %	59.6	48.2	63.5	47.5

Procedencia	BARRENO SR-1			
Profundidad (m)	25.05 - 25.50	26.55 - 27.00	28.05 - 28.50	29.55 - 30.00
	SPT No.17	SPT No. 18	SPT No.19	SPT No.20
Peso humedo + tara	98.12	117.23	105.85	113.06
Peso seco + tara	60.90	74.00	74.46	86.06
Peso de agua	37.2	43.2	31.4	27.0
Peso de tara	13.10	15.30	13.10	13.10
Peso seco	47.8	58.7	61.4	73.0
humedad %	77.9	73.6	51.2	37.0

Procedencia	BARRENO SR-1			
Profundidad (m)	31.05 - 31.50	32.55 - 33.00	---	---
	SPT No.21	SPT No.22	---	---
Peso humedo + tara	101.00	146.29	---	---
Peso seco + tara	76.40	111.36	---	---
Peso de agua	24.6	34.9	---	---
Peso de tara	12.70	13.12	---	---
Peso seco	63.7	98.2	---	---
humedad %	38.6	35.6	---	---

Observaciones: ----

DETERMINACIÓN DEL PESO VOLUMÉTRICO DE LOS SUELOS ASTM D 7263	
Proyecto :	"CONSTRUCCIÓN DE PASO A DESNIVEL EN INTERSECCIÓN ENTRE LAS RUTAS CA04S - LIB04W, CARRETERA AL PUERTO DE LA LIBERTAD, SOBRE REDONDEL UTILA, MUNICIPIO DE SANTA TECLA, LA LIBERTAD."
Solicitante :	GRUPO ECON S.A. DE C.V.
Fecha ensayo : 1-dic-21	Fecha Muestre: 26-nov-21

SONDEO No	BARRENO SR-1		
PROFUNDIDAD (m)	21.30 - 21.50		
PESO SUELO HUMEDO (grs.)	318.00		
PESO SUELO SECO (grs)	208.39		
HUMEDAD %	52.60		
DIAMETRO (cm)	5.80	5.80	5.80
DIAMETRO PROMEDIO (cm)	5.80		
ALTURA (cm)	6.70	6.70	6.70
ALTURA PROMEDIO (cm)	6.70		
AREA (cm ²)	26.42		
VOLUMEN (cm ³)	177.02		
PESO VOUMÉTRICO HUMEDO (gr/cm ³)	1.796		
PESO VOLUMÉTRICO SECO (gr/cm ³)	1.177		

Observaciones: Método utilizado: "B".

DETERMINACIÓN DEL PESO VOLUMÉTRICO DE LOS SUELOS ASTM D 7263	
Proyecto : "CONSTRUCCIÓN DE PASO A DESNIVEL EN INTERSECCIÓN ENTRE LAS RUTAS CA04S - LIB04W, CARRETERA AL PUERTO DE LA LIBERTAD, SOBRE REDONDEL UTILA, MUNICIPIO DE SANTA TECLA, LA LIBERTAD."	
Solicitante : GRUPO ECON S.A. DE C.V.	
Fecha ensayo : 1-dic-21	Fecha Muestra: 26-nov-21

SONDEO No	BARRENO SR-1		
PROFUNDIDAD (m)	22.90 - 23.10		
PESO SUELO HUMEDO (grs.)	472.70		
PESO SUELO SECO (grs)	330.10		
HUMEDAD %	43.20		
DIAMETRO (cm)	6.00	6.00	6.00
DIAMETRO PROMEDIO (cm)	6.00		
ALTURA (cm)	8.70	8.70	8.70
ALTURA PROMEDIO (cm)	8.70		
AREA (cm ²)	28.27		
VOLUMEN (cm ³)	245.99		
PESO VOUMÉTRICO HUMEDO (gr/cm ³)	1.922		
PESO VOLUMÉTRICO SECO (gr/cm ³)	1.342		

Observaciones: Método utilizado: "B".

DETERMINACIÓN DEL PESO VOLUMÉTRICO DE LOS SUELOS ASTM D 7263	
Proyecto :	"CONSTRUCCIÓN DE PASO A DESNIVEL EN INTERSECCIÓN ENTRE LAS RUTAS CA04S - LIB04W, CARRETERA AL PUERTO DE LA LIBERTAD, SOBRE REDONDEL UTILA, MUNICIPIO DE SANTA TECLA, LA LIBERTAD."
Solicitante :	GRUPO ECON S.A. DE C.V.
Fecha ensayo : 1-dic-21	Fecha Muestre: 27-nov-21

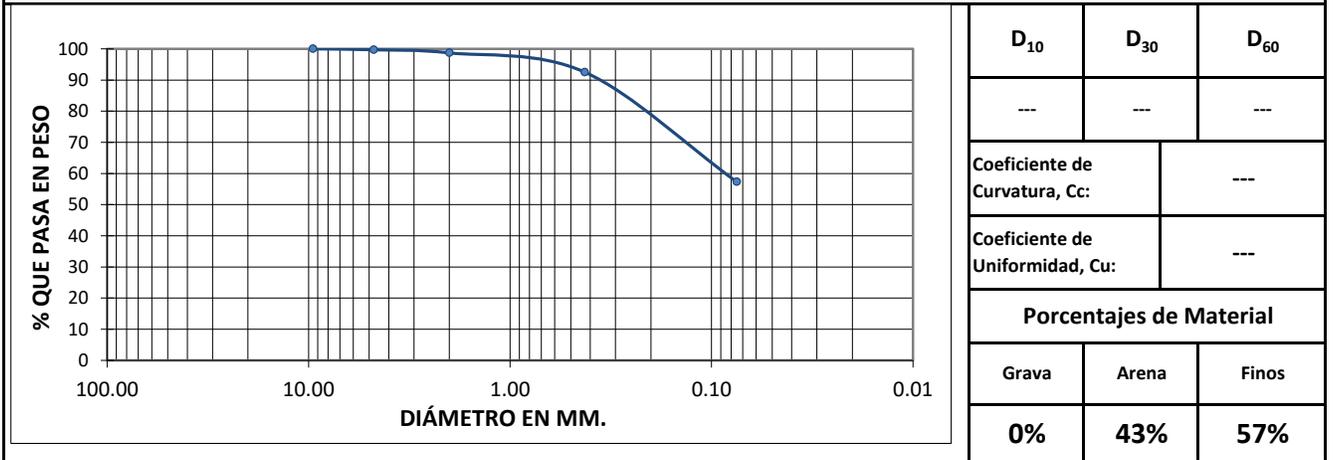
SONDEO No	BARRENO SR-1		
PROFUNDIDAD (m)	31.50 - 32.55		
PESO SUELO HUMEDO (grs.)	368.00		
PESO SUELO SECO (grs)	282.21		
HUMEDAD %	30.40		
DIAMETRO (cm)	5.80	5.80	5.80
DIAMETRO PROMEDIO (cm)	5.80		
ALTURA (cm)	6.70	6.70	6.70
ALTURA PROMEDIO (cm)	6.70		
AREA (cm ²)	26.42		
VOLUMEN (cm ³)	177.02		
PESO VOUMÉTRICO HUMEDO (gr/cm ³)	2.079		
PESO VOLUMÉTRICO SECO (gr/cm ³)	1.594		

Observaciones: Método utilizado: "B".

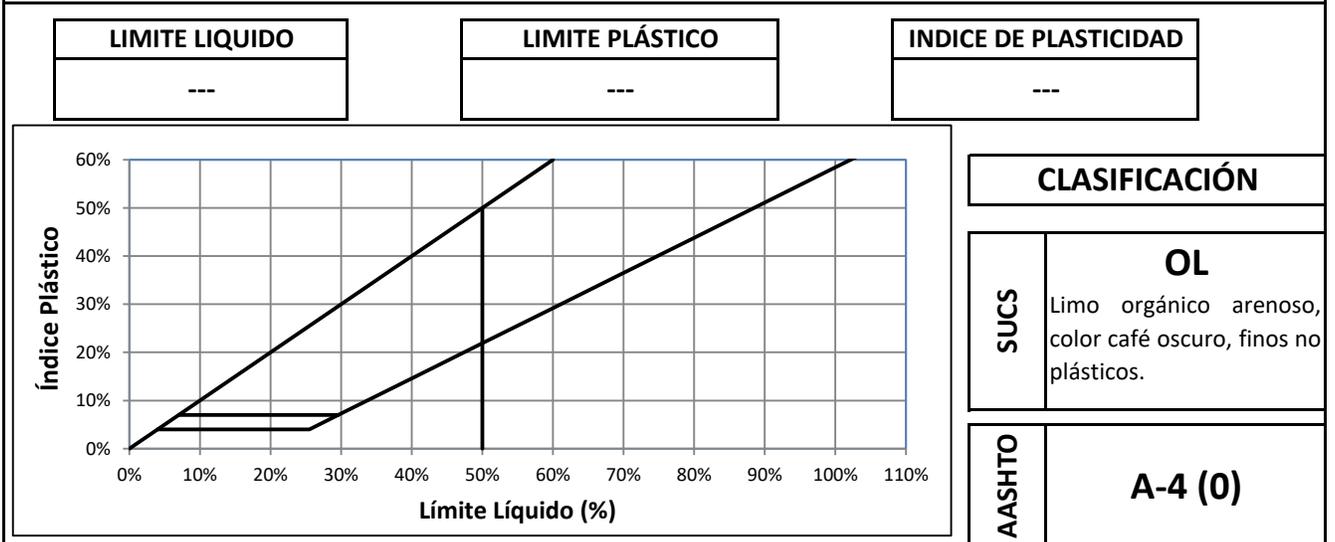
CLASIFICACIÓN DE SUELOS AASHTO M 145 (ASTM D 2487)

Proyecto: "CONSTRUCCIÓN DE PASO A DESNIVEL EN INTERSECCIÓN ENTRE LAS RUTAS CA04S - LIB04W, CARRETERA AL PUERTO DE LA LIBERTAD, SOBRE REDONDEL UTILA, MUNICIPIO DE SANTA TECLA, LA LIBERTAD."				
Solicitante: GRUPO ECON, S.A. DE C.V.				
Muestra No.: 1	Procedencia del Material: BARRENO SR - 2	Coordenadas : N 13°39'46.35"		
	Profundidad: 1.90 - 2.55 m	O 89°16'40.37"		
Fecha de Ensayo: 6-dic-21	Fecha de Muestreo: 22-nov-21	Laboratorista: C. TORRES	Revisó: N.E.C.R.	

GRANULOMETRIA



LÍMITE LÍQUIDO, LÍMITE PLÁSTICO E ÍNDICE PLÁSTICO



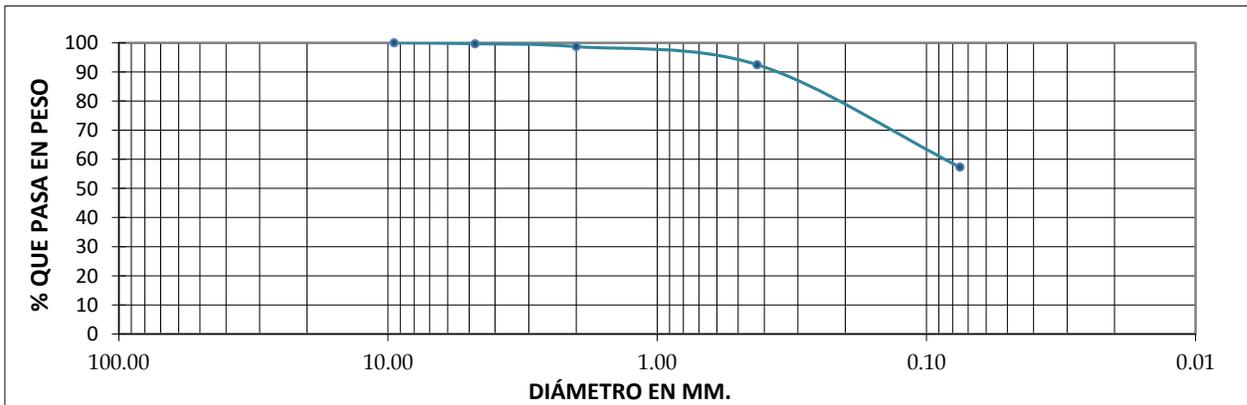
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO AASHTO T 27 (ASTM C 136)					
Proyecto: "CONSTRUCCIÓN DE PASO A DESNIVEL EN INTERSECCIÓN ENTRE LAS RUTAS CA04S - LIB04W, CARRETERA AL PUERTO DE LA LIBERTAD, SOBRE REDONDEL UTILA, MUNICIPIO DE SANTA TECLA, LA LIBERTAD."					
Solicitante: GRUPO ECON, S.A. DE C.V.					
Muestra No.: 1	Procedencia del Material: BARRENO SR- 2 Profundidad: 1.90 - 2.55 m			Coordenadas : N 13°39'46.35" O 89°16'40.37"	
Fecha de Ensayo: 26-nov-21	Fecha de Muestreo: 22-nov-21		Laboratorista: C. TORRES	Revisó: N.E.C.R.	

Peso Bruto (grs): 924.2 Tara (grs): 191.0 Peso Neto (grs): 733.2
MATERIAL GRUESO PSC (grs): 733.2

Malla	Peso Retenido Parcial (grs)	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% Que Pasa la Malla	Observaciones
2½"					Contenido de Humedad PH + Tara (grs): ---- PS + Tara (grs): ---- Humedad (grs): ---- PS Neto (grs): ---- Peso Tara (grs): ---- Humedad (%): ----
2"					
1½"					
1"					
¾"					
½"					
3/8"	0.0	0.0	0.0	100.0	
No. 4	2.4	0.3	0.3	99.7	
Pasa No. 4					
SUMAS					

MATERIAL TAMIZADO POR MALLA No. 4 Peso Neto (grs): --- PSC (grs): ---

Malla	Peso Retenido Parcial (grs)	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% Que Pasa la Malla	Observaciones
No. 10	7.6	1.0	1.3	98.7	GRAVA 0%
No. 40	45.2	6.2	7.5	92.5	ARENA 43%
No. 200	258.1	35.2	42.7	57.3	FINOS 57%
Pasa No. 200	419.9	57.3	100.0		
SUMAS	733.2	100.0			

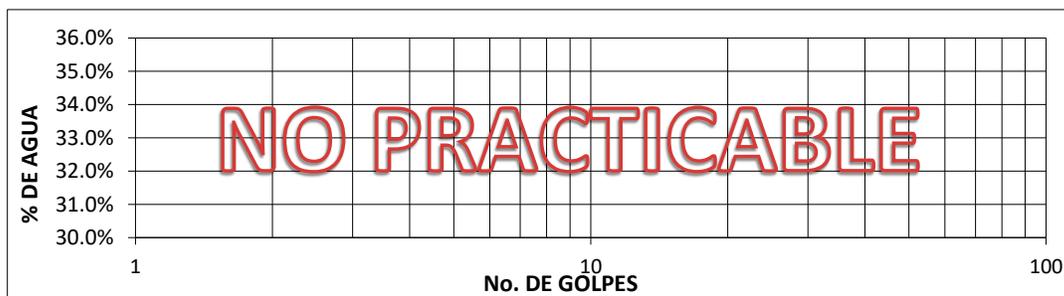


INFORME DE RESULTADOS DE LIMITES DE ATTERBERG ASTM D 4318-17			
Proyecto:* "CONSTRUCCIÓN DE PASO A DESNIVEL EN INTERSECCIÓN ENTRE LAS RUTAS CA04S - LIB04W, CARRETERA AL PUERTO DE LA LIBERTAD, SOBRE REDONDEL UTILA, MUNICIPIO DE SANTA TECLA, LA LIBERTAD."			
Solicitante:* GRUPO ECON, S.A. DE C.V.			
Ubicación:* DEPARTAMENTO DE LA LIBERTAD			
Procedencia del Material:* BARRENO SR- 2		profundidad:* 1.90 - 2.55 m	
Fecha de Ensayo: 26-nov-21	Laboratorista: C. TORRES	Revisó: N.E.C.R.	
Grano máximo Aproximado: 4.75 mm	Porcentaje Retenido en la malla No 40 (Aprox.): 7.5%	Contenido de agua de muestra como es recibida (%): ----	
Método de Preparación de la muestra:	<input type="checkbox"/> Húmedo <input type="checkbox"/> Secado al horno <input checked="" type="checkbox"/> Secado al aire	Método utilizado para remover las partículas mayores a la malla No.40:	<input type="checkbox"/> Con la mano <input checked="" type="checkbox"/> Tamizado (seco) <input type="checkbox"/> Lavado
Realización <input checked="" type="checkbox"/> Manual	Dispositivo para Lim. Liq.: <input checked="" type="checkbox"/> Manual	Herramienta de Ranurado: <input checked="" type="checkbox"/> Metálica	<input type="checkbox"/> Plástica
Lim. Plas.: <input type="checkbox"/> Dispositivo de rolado	<input type="checkbox"/> Mecánico		

	LIMITE LIQUIDO		LIMITE PLÁSTICO	
Prueba No.				
No. de Golpes				
Cápsula No.				
Peso Húmedo + Tara, g				
Peso Seco + Tara, g	NO PRACTICABLE		NO PRACTICABLE	
Peso Agua, g				
Peso Tara, g				
Peso Seco, g				
Contenido de Agua %				

(*) Información proporcionada por el solicitante

Los resultados corresponden al material proporcionado por el solicitante.



LIMITE LIQUIDO	----
LIMITE PLÁSTICO	----
ÍNDICE DE PLASTICIDAD	----

CONTENIDO DE MATERIA ORGÁNICA DE LOS SUELOS ASTM D 2974				
Proyecto: "CONSTRUCCIÓN DE PASO A DESNIVEL EN INTERSECCIÓN ENTRE LAS RUTAS CA04S - LIB04W, CARRETERA AL PUERTO DE LA LIBERTAD, SOBRE REDONDEL UTILA, MUNICIPIO DE SANTA TECLA, LA LIBERTAD."				
Solicitante: GRUPO ECON, S.A. DE C.V.				
Muestra No.: 1	Procedencia del Material: BARRENO SR- 2.	Coordenadas : N 13°39'46.35"		
	Profundidad: 1.90 - 2.55 m	O 89°16'40.37"		
Fecha de Ensayo: 29-nov-21	Fecha de Muestreo: 22-nov-21	Laboratorista: C. TORRES	Revisó: N.E.C.R.	

CONTENIDO DE HUMEDAD (Método A)

PROFUNDIDAD (m)	1.90 - 2.55 m			
RECIPIENTE No.	94			
PESO SUELO HUMEDO + TARA (grs.)	128.13			
PESO SUELO SECO + TARA (grs)	94.25			
TARA	12.60			
PESO SUELO HUMEDO - TARA (A) (grs.)	115.53			
PESO SUELO SECO - TARA (B) (grs)	81.65			
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	41.5			

CONTENIDO DE HUMEDAD (Método C)

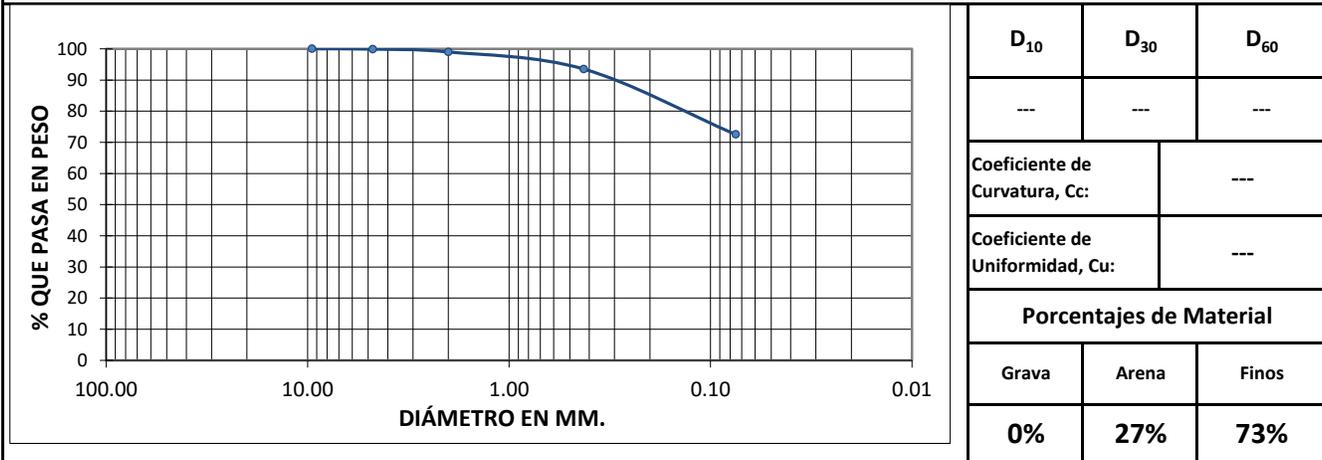
RECIPIENTE No.	G			
PESO SUELO SECO + TARA (grs)	156.02			
PESO SUELO CALCINADO + TARA (grs)	151.89			
TARA (grs)	72.08			
PESO SUELO CALCINADO - TARA grs. (C)	79.81			
% DE CENIZA, C X 100 / B (D)	95.08			
% DE MATERIA ORGANICA (100-D)	4.9			

Observaciones: ---

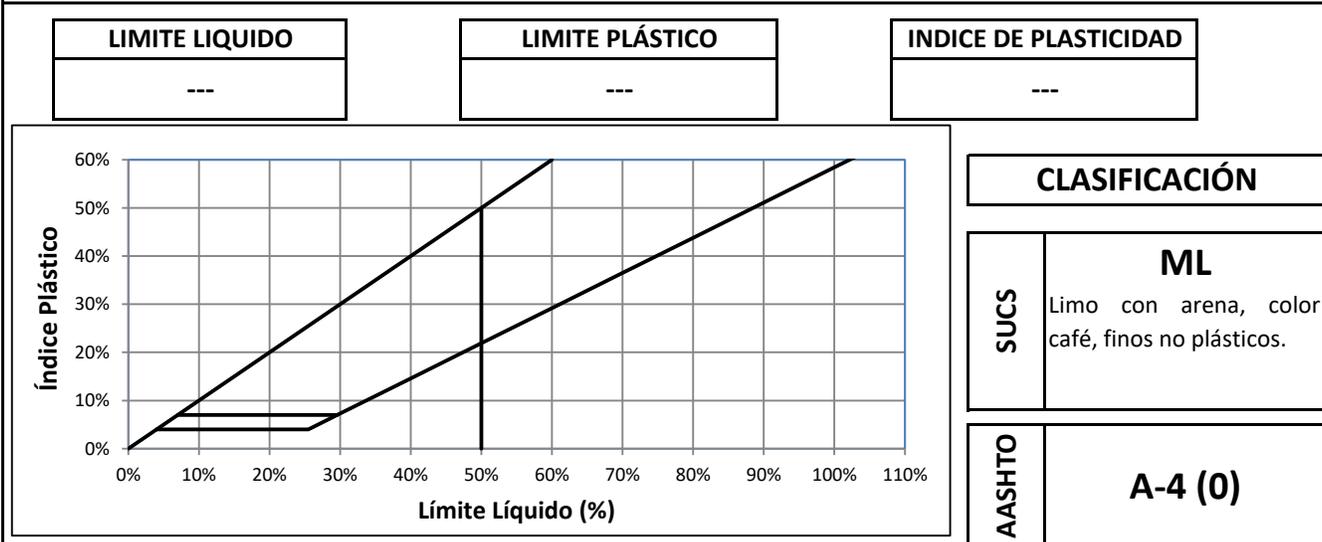
CLASIFICACIÓN DE SUELOS AASHTO M 145 (ASTM D 2487)

Proyecto: "CONSTRUCCIÓN DE PASO A DESNIVEL EN INTERSECCIÓN ENTRE LAS RUTAS CA04S - LIB04W, CARRETERA AL PUERTO DE LA LIBERTAD, SOBRE REDONDEL UTILA, MUNICIPIO DE SANTA TECLA, LA LIBERTAD."				
Solicitante: GRUPO ECON, S.A. DE C.V.				
Muestra No.: 2	Procedencia del Material: BARRENO SR - 2	Coordenadas : N 13°39'46.35"		
	Profundidad: 3.00 - 4.05 m	O 89°16'40.37"		
Fecha de Ensayo: 6-dic-21	Fecha de Muestreo: 22-nov-21	Laboratorista: C. TORRES	Revisó: N.E.C.R.	

GRANULOMETRIA



LÍMITE LÍQUIDO, LÍMITE PLÁSTICO E ÍNDICE PLÁSTICO



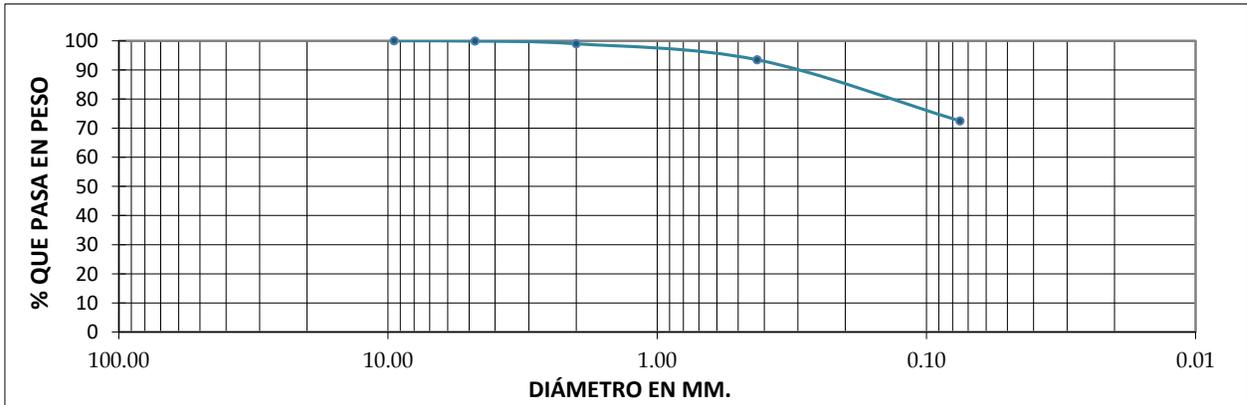
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO AASHTO T 27 (ASTM C 136)					
Proyecto: "CONSTRUCCIÓN DE PASO A DESNIVEL EN INTERSECCIÓN ENTRE LAS RUTAS CA04S - LIB04W, CARRETERA AL PUERTO DE LA LIBERTAD, SOBRE REDONDEL UTILA, MUNICIPIO DE SANTA TECLA, LA LIBERTAD."					
Solicitante: GRUPO ECON, S.A. DE C.V.					
Muestra No.: 2	Procedencia del Material: BARRENO SR- 2 Profundidad: 3.00 - 4.05 m			Coordenadas : N 13°39'46.35" O 89°16'40.37"	
Fecha de Ensayo: 26-nov-21	Fecha de Muestreo: 22-nov-21		Laboratorista: C. TORRES	Revisó: N.E.C.R.	

Peso Bruto (grs): 873.5 Tara (grs): 148.6 Peso Neto (grs): 724.9
MATERIAL GRUESO PSC (grs): 724.9

Malla	Peso Retenido Parcial (grs)	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% Que Pasa la Malla	Observaciones
2½"					Contenido de Humedad PH + Tara (grs): ---- PS + Tara (grs): ---- Humedad (grs): ---- PS Neto (grs): ---- Peso Tara (grs): ---- Humedad (%): ----
2"					
1½"					
1"					
¾"					
½"					
3/8"	0.0	0.0	0.0	100.0	
No. 4	0.9	0.1	0.1	99.9	
Pasa No. 4					
SUMAS					

MATERIAL TAMIZADO POR MALLA No. 4 Peso Neto (grs): --- PSC (grs): ---

Malla	Peso Retenido Parcial (grs)	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% Que Pasa la Malla	Observaciones
No. 10	6.6	0.9	1.0	99.0	GRAVA 0%
No. 40	39.7	5.5	6.5	93.5	ARENA 27%
No. 200	152.2	21.0	27.5	72.5	FINOS 73%
Pasa No. 200	525.5	72.5	100.0		
SUMAS	724.9	100.0			

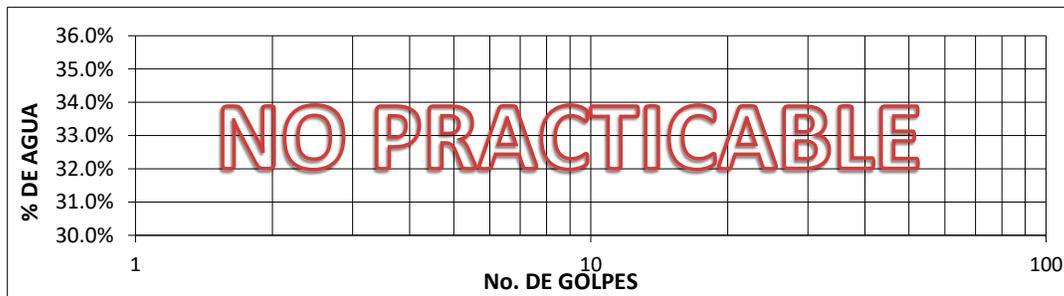


INFORME DE RESULTADOS DE LIMITES DE ATTERBERG ASTM D 4318-17			
Proyecto:* "CONSTRUCCIÓN DE PASO A DESNIVEL EN INTERSECCIÓN ENTRE LAS RUTAS CA04S - LIB04W, CARRETERA AL PUERTO DE LA LIBERTAD, SOBRE REDONDEL UTILA, MUNICIPIO DE SANTA TECLA, LA LIBERTAD."			
Solicitante:* GRUPO ECON, S.A. DE C.V.			
Ubicación:* DEPARTAMENTO DE LA LIBERTAD			
Procedencia del Material:* BARRENO SR- 2		profundidad:* 3.00 - 4.05 m	
Fecha de Ensayo: 26-nov-21	Laboratorista: C. TORRES	Revisó: N.E.C.R.	
Grano máximo Aproximado: 4.75 mm	Porcentaje Retenido en la malla No 40 (Aprox.): 6.5%	Contenido de agua de muestra como es recibida (%): ----	
Método de Preparación de la muestra:	<input type="checkbox"/> Húmedo <input type="checkbox"/> Secado al horno <input checked="" type="checkbox"/> Secado al aire	Método utilizado para remover las partículas mayores a la malla No.40:	<input type="checkbox"/> Con la mano <input checked="" type="checkbox"/> Tamizado (seco) <input type="checkbox"/> Lavado
Realización <input checked="" type="checkbox"/> Manual Lim. Plas.: <input type="checkbox"/> Dispositivo de rolado	Dispositivo para Lim. Liq.: <input checked="" type="checkbox"/> Manual <input type="checkbox"/> Mecánico	Herramienta de Ranurado: <input checked="" type="checkbox"/> Metálica <input type="checkbox"/> Plástica	

	LIMITE LIQUIDO		LIMITE PLÁSTICO	
Prueba No.				
No. de Golpes				
Cápsula No.				
Peso Húmedo + Tara, g				
Peso Seco + Tara, g	NO PRACTICABLE		NO PRACTICABLE	
Peso Agua, g				
Peso Tara, g				
Peso Seco, g				
Contenido de Agua %				

(*) Información proporcionada por el solicitante

Los resultados corresponden al material proporcionado por el solicitante.

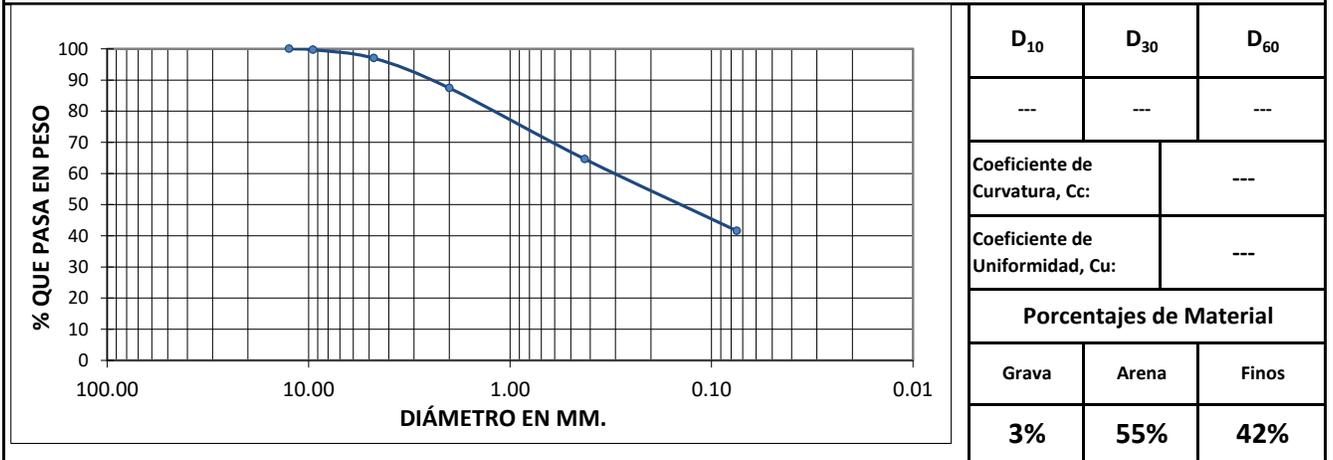


LIMITE LIQUIDO	---
LIMITE PLÁSTICO	---
ÍNDICE DE PLASTICIDAD	---

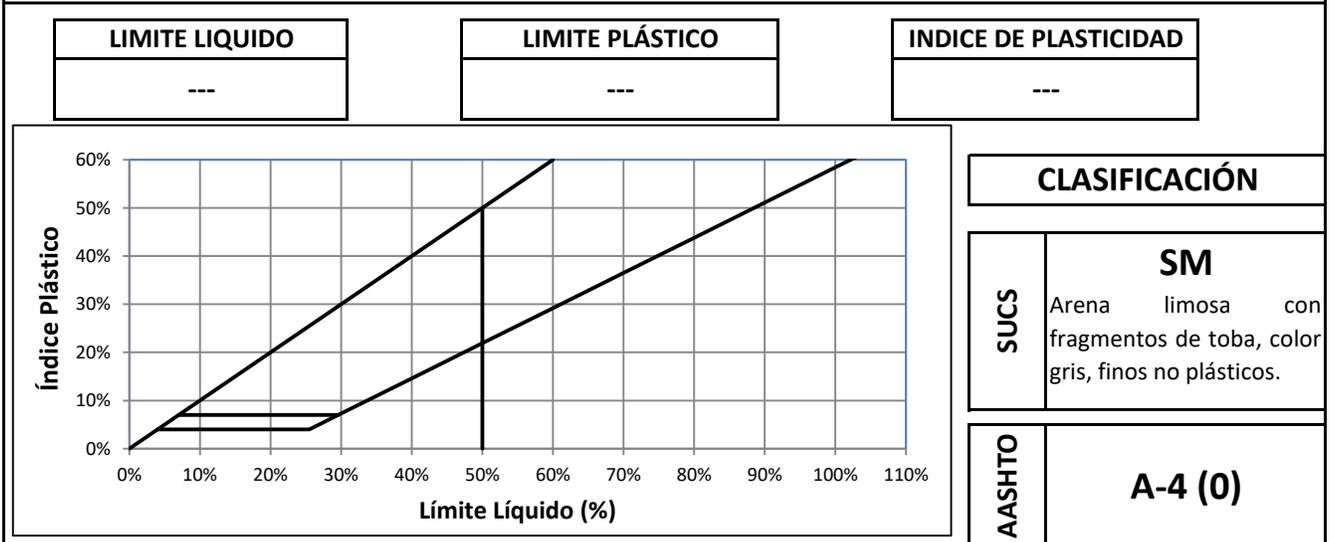
CLASIFICACIÓN DE SUELOS AASHTO M 145 (ASTM D 2487)

Proyecto: "CONSTRUCCIÓN DE PASO A DESNIVEL EN INTERSECCIÓN ENTRE LAS RUTAS CA04S - LIB04W, CARRETERA AL PUERTO DE LA LIBERTAD, SOBRE REDONDEL UTILA, MUNICIPIO DE SANTA TECLA, LA LIBERTAD."				
Solicitante: GRUPO ECON, S.A. DE C.V.				
Muestra No.: 3	Procedencia del Material: BARRENO SR - 2	Coordenadas : N 13°39'46.35"		
	Profundidad: 5.65 - 7.05 m	O 89°16'40.37"		
Fecha de Ensayo: 6-dic-21	Fecha de Muestreo: 22-nov-21	Laboratorista: C. TORRES	Revisó: N.E.C.R.	

GRANULOMETRIA



LÍMITE LÍQUIDO, LÍMITE PLÁSTICO E ÍNDICE PLÁSTICO



ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO AASHTO T 27 (ASTM C 136)					
Proyecto: "CONSTRUCCIÓN DE PASO A DESNIVEL EN INTERSECCIÓN ENTRE LAS RUTAS CA04S - LIB04W, CARRETERA AL PUERTO DE LA LIBERTAD, SOBRE REDONDEL UTILA, MUNICIPIO DE SANTA TECLA, LA LIBERTAD."					
Solicitante: GRUPO ECON, S.A. DE C.V.					
Muestra No.:	Procedencia del Material: BARRENO SR- 2			Coordenadas : N 13°39'46.35"	
3	Profundidad: 5.65 - 7.05 m			O 89°16'40.37"	
Fecha de Ensayo:	26-nov-21	Fecha de Muestreo:	22-nov-21	Laboratorista:	C. TORRES
				Revisó:	N.E.C.R.

Peso Bruto (grs): 1,444.1 Tara (grs): 208.3 Peso Neto (grs): 1,235.8
MATERIAL GRUESO PSC (grs): 1,235.8

Malla	Peso Retenido Parcial (grs)	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% Que Pasa la Malla	Observaciones
2½"					Contenido de Humedad PH + Tara (grs): ---- PS + Tara (grs): ---- Humedad (grs): ---- PS Neto (grs): ---- Peso Tara (grs): ---- Humedad (%): ----
2"					
1½"					
1"					
¾"					
½"	0.0	0.0	0.0	100.0	
3/8"	3.1	0.3	0.3	99.7	
No. 4	33.8	2.7	3.0	97.0	
Pasa No. 4					
SUMAS					

MATERIAL TAMIZADO POR MALLA No. 4 Peso Neto (grs): --- PSC (grs): ---

Malla	Peso Retenido Parcial (grs)	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% Que Pasa la Malla	Observaciones
No. 10	118.8	9.6	12.6	87.4	GRAVA 3% ARENA 55% FINOS 42%
No. 40	281.6	22.8	35.4	64.6	
No. 200	284.1	23.0	58.4	41.6	
Pasa No. 200	514.4	41.6	100.0		
SUMAS	1235.8	100.0			

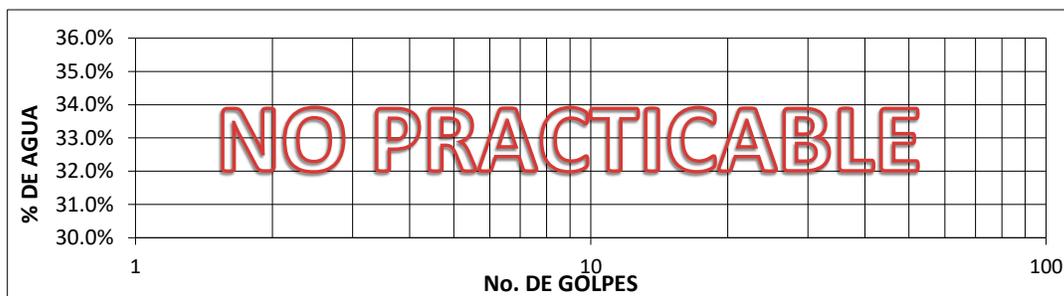


INFORME DE RESULTADOS DE LIMITES DE ATTERBERG ASTM D 4318-17			
Proyecto:* "CONSTRUCCIÓN DE PASO A DESNIVEL EN INTERSECCIÓN ENTRE LAS RUTAS CA04S - LIB04W, CARRETERA AL PUERTO DE LA LIBERTAD, SOBRE REDONDEL UTILA, MUNICIPIO DE SANTA TECLA, LA LIBERTAD."			
Solicitante:* GRUPO ECON, S.A. DE C.V.			
Ubicación:* DEPARTAMENTO DE LA LIBERTAD			
Procedencia del Material:* BARRENO SR- 2		profundidad:* 5.65 - 7.05 m	
Fecha de Ensayo: 26-nov-21	Laboratorista: C. TORRES	Revisó: N.E.C.R.	
Grano máximo Aproximado: 9.50 mm	Porcentaje Retenido en la malla No 40 (Aprox.): 35.4%	Contenido de agua de muestra como es recibida (%): ----	
Método de Preparación de la muestra:	<input type="checkbox"/> Húmedo <input type="checkbox"/> Secado al horno <input checked="" type="checkbox"/> Secado al aire	Método utilizado para remover las partículas mayores a la malla No.40:	<input type="checkbox"/> Con la mano <input checked="" type="checkbox"/> Tamizado (seco) <input type="checkbox"/> Lavado
Realización <input checked="" type="checkbox"/> Manual Lim. Plas.: <input type="checkbox"/> Dispositivo de rolado	Dispositivo para Lim. Liq.: <input checked="" type="checkbox"/> Manual <input type="checkbox"/> Mecánico	Herramienta de Ranurado: <input checked="" type="checkbox"/> Metálica <input type="checkbox"/> Plástica	

	LIMITE LIQUIDO		LIMITE PLÁSTICO	
Prueba No.				
No. de Golpes				
Cápsula No.				
Peso Húmedo + Tara, g				
Peso Seco + Tara, g	NO PRACTICABLE		NO PRACTICABLE	
Peso Agua, g				
Peso Tara, g				
Peso Seco, g				
Contenido de Agua %				

(*) Información proporcionada por el solicitante

Los resultados corresponden al material proporcionado por el solicitante.

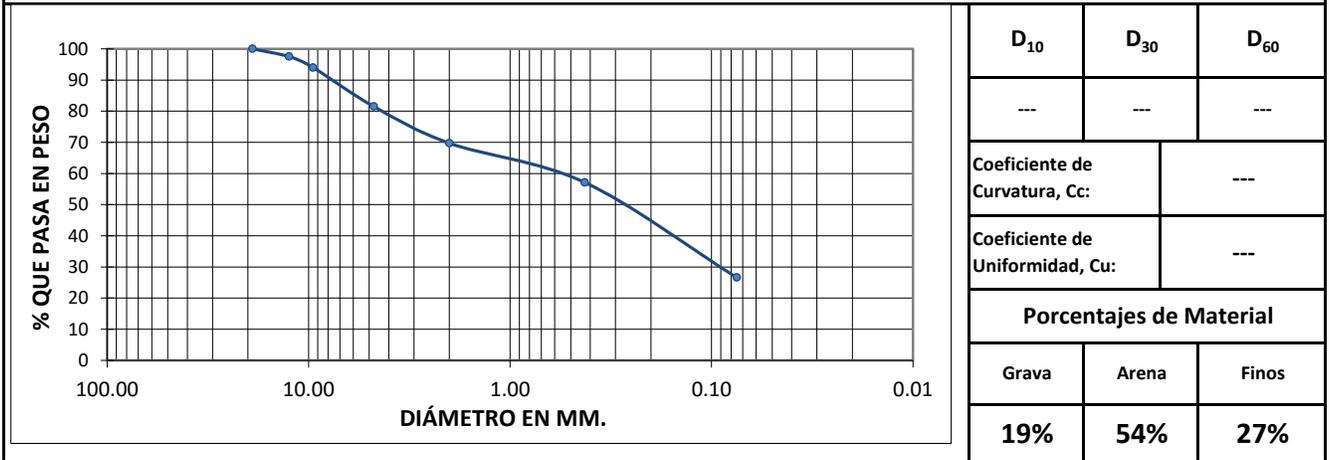


LIMITE LIQUIDO	---
LIMITE PLÁSTICO	---
ÍNDICE DE PLASTICIDAD	---

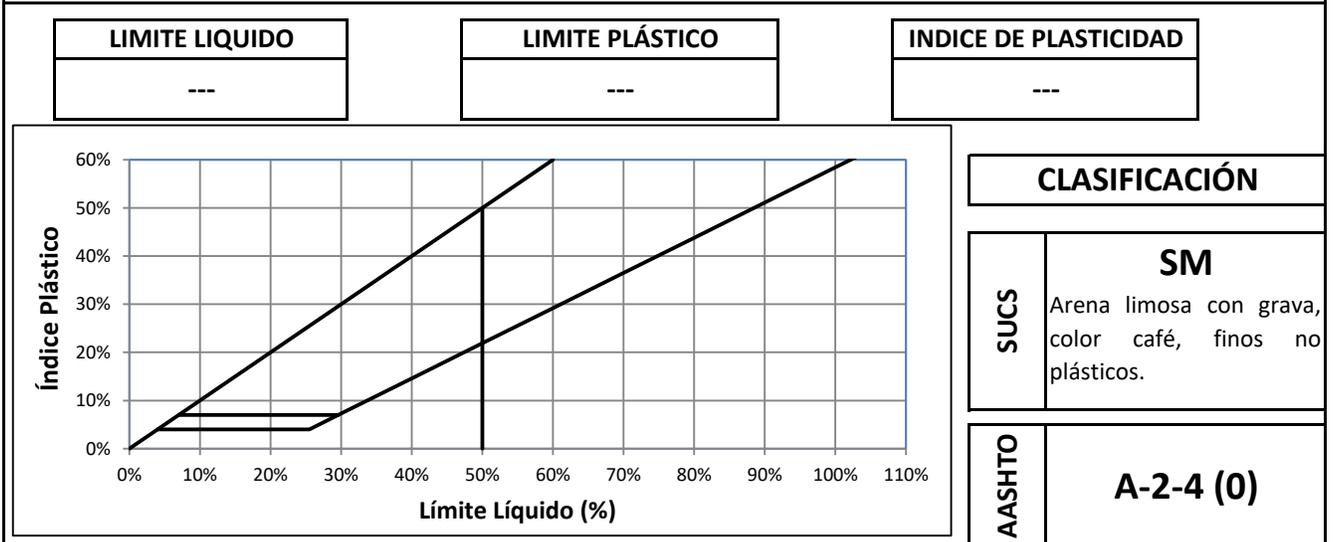
CLASIFICACIÓN DE SUELOS AASHTO M 145 (ASTM D 2487)

Proyecto: "CONSTRUCCIÓN DE PASO A DESNIVEL EN INTERSECCIÓN ENTRE LAS RUTAS CA04S - LIB04W, CARRETERA AL PUERTO DE LA LIBERTAD, SOBRE REDONDEL UTILA, MUNICIPIO DE SANTA TECLA, LA LIBERTAD."				
Solicitante: GRUPO ECON, S.A. DE C.V.				
Muestra No.: 4	Procedencia del Material: BARRENO SR - 2	Coordenadas : N 13°39'46.35"		
	Profundidad: 9.25 - 9.80 m	O 89°16'40.37"		
Fecha de Ensayo: 6-dic-21	Fecha de Muestreo: 23-nov-21	Laboratorista: C. TORRES	Revisó: N.E.C.R.	

GRANULOMETRIA



LÍMITE LÍQUIDO, LÍMITE PLÁSTICO E ÍNDICE PLÁSTICO



ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO AASHTO T 27 (ASTM C 136)					
Proyecto: "CONSTRUCCIÓN DE PASO A DESNIVEL EN INTERSECCIÓN ENTRE LAS RUTAS CA04S - LIB04W, CARRETERA AL PUERTO DE LA LIBERTAD, SOBRE REDONDEL UTILA, MUNICIPIO DE SANTA TECLA, LA LIBERTAD."					
Solicitante: GRUPO ECON, S.A. DE C.V.					
Muestra No.: 4	Procedencia del Material: BARRENO SR- 2 Profundidad: 9.25 - 9.80 m			Coordenadas : N 13°39'46.35" O 89°16'40.37"	
Fecha de Ensayo: 26-nov-21	Fecha de Muestreo: 23-nov-21	Laboratorista: C. TORRES	Revisó: N.E.C.R.		

Peso Bruto (grs): 1,020.6 Tara (grs): 153.8 Peso Neto (grs): 866.8
MATERIAL GRUESO PSC (grs): 866.8

Malla	Peso Retenido Parcial (grs)	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% Que Pasa la Malla	Observaciones
2½"					Contenido de Humedad PH + Tara (grs): ---- PS + Tara (grs): ---- Humedad grs): ---- PS Neto (grs): ---- Peso Tara (grs): ---- Humedad (%): ----
2"					
1½"					
1"					
¾"	0.0	0.0	0.0	100.0	
½"	21.6	2.5	2.5	97.5	
⅜"	30.6	3.5	6.0	94.0	
No. 4	108.0	12.5	18.5	81.5	
Pasa No. 4					
SUMAS					

MATERIAL TAMIZADO POR MALLA No. 4 Peso Neto (grs): --- PSC (grs): ---

Malla	Peso Retenido Parcial (grs)	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% Que Pasa la Malla	Observaciones
No. 10	102.3	11.8	30.3	69.7	GRAVA 19% ARENA 54% FINOS 27%
No. 40	109.5	12.6	42.9	57.1	
No. 200	264.6	30.5	73.4	26.6	
Pasa No. 200	230.2	26.6	100.0		
SUMAS	866.8	100.0			

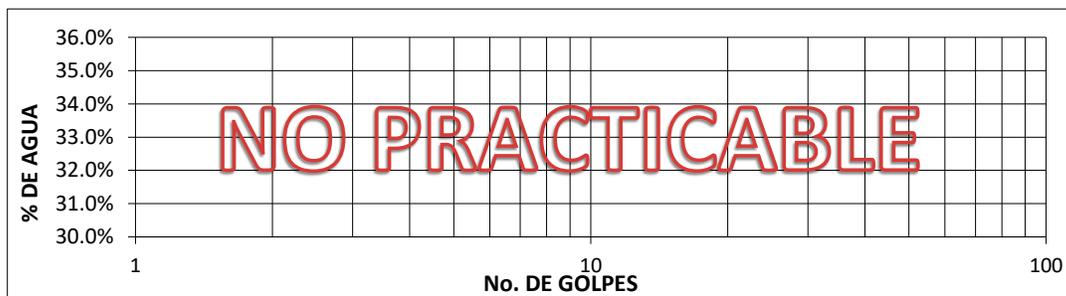


INFORME DE RESULTADOS DE LIMITES DE ATTERBERG ASTM D 4318-17			
Proyecto:* "CONSTRUCCIÓN DE PASO A DESNIVEL EN INTERSECCIÓN ENTRE LAS RUTAS CA04S - LIB04W, CARRETERA AL PUERTO DE LA LIBERTAD, SOBRE REDONDEL UTILA, MUNICIPIO DE SANTA TECLA, LA LIBERTAD."			
Solicitante:* GRUPO ECON, S.A. DE C.V.			
Ubicación:* DEPARTAMENTO DE LA LIBERTAD			
Procedencia del Material:* BARRENO SR- 2		profundidad:* 9.25 - 9.80 m	
Fecha de Ensayo: 26-nov-21	Laboratorista: C. TORRES	Revisó: N.E.C.R.	
Grano máximo Aproximado: 12.50 mm	Porcentaje Retenido en la malla No 40 (Aprox.): 42.9%	Contenido de agua de muestra como es recibida (%): ----	
Método de Preparación de la muestra:	<input type="checkbox"/> Húmedo <input type="checkbox"/> Secado al horno <input checked="" type="checkbox"/> Secado al aire	Método utilizado para remover las partículas mayores a la malla No.40:	<input type="checkbox"/> Con la mano <input checked="" type="checkbox"/> Tamizado (seco) <input type="checkbox"/> Lavado
Realización <input checked="" type="checkbox"/> Manual Lim. Plas.: <input type="checkbox"/> Dispositivo de rolado	Dispositivo para Lim. Liq.: <input checked="" type="checkbox"/> Manual <input type="checkbox"/> Mecánico	Herramienta de Ranurado: <input checked="" type="checkbox"/> Metálica <input type="checkbox"/> Plástica	

	LIMITE LIQUIDO		LIMITE PLÁSTICO	
Prueba No.				
No. de Golpes				
Cápsula No.				
Peso Húmedo + Tara, g				
Peso Seco + Tara, g	NO PRACTICABLE		NO PRACTICABLE	
Peso Agua, g				
Peso Tara, g				
Peso Seco, g				
Contenido de Agua %				

(*) Información proporcionada por el solicitante

Los resultados corresponden al material proporcionado por el solicitante.

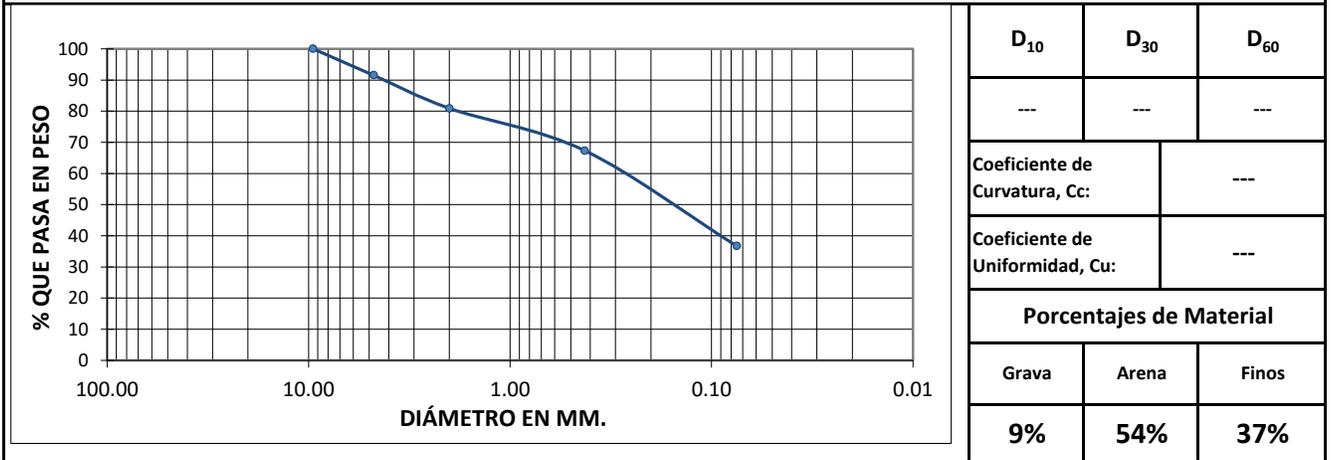


LIMITE LIQUIDO	---
LIMITE PLÁSTICO	---
ÍNDICE DE PLASTICIDAD	---

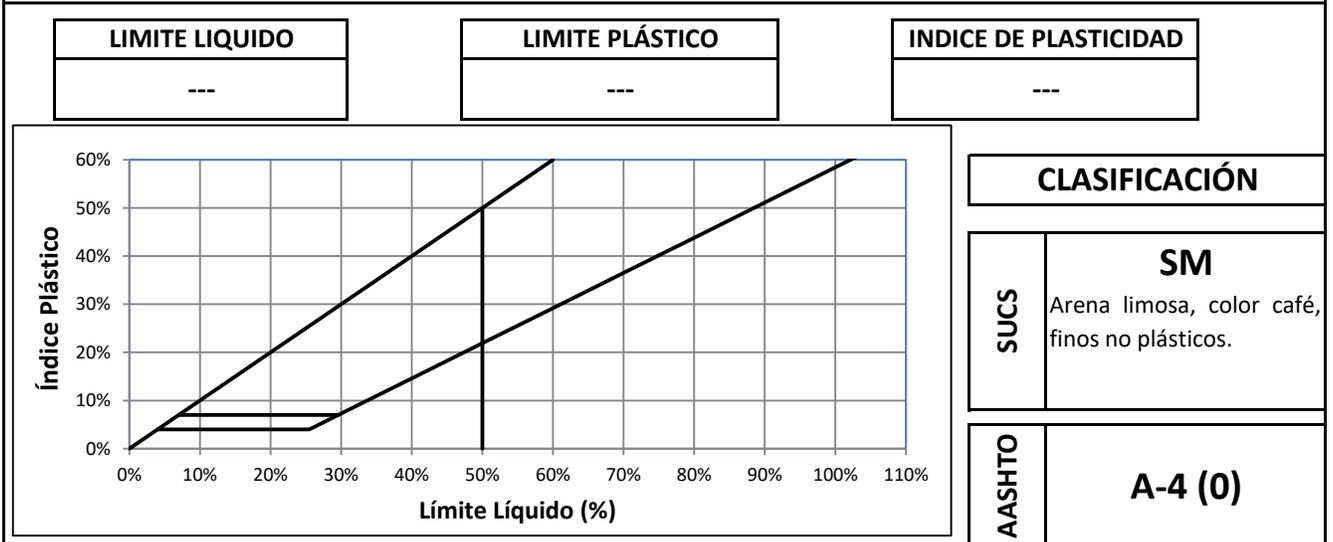
CLASIFICACIÓN DE SUELOS AASHTO M 145 (ASTM D 2487)

Proyecto: "CONSTRUCCIÓN DE PASO A DESNIVEL EN INTERSECCIÓN ENTRE LAS RUTAS CA04S - LIB04W, CARRETERA AL PUERTO DE LA LIBERTAD, SOBRE REDONDEL UTILA, MUNICIPIO DE SANTA TECLA, LA LIBERTAD."				
Solicitante: GRUPO ECON, S.A. DE C.V.				
Muestra No.: 5	Procedencia del Material: BARRENO SR - 2	Coordenadas : N 13°39'46.35"		
	Profundidad: 10.50 - 11.35 m	O 89°16'40.37"		
Fecha de Ensayo: 6-dic-21	Fecha de Muestreo: 23-nov-21	Laboratorista: C. TORRES	Revisó: N.E.C.R.	

GRANULOMETRIA



LÍMITE LÍQUIDO, LÍMITE PLÁSTICO E ÍNDICE PLÁSTICO



ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO AASHTO T 27 (ASTM C 136)					
Proyecto: "CONSTRUCCIÓN DE PASO A DESNIVEL EN INTERSECCIÓN ENTRE LAS RUTAS CA04S - LIB04W, CARRETERA AL PUERTO DE LA LIBERTAD, SOBRE REDONDEL UTILA, MUNICIPIO DE SANTA TECLA, LA LIBERTAD."					
Solicitante: GRUPO ECON, S.A. DE C.V.					
Muestra No.:	Procedencia del Material: BARRENO SR- 2			Coordenadas : N 13°39'46.35"	
5	Profundidad: 10.50 - 11.35 m			O 89°16'40.37"	
Fecha de Ensayo:	26-nov-21	Fecha de Muestreo:	23-nov-21	Laboratorista:	C. TORRES
				Revisó:	N.E.C.R.

Peso Bruto (grs): 1,103.2 Tara (grs): 151.0 Peso Neto (grs): 952.2
MATERIAL GRUESO PSC (grs): 952.2

Malla	Peso Retenido Parcial (grs)	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% Que Pasa la Malla	Observaciones
2½"					Contenido de Humedad PH + Tara (grs): ---- PS + Tara (grs): ---- Humedad (grs): ---- PS Neto (grs): ---- Peso Tara (grs): ---- Humedad (%): ----
2"					
1½"					
1"					
¾"					
½"					
3/8"	0.0	0.0	0.0	100.0	
No. 4	80.5	8.5	8.5	91.5	
Pasa No. 4					
SUMAS					

MATERIAL TAMIZADO POR MALLA No. 4 Peso Neto (grs): --- PSC (grs): ---

Malla	Peso Retenido Parcial (grs)	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% Que Pasa la Malla	Observaciones
No. 10	101.2	10.6	19.1	80.9	GRAVA 9%
No. 40	129.1	13.6	32.7	67.3	ARENA 54%
No. 200	291.5	30.6	63.3	36.7	FINOS 37%
Pasa No. 200	349.9	36.7	100.0		
SUMAS	952.2	100.0			

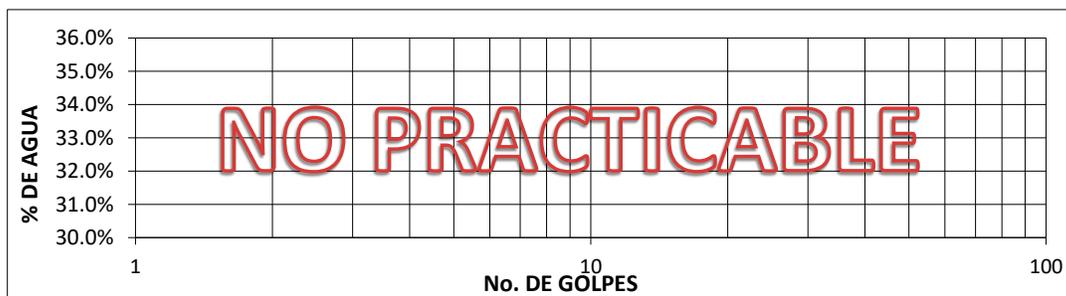


INFORME DE RESULTADOS DE LIMITES DE ATTERBERG ASTM D 4318-17			
Proyecto:* "CONSTRUCCIÓN DE PASO A DESNIVEL EN INTERSECCIÓN ENTRE LAS RUTAS CA04S - LIB04W, CARRETERA AL PUERTO DE LA LIBERTAD, SOBRE REDONDEL UTILA, MUNICIPIO DE SANTA TECLA, LA LIBERTAD."			
Solicitante:* GRUPO ECON, S.A. DE C.V.			
Ubicación:* DEPARTAMENTO DE LA LIBERTAD			
Procedencia del Material:* BARRENO SR- 2		profundidad:* 10.50 - 11.35 m	
Fecha de Ensayo: 26-nov-21	Laboratorista: C. TORRES	Revisó: N.E.C.R.	
Grano máximo Aproximado: 9.50 mm	Porcentaje Retenido en la malla No 40 (Aprox.): 32.7%	Contenido de agua de muestra como es recibida (%): ----	
Método de Preparación de la muestra:	<input type="checkbox"/> Húmedo <input type="checkbox"/> Secado al horno <input checked="" type="checkbox"/> Secado al aire	Método utilizado para remover las partículas mayores a la malla No.40:	<input type="checkbox"/> Con la mano <input checked="" type="checkbox"/> Tamizado (seco) <input type="checkbox"/> Lavado
Realización <input checked="" type="checkbox"/> Manual Lim. Plas.: <input type="checkbox"/> Dispositivo de rolado	Dispositivo para Lim. Liq.: <input checked="" type="checkbox"/> Manual <input type="checkbox"/> Mecánico	Herramienta de Ranurado: <input checked="" type="checkbox"/> Metálica <input type="checkbox"/> Plástica	

	LIMITE LIQUIDO		LIMITE PLÁSTICO	
Prueba No.				
No. de Golpes				
Cápsula No.				
Peso Húmedo + Tara, g				
Peso Seco + Tara, g	NO PRACTICABLE		NO PRACTICABLE	
Peso Agua, g				
Peso Tara, g				
Peso Seco, g				
Contenido de Agua %				

(*) Información proporcionada por el solicitante

Los resultados corresponden al material proporcionado por el solicitante.

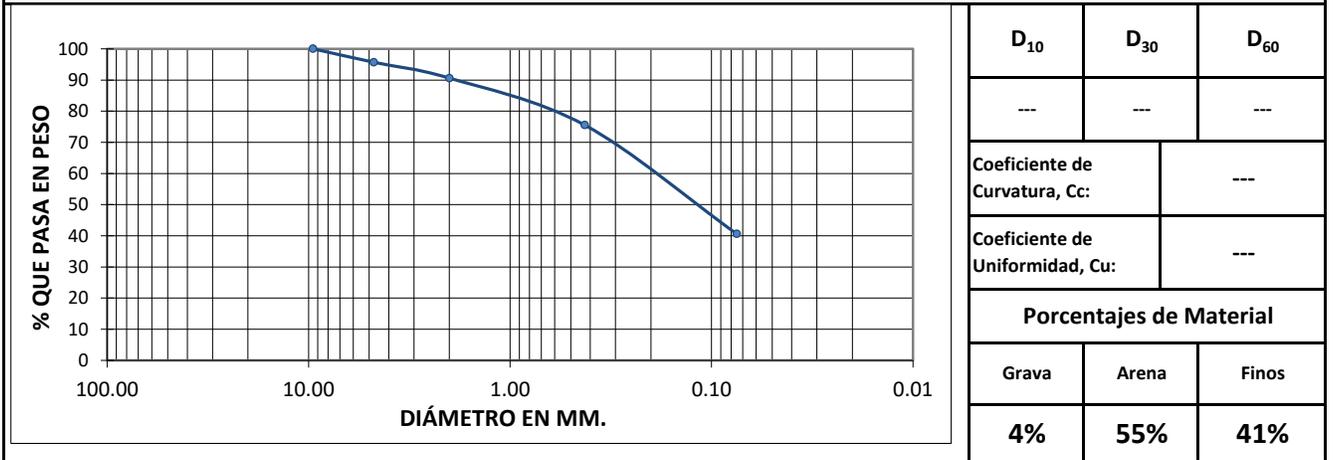


LIMITE LIQUIDO	---
LIMITE PLÁSTICO	---
ÍNDICE DE PLASTICIDAD	---

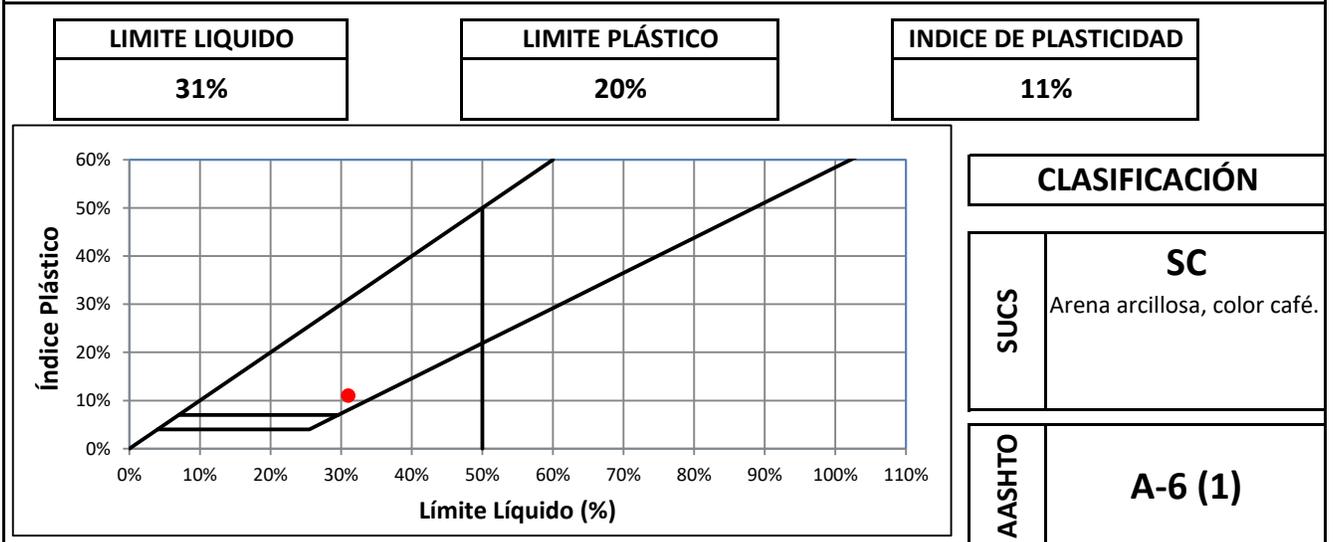
CLASIFICACIÓN DE SUELOS AASHTO M 145 (ASTM D 2487)

Proyecto: "CONSTRUCCIÓN DE PASO A DESNIVEL EN INTERSECCIÓN ENTRE LAS RUTAS CA04S - LIB04W, CARRETERA AL PUERTO DE LA LIBERTAD, SOBRE REDONDEL UTILA, MUNICIPIO DE SANTA TECLA, LA LIBERTAD."				
Solicitante: GRUPO ECON, S.A. DE C.V.				
Muestra No.: 6	Procedencia del Material: BARRENO SR - 2	Coordenadas : N 13°39'46.35"		
	Profundidad: 13.90 - 14.55 m	O 89°16'40.37"		
Fecha de Ensayo: 6-dic-21	Fecha de Muestreo: 23-nov-21	Laboratorista: C. TORRES	Revisó: N.E.C.R.	

GRANULOMETRIA



LÍMITE LÍQUIDO, LÍMITE PLÁSTICO E ÍNDICE PLÁSTICO



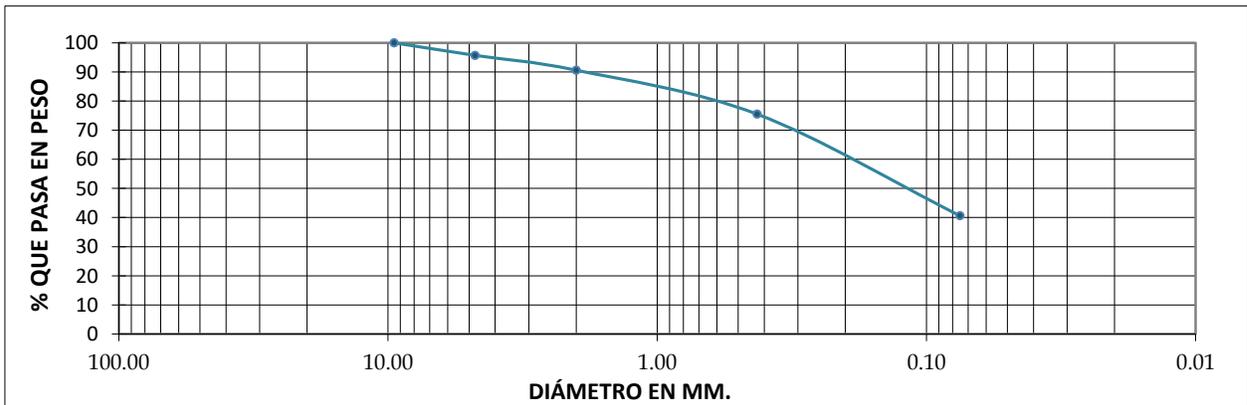
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO AASHTO T 27 (ASTM C 136)					
Proyecto: "CONSTRUCCIÓN DE PASO A DESNIVEL EN INTERSECCIÓN ENTRE LAS RUTAS CA04S - LIB04W, CARRETERA AL PUERTO DE LA LIBERTAD, SOBRE REDONDEL UTILA, MUNICIPIO DE SANTA TECLA, LA LIBERTAD."					
Solicitante: GRUPO ECON, S.A. DE C.V.					
Muestra No.: 6	Procedencia del Material: BARRENO SR- 2 Profundidad: 13.90 - 14.55 m			Coordenadas : N 13°39'46.35" O 89°16'40.37"	
Fecha de Ensayo: 27-nov-21	Fecha de Muestreo: 23-nov-21	Laboratorista: C. TORRES	Revisó: N.E.C.R.		

Peso Bruto (grs): 1,013.5 Tara (grs): 148.3 Peso Neto (grs): 865.2
MATERIAL GRUESO PSC (grs): 865.2

Malla	Peso Retenido Parcial (grs)	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% Que Pasa la Malla	Observaciones
2½"					Contenido de Humedad PH + Tara (grs): ---- PS + Tara (grs): ---- Humedad (grs): ---- PS Neto (grs): ---- Peso Tara (grs): ---- Humedad (%): ----
2"					
1½"					
1"					
¾"					
½"					
3/8"	0.0	0.0	0.0	100.0	
No. 4	36.9	4.3	4.3	95.7	
Pasa No. 4					
SUMAS					

MATERIAL TAMIZADO POR MALLA No. 4 Peso Neto (grs): --- PSC (grs): ---

Malla	Peso Retenido Parcial (grs)	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% Que Pasa la Malla	Observaciones
No. 10	44.2	5.1	9.4	90.6	GRAVA 4%
No. 40	130.6	15.1	24.5	75.5	ARENA 55%
No. 200	301.8	34.9	59.4	40.6	FINOS 41%
Pasa No. 200	351.7	40.6	100.0		
SUMAS	865.2	100.0			

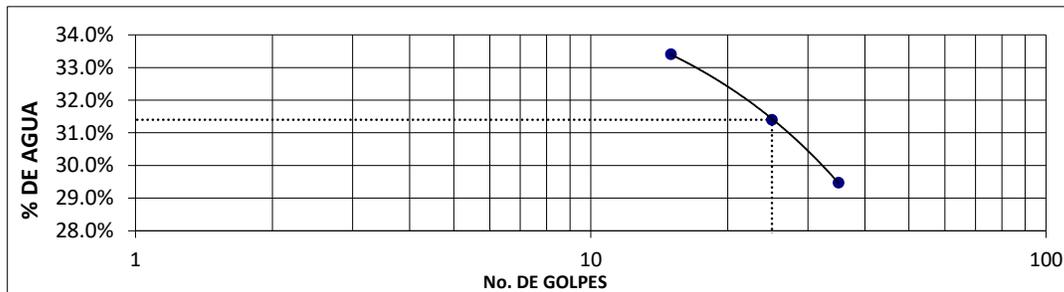


INFORME DE RESULTADOS DE LIMITES DE ATTERBERG ASTM D 4318-17					
Proyecto:* "CONSTRUCCIÓN DE PASO A DESNIVEL EN INTERSECCIÓN ENTRE LAS RUTAS CA04S - LIB04W, CARRETERA AL PUERTO DE LA LIBERTAD, SOBRE REDONDEL UTILA, MUNICIPIO DE SANTA TECLA, LA LIBERTAD."					
Solicitante:* GRUPO ECON, S.A. DE C.V.					
Ubicación:* DEPARTAMENTO DE LA LIBERTAD					
Procedencia del Material:* BARRENO SR- 2			profundidad:* 13.90 - 14.55 m		
Fecha de Ensayo: 29-nov-21		Laboratorista: D. FUENTES		Revisó: N.E.C.R.	
Grano máximo Aproximado: 4.75 mm		Porcentaje Retenido en la malla No 40 (Aprox.): ---		Contenido de agua de muestra como es recibida (%): ----	
Método de Preparación de la muestra:		Método utilizado para remover las partículas mayores a la malla No.40:			
<input type="checkbox"/> Húmedo		<input type="checkbox"/> Con la mano			
<input type="checkbox"/> Secado al horno		<input checked="" type="checkbox"/> Tamizado (seco)			
<input checked="" type="checkbox"/> Secado al aire		<input type="checkbox"/> Lavado			
Realización <input checked="" type="checkbox"/> Manual		Dispositivo para Lim. Liq.: <input type="checkbox"/> Manual		Herramienta de Ranurado: <input checked="" type="checkbox"/> Metálica	
Lim. Plas.: <input type="checkbox"/> Dispositivo de rolado		<input checked="" type="checkbox"/> Mecánico		<input type="checkbox"/> Plástica	

	LIMITE LIQUIDO			LIMITE PLÁSTICO	
	1	2	3	1	2
Prueba No.					
No. de Golpes	35	25	15		
Cápsula No.	42	14	30	3	5
Peso Húmedo + Tara, g	25.70	25.20	25.92	20.68	20.33
Peso Seco + Tara, g	23.05	22.54	23.05	19.63	19.21
Peso Agua, g	2.65	2.66	2.87	1.05	1.12
Peso Tara, g	14.06	14.07	14.46	14.28	13.58
Peso Seco, g	8.99	8.47	8.59	5.35	5.63
Contenido de Agua %	29.5%	31.4%	33.4%	19.6%	19.9%

(*) Información proporcionada por el solicitante

Los resultados corresponden al material proporcionado por el solicitante

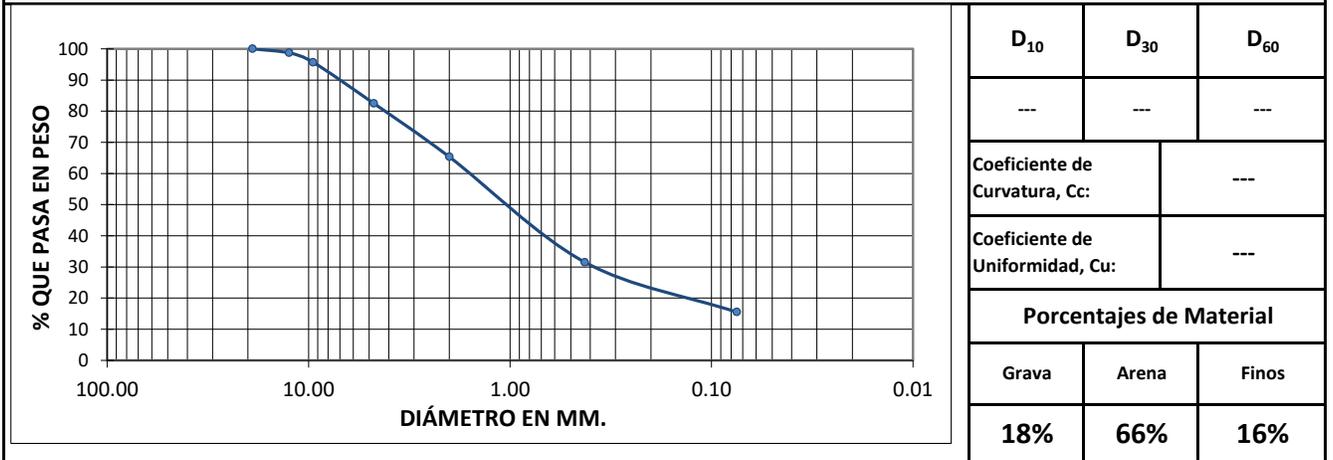


LIMITE LIQUIDO	31%
LIMITE PLÁSTICO	20%
ÍNDICE DE PLASTICIDAD	11%

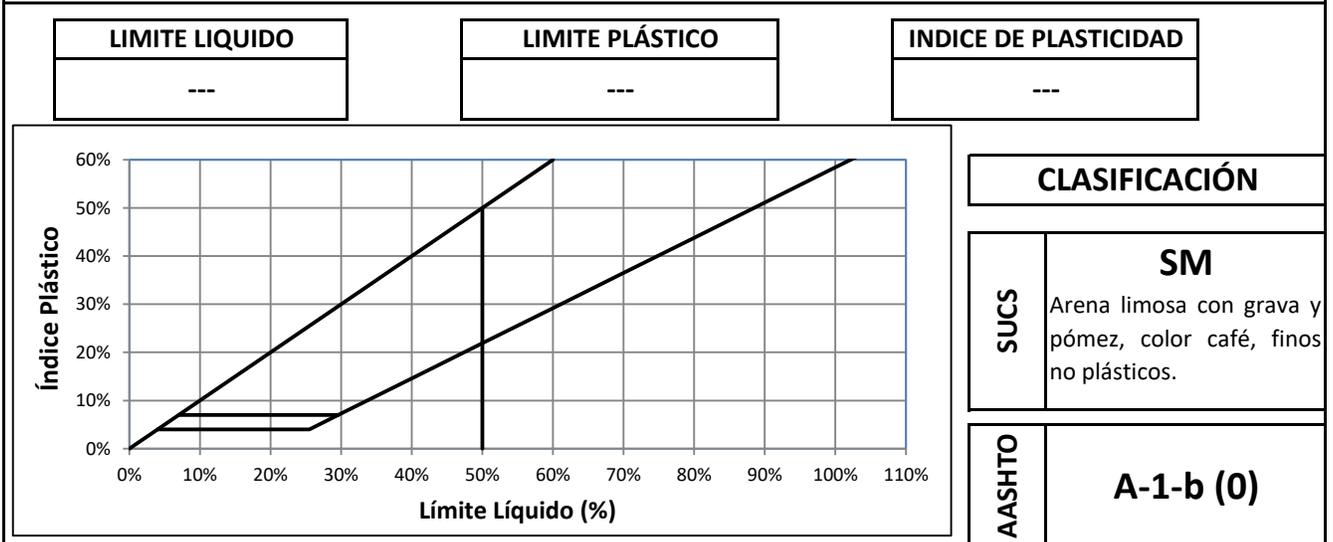
CLASIFICACIÓN DE SUELOS AASHTO M 145 (ASTM D 2487)

Proyecto: "CONSTRUCCIÓN DE PASO A DESNIVEL EN INTERSECCIÓN ENTRE LAS RUTAS CA04S - LIB04W, CARRETERA AL PUERTO DE LA LIBERTAD, SOBRE REDONDEL UTILA, MUNICIPIO DE SANTA TECLA, LA LIBERTAD."				
Solicitante: GRUPO ECON, S.A. DE C.V.				
Muestra No.: 7	Procedencia del Material: BARRENO SR - 2	Coordenadas : N 13°39'46.35"		
	Profundidad: 16.70 - 17.55 m	O 89°16'40.37"		
Fecha de Ensayo: 6-dic-21	Fecha de Muestreo: 23-nov-21	Laboratorista: C. TORRES	Revisó: N.E.C.R.	

GRANULOMETRIA



LÍMITE LÍQUIDO, LÍMITE PLÁSTICO E ÍNDICE PLÁSTICO



ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO AASHTO T 27 (ASTM C 136)					
Proyecto: "CONSTRUCCIÓN DE PASO A DESNIVEL EN INTERSECCIÓN ENTRE LAS RUTAS CA04S - LIB04W, CARRETERA AL PUERTO DE LA LIBERTAD, SOBRE REDONDEL UTILA, MUNICIPIO DE SANTA TECLA, LA LIBERTAD."					
Solicitante: GRUPO ECON, S.A. DE C.V.					
Muestra No.: 7	Procedencia del Material: BARRENO SR- 2 Profundidad: 16.70 - 17.55 m			Coordenadas : N 13°39'46.35" O 89°16'40.37"	
Fecha de Ensayo: 27-nov-21	Fecha de Muestreo: 23-nov-21		Laboratorista: C. TORRES	Revisó: N.E.C.R.	

Peso Bruto (grs): 943.3 Tara (grs): 163.4 Peso Neto (grs): 779.9
MATERIAL GRUESO PSC (grs): 779.9

Malla	Peso Retenido Parcial (grs)	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% Que Pasa la Malla	Observaciones
2½"					Contenido de Humedad PH + Tara (grs): ---- PS + Tara (grs): ---- Humedad grs): ---- PS Neto (grs): ---- Peso Tara (grs): ---- Humedad (%): ----
2"					
1½"					
1"					
¾"	0.0	0.0	0.0	100.0	
½"	9.8	1.3	1.3	98.7	
⅜"	23.3	3.0	4.3	95.7	
No. 4	103.1	13.2	17.5	82.5	
Pasa No. 4					
SUMAS					

MATERIAL TAMIZADO POR MALLA No. 4 Peso Neto (grs): --- PSC (grs): ---

Malla	Peso Retenido Parcial (grs)	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% Que Pasa la Malla	Observaciones
No. 10	134.1	17.2	34.7	65.3	GRAVA 18% ARENA 66% FINOS 16%
No. 40	263.9	33.8	68.5	31.5	
No. 200	124.4	16.0	84.5	15.5	
Pasa No. 200	121.3	15.5	100.0		
SUMAS	779.9	100.0			

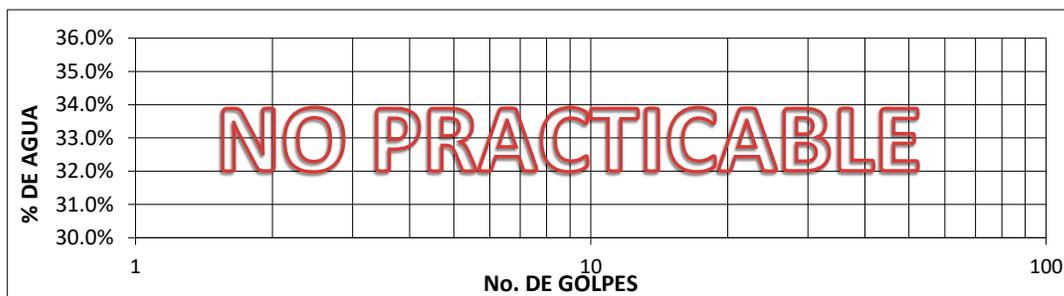


INFORME DE RESULTADOS DE LIMITES DE ATTERBERG ASTM D 4318-17			
Proyecto:* "CONSTRUCCIÓN DE PASO A DESNIVEL EN INTERSECCIÓN ENTRE LAS RUTAS CA04S - LIB04W, CARRETERA AL PUERTO DE LA LIBERTAD, SOBRE REDONDEL UTILA, MUNICIPIO DE SANTA TECLA, LA LIBERTAD."			
Solicitante:* GRUPO ECON, S.A. DE C.V.			
Ubicación:* DEPARTAMENTO DE LA LIBERTAD			
Procedencia del Material:* BARRENO SR- 2		profundidad:* 16.70 - 17.55 m	
Fecha de Ensayo: 27-nov-21	Laboratorista: C. TORRES	Revisó: N.E.C.R.	
Grano máximo Aproximado: 12.50 mm	Porcentaje Retenido en la malla No 40 (Aprox.): 68.5%	Contenido de agua de muestra como es recibida (%): ----	
Método de Preparación de la muestra:	<input type="checkbox"/> Húmedo <input type="checkbox"/> Secado al horno <input checked="" type="checkbox"/> Secado al aire	Método utilizado para remover las partículas mayores a la malla No.40:	<input type="checkbox"/> Con la mano <input checked="" type="checkbox"/> Tamizado (seco) <input type="checkbox"/> Lavado
Realización <input checked="" type="checkbox"/> Manual Lim. Plas.: <input type="checkbox"/> Dispositivo de rolado	Dispositivo para Lim. Liq.: <input checked="" type="checkbox"/> Manual <input type="checkbox"/> Mecánico	Herramienta de Ranurado: <input checked="" type="checkbox"/> Metálica <input type="checkbox"/> Plástica	

	LIMITE LIQUIDO		LIMITE PLÁSTICO	
Prueba No.				
No. de Golpes				
Cápsula No.				
Peso Húmedo + Tara, g				
Peso Seco + Tara, g	NO PRACTICABLE		NO PRACTICABLE	
Peso Agua, g				
Peso Tara, g				
Peso Seco, g				
Contenido de Agua %				

(*) Información proporcionada por el solicitante

Los resultados corresponden al material proporcionado por el solicitante.

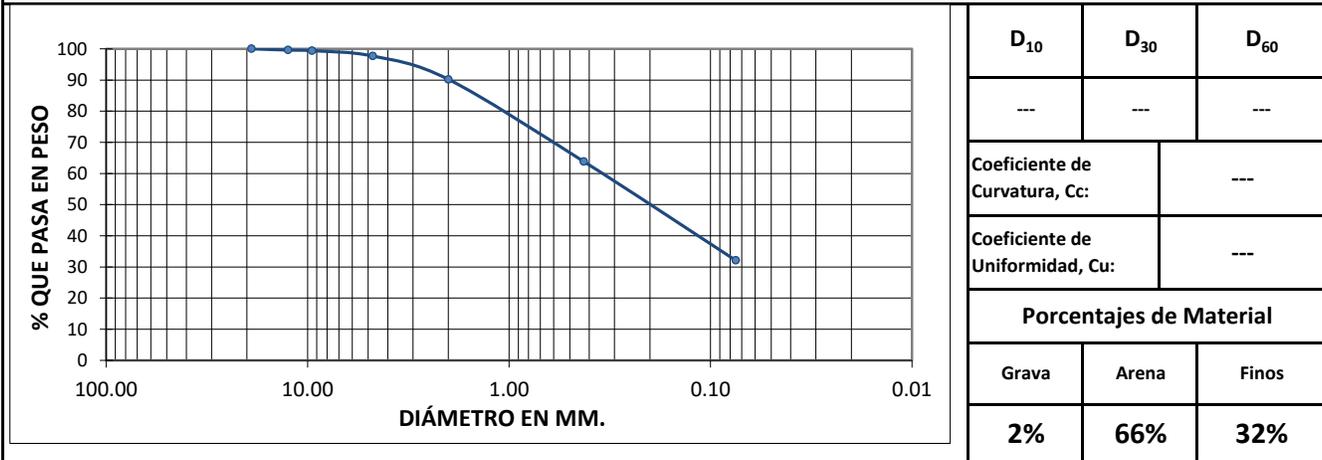


LIMITE LIQUIDO	---
LIMITE PLÁSTICO	---
ÍNDICE DE PLASTICIDAD	---

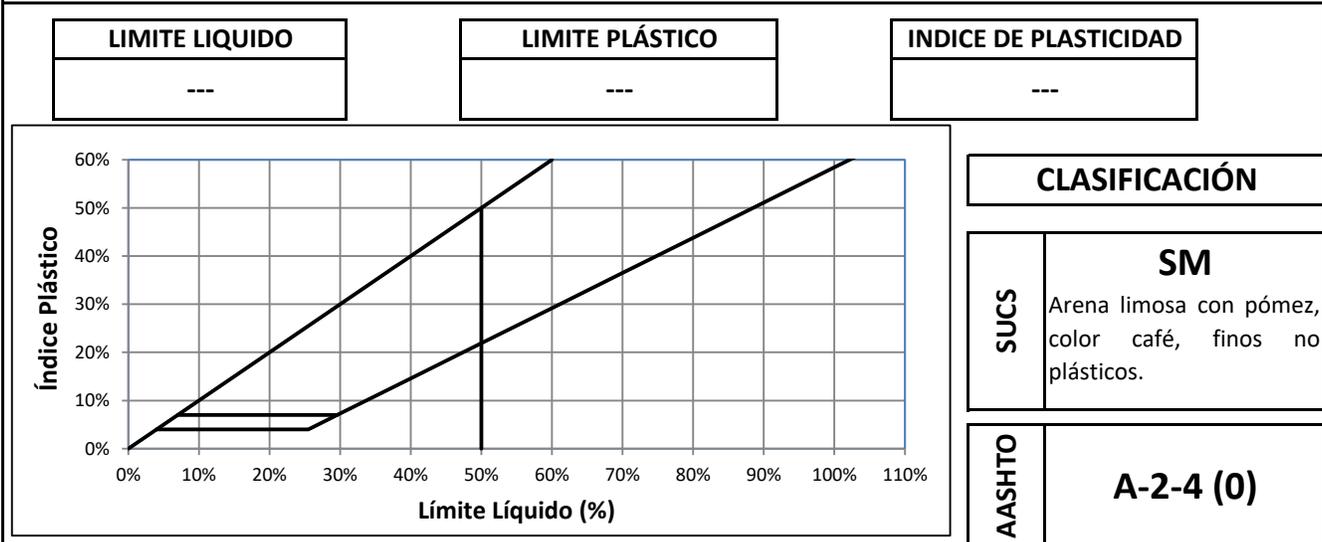
CLASIFICACIÓN DE SUELOS AASHTO M 145 (ASTM D 2487)

Proyecto: "CONSTRUCCIÓN DE PASO A DESNIVEL EN INTERSECCIÓN ENTRE LAS RUTAS CA04S - LIB04W, CARRETERA AL PUERTO DE LA LIBERTAD, SOBRE REDONDEL UTILA, MUNICIPIO DE SANTA TECLA, LA LIBERTAD."				
Solicitante: GRUPO ECON, S.A. DE C.V.				
Muestra No.: 8	Procedencia del Material: BARRENO SR - 2	Coordenadas : N 13°39'46.35"		
	Profundidad: 18.00 - 19.05 m	O 89°16'40.37"		
Fecha de Ensayo: 6-dic-21	Fecha de Muestreo: 23-nov-21	Laboratorista: C. TORRES	Revisó: N.E.C.R.	

GRANULOMETRIA



LÍMITE LÍQUIDO, LÍMITE PLÁSTICO E ÍNDICE PLÁSTICO



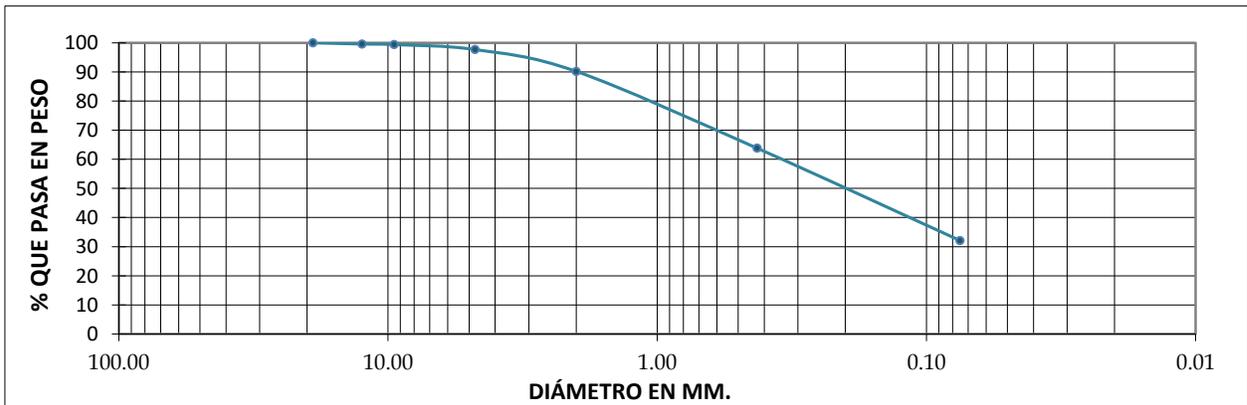
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO AASHTO T 27 (ASTM C 136)					
Proyecto: "CONSTRUCCIÓN DE PASO A DESNIVEL EN INTERSECCIÓN ENTRE LAS RUTAS CA04S - LIB04W, CARRETERA AL PUERTO DE LA LIBERTAD, SOBRE REDONDEL UTILA, MUNICIPIO DE SANTA TECLA, LA LIBERTAD."					
Solicitante: GRUPO ECON, S.A. DE C.V.					
Muestra No.: 8	Procedencia del Material: BARRENO SR- 2 Profundidad: 18.00 - 19.05 m			Coordenadas : N 13°39'46.35" O 89°16'40.37"	
Fecha de Ensayo: 27-nov-21	Fecha de Muestreo: 23-nov-21		Laboratorista: C. TORRES	Revisó: N.E.C.R.	

Peso Bruto (grs): 1,493.6 Tara (grs): 149.8 Peso Neto (grs): 1,343.8
MATERIAL GRUESO PSC (grs): 1,343.8

Malla	Peso Retenido Parcial (grs)	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% Que Pasa la Malla	Observaciones
2½"					Contenido de Humedad PH + Tara (grs): ---- PS + Tara (grs): ---- Humedad grs): ---- PS Neto (grs): ---- Peso Tara (grs): ---- Humedad (%): ----
2"					
1½"					
1"					
¾"	0.0	0.0	0.0	100.0	
½"	5.5	0.4	0.4	99.6	
⅜"	2.1	0.2	0.6	99.4	
No. 4	23.3	1.7	2.3	97.7	
Pasa No. 4					
SUMAS					

MATERIAL TAMIZADO POR MALLA No. 4 Peso Neto (grs): --- PSC (grs): ---

Malla	Peso Retenido Parcial (grs)	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% Que Pasa la Malla	Observaciones
No. 10	101.4	7.5	9.8	90.2	GRAVA 2% ARENA 66% FINOS 32%
No. 40	354.7	26.4	36.2	63.8	
No. 200	426.1	31.7	67.9	32.1	
Pasa No. 200	430.7	32.1	100.0		
SUMAS	1343.8	100.0			

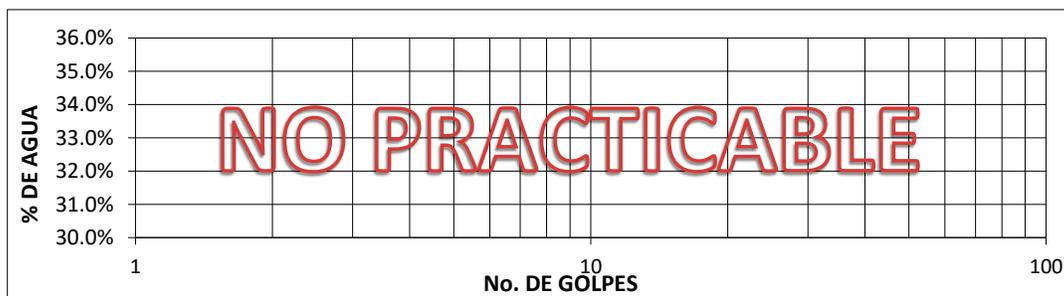


INFORME DE RESULTADOS DE LIMITES DE ATTERBERG ASTM D 4318-17			
Proyecto:* "CONSTRUCCIÓN DE PASO A DESNIVEL EN INTERSECCIÓN ENTRE LAS RUTAS CA04S - LIB04W, CARRETERA AL PUERTO DE LA LIBERTAD, SOBRE REDONDEL UTILA, MUNICIPIO DE SANTA TECLA, LA LIBERTAD."			
Solicitante:* GRUPO ECON, S.A. DE C.V.			
Ubicación:* DEPARTAMENTO DE LA LIBERTAD			
Procedencia del Material:* BARRENO SR- 2		profundidad:* 18.00 - 19.05 m	
Fecha de Ensayo: 27-nov-21	Laboratorista: C. TORRES	Revisó: N.E.C.R.	
Grano máximo Aproximado: 12.50 mm	Porcentaje Retenido en la malla No 40 (Aprox.): 36.2%	Contenido de agua de muestra como es recibida (%): ----	
Método de Preparación de la muestra:	<input type="checkbox"/> Húmedo <input type="checkbox"/> Secado al horno <input checked="" type="checkbox"/> Secado al aire	Método utilizado para remover las partículas mayores a la malla No.40:	<input type="checkbox"/> Con la mano <input checked="" type="checkbox"/> Tamizado (seco) <input type="checkbox"/> Lavado
Realización <input checked="" type="checkbox"/> Manual Lim. Plas.: <input type="checkbox"/> Dispositivo de rolado	Dispositivo para Lim. Liq.: <input checked="" type="checkbox"/> Manual <input type="checkbox"/> Mecánico	Herramienta de Ranurado: <input checked="" type="checkbox"/> Metálica <input type="checkbox"/> Plástica	

	LIMITE LIQUIDO		LIMITE PLÁSTICO	
Prueba No.				
No. de Golpes				
Cápsula No.				
Peso Húmedo + Tara, g				
Peso Seco + Tara, g	NO PRACTICABLE		NO PRACTICABLE	
Peso Agua, g				
Peso Tara, g				
Peso Seco, g				
Contenido de Agua %				

(*) Información proporcionada por el solicitante

Los resultados corresponden al material proporcionado por el solicitante.

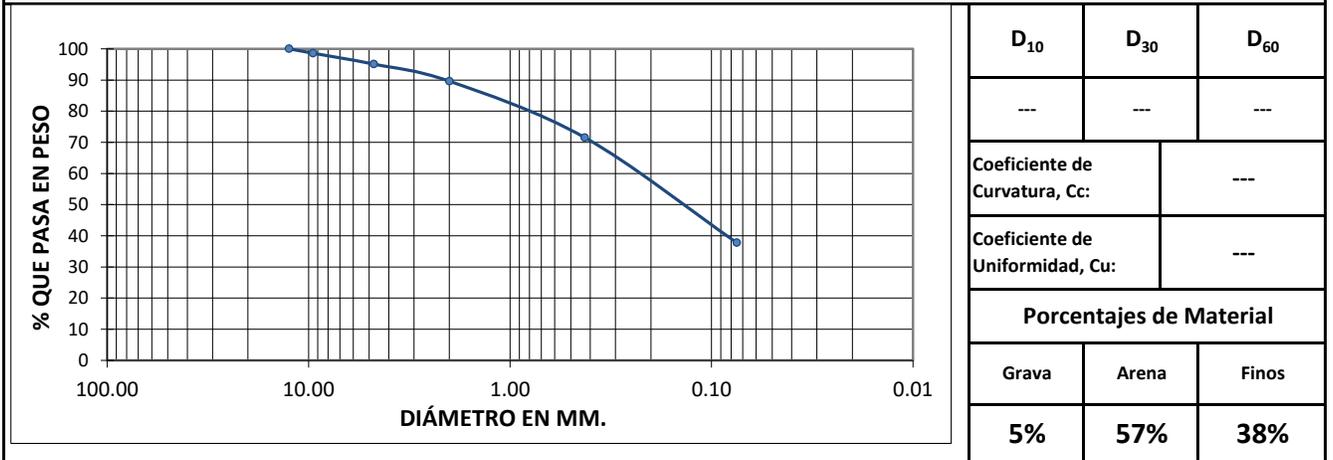


LIMITE LIQUIDO	---
LIMITE PLÁSTICO	---
ÍNDICE DE PLASTICIDAD	---

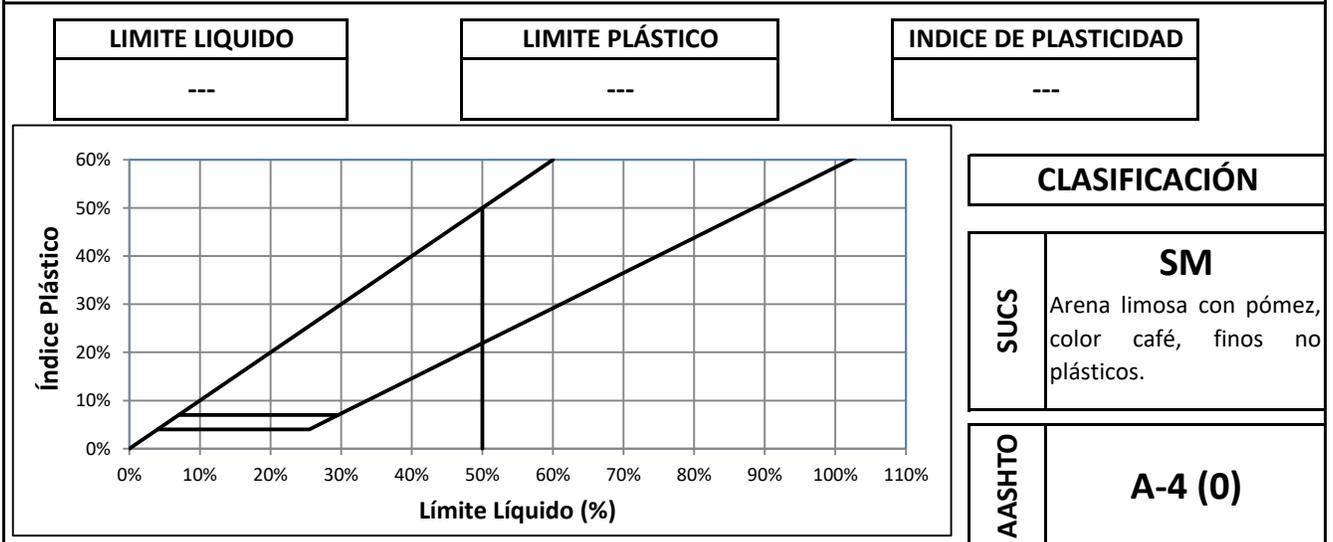
CLASIFICACIÓN DE SUELOS AASHTO M 145 (ASTM D 2487)

Proyecto: "CONSTRUCCIÓN DE PASO A DESNIVEL EN INTERSECCIÓN ENTRE LAS RUTAS CA04S - LIB04W, CARRETERA AL PUERTO DE LA LIBERTAD, SOBRE REDONDEL UTILA, MUNICIPIO DE SANTA TECLA, LA LIBERTAD."				
Solicitante: GRUPO ECON, S.A. DE C.V.				
Muestra No.: 9	Procedencia del Material: BARRENO SR - 2	Coordenadas : N 13°39'46.35"		
	Profundidad: 21.00 - 22.05 m	O 89°16'40.37"		
Fecha de Ensayo: 6-dic-21	Fecha de Muestreo: 23-nov-21	Laboratorista: C. TORRES	Revisó: N.E.C.R.	

GRANULOMETRIA



LÍMITE LÍQUIDO, LÍMITE PLÁSTICO E ÍNDICE PLÁSTICO



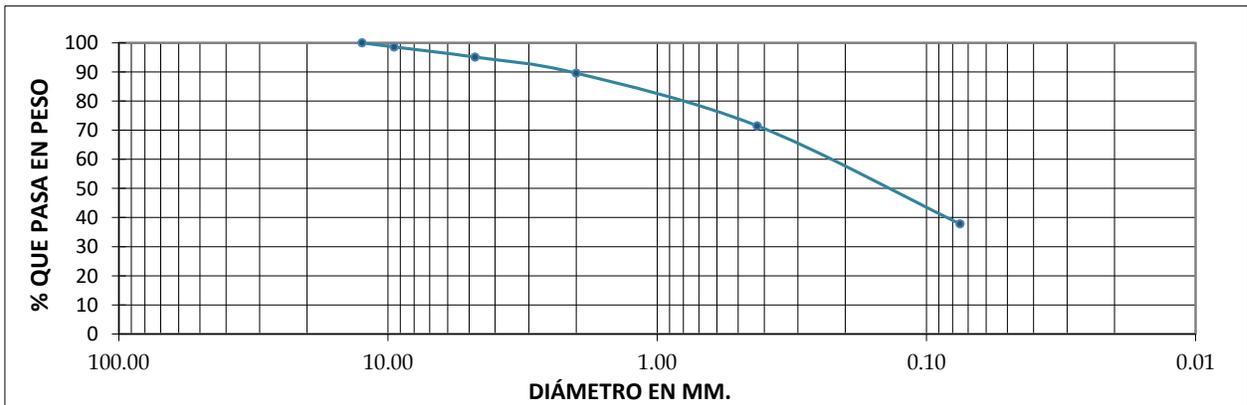
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO AASHTO T 27 (ASTM C 136)					
Proyecto: "CONSTRUCCIÓN DE PASO A DESNIVEL EN INTERSECCIÓN ENTRE LAS RUTAS CA04S - LIB04W, CARRETERA AL PUERTO DE LA LIBERTAD, SOBRE REDONDEL UTILA, MUNICIPIO DE SANTA TECLA, LA LIBERTAD."					
Solicitante: GRUPO ECON, S.A. DE C.V.					
Muestra No.: 9	Procedencia del Material: BARRENO SR- 2 Profundidad: 21.00 - 22.05 m			Coordenadas : N 13°39'46.35" O 89°16'40.37"	
Fecha de Ensayo: 29-nov-21	Fecha de Muestreo: 23-nov-21		Laboratorista: C. TORRES	Revisó: N.E.C.R.	

Peso Bruto (grs): 1,082.2 Tara (grs): 140.8 Peso Neto (grs): 941.4
MATERIAL GRUESO PSC (grs): 941.4

Malla	Peso Retenido Parcial (grs)	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% Que Pasa la Malla	Observaciones
2½"					Contenido de Humedad PH + Tara (grs): ---- PS + Tara (grs): ---- Humedad (grs): ---- PS Neto (grs): ---- Peso Tara (grs): ---- Humedad (%): ----
2"					
1½"					
1"					
¾"					
½"	0.0	0.0	0.0	100.0	
3/8"	13.1	1.4	1.4	98.6	
No. 4	33.1	3.5	4.9	95.1	
Pasa No. 4					
SUMAS					

MATERIAL TAMIZADO POR MALLA No. 4 Peso Neto (grs): --- PSC (grs): ---

Malla	Peso Retenido Parcial (grs)	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% Que Pasa la Malla	Observaciones
No. 10	51.4	5.5	10.4	89.6	GRAVA 5%
No. 40	170.6	18.1	28.5	71.5	ARENA 57%
No. 200	317.1	33.7	62.2	37.8	FINOS 38%
Pasa No. 200	356.1	37.8	100.0		
SUMAS	941.4	100.0			

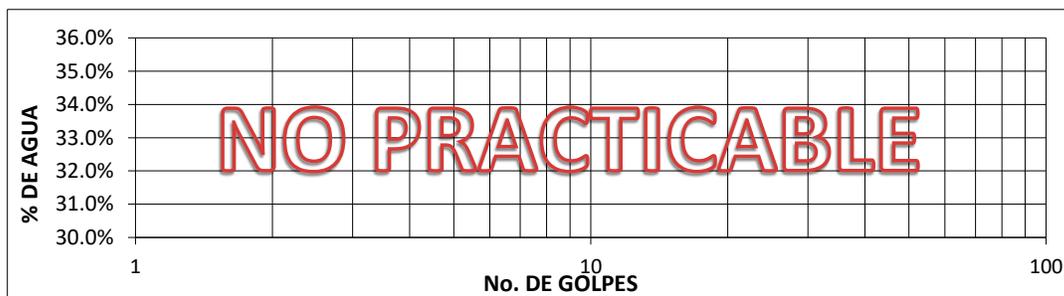


INFORME DE RESULTADOS DE LIMITES DE ATTERBERG ASTM D 4318-17			
Proyecto:* "CONSTRUCCIÓN DE PASO A DESNIVEL EN INTERSECCIÓN ENTRE LAS RUTAS CA04S - LIB04W, CARRETERA AL PUERTO DE LA LIBERTAD, SOBRE REDONDEL UTILA, MUNICIPIO DE SANTA TECLA, LA LIBERTAD."			
Solicitante:* GRUPO ECON, S.A. DE C.V.			
Ubicación:* DEPARTAMENTO DE LA LIBERTAD			
Procedencia del Material:* BARRENO SR- 2		profundidad:* 21.00 - 22.05 m	
Fecha de Ensayo: 29-nov-21	Laboratorista: C. TORRES	Revisó: N.E.C.R.	
Grano máximo Aproximado: 9.50 mm	Porcentaje Retenido en la malla No 40 (Aprox.): 28.5%	Contenido de agua de muestra como es recibida (%): ----	
Método de Preparación de la muestra:	<input type="checkbox"/> Húmedo <input type="checkbox"/> Secado al horno <input checked="" type="checkbox"/> Secado al aire	Método utilizado para remover las partículas mayores a la malla No.40:	<input type="checkbox"/> Con la mano <input checked="" type="checkbox"/> Tamizado (seco) <input type="checkbox"/> Lavado
Realización <input checked="" type="checkbox"/> Manual Lim. Plas.: <input type="checkbox"/> Dispositivo de rolado	Dispositivo para Lim. Liq.: <input checked="" type="checkbox"/> Manual <input type="checkbox"/> Mecánico	Herramienta de Ranurado: <input checked="" type="checkbox"/> Metálica <input type="checkbox"/> Plástica	

	LIMITE LIQUIDO		LIMITE PLÁSTICO	
Prueba No.				
No. de Golpes				
Cápsula No.				
Peso Húmedo + Tara, g				
Peso Seco + Tara, g	NO PRACTICABLE		NO PRACTICABLE	
Peso Agua, g				
Peso Tara, g				
Peso Seco, g				
Contenido de Agua %				

(*) Información proporcionada por el solicitante

Los resultados corresponden al material proporcionado por el solicitante.

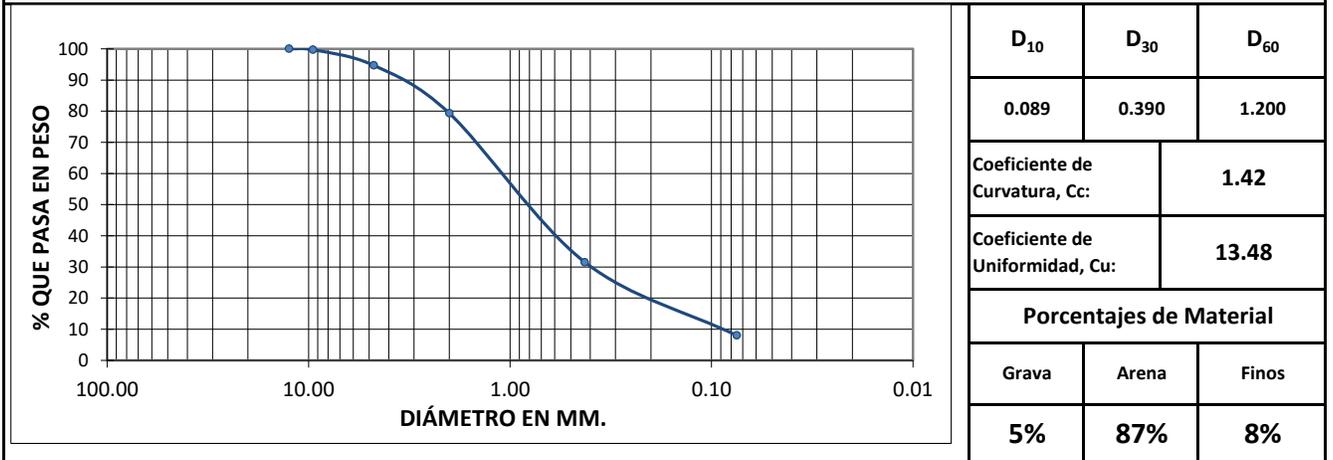


LIMITE LIQUIDO	---
LIMITE PLÁSTICO	---
ÍNDICE DE PLASTICIDAD	---

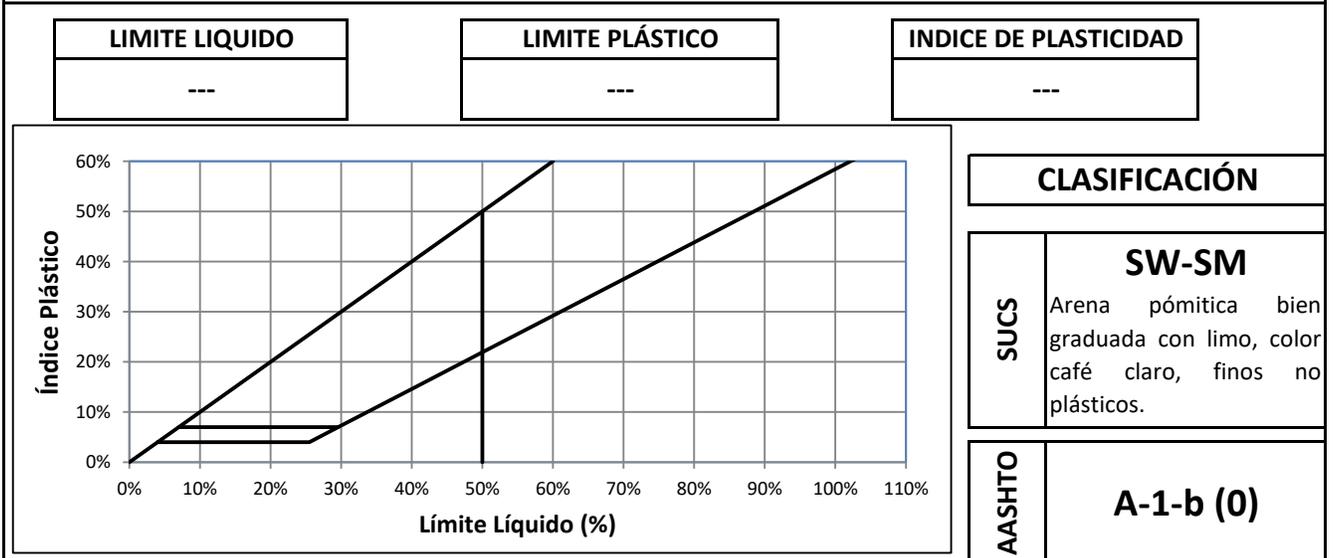
CLASIFICACIÓN DE SUELOS AASHTO M 145 (ASTM D 2487)

Proyecto: "CONSTRUCCIÓN DE PASO A DESNIVEL EN INTERSECCIÓN ENTRE LAS RUTAS CA04S - LIB04W, CARRETERA AL PUERTO DE LA LIBERTAD, SOBRE REDONDEL UTILA, MUNICIPIO DE SANTA TECLA, LA LIBERTAD."				
Solicitante: GRUPO ECON, S.A. DE C.V.				
Muestra No.: 10	Procedencia del Material: BARRENO SR - 2	Coordenadas : N 13°39'46.35"		
	Profundidad: 24.00 - 25.05 m	O 89°16'40.37"		
Fecha de Ensayo: 6-dic-21	Fecha de Muestreo: 23-nov-21	Laboratorista: C. TORRES	Revisó: N.E.C.R.	

GRANULOMETRIA



LÍMITE LÍQUIDO, LÍMITE PLÁSTICO E ÍNDICE PLÁSTICO



ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO AASHTO T 27 (ASTM C 136)					
Proyecto: "CONSTRUCCIÓN DE PASO A DESNIVEL EN INTERSECCIÓN ENTRE LAS RUTAS CA04S - LIB04W, CARRETERA AL PUERTO DE LA LIBERTAD, SOBRE REDONDEL UTILA, MUNICIPIO DE SANTA TECLA, LA LIBERTAD."					
Solicitante: GRUPO ECON, S.A. DE C.V.					
Muestra No.: 10	Procedencia del Material: BARRENO SR- 2 Profundidad: 24.00 - 25.05 m			Coordenadas : N 13°39'46.35" O 89°16'40.37"	
Fecha de Ensayo: 29-nov-21	Fecha de Muestreo: 23-nov-21		Laboratorista: C. TORRES	Revisó: N.E.C.R.	

Peso Bruto (grs): 990.8 Tara (grs): 151.3 Peso Neto (grs): 839.5
MATERIAL GRUESO PSC (grs): 839.5

Malla	Peso Retenido Parcial (grs)	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% Que Pasa la Malla	Observaciones
2½"					Contenido de Humedad PH + Tara (grs): ---- PS + Tara (grs): ---- Humedad (grs): ---- PS Neto (grs): ---- Peso Tara (grs): ---- Humedad (%): ----
2"					
1½"					
1"					
¾"					
½"	0.0	0.0	0.0	100.0	
3/8"	2.6	0.3	0.3	99.7	
No. 4	41.7	5.0	5.3	94.7	
Pasa No. 4					
SUMAS					

MATERIAL TAMIZADO POR MALLA No. 4 Peso Neto (grs): --- PSC (grs): ---

Malla	Peso Retenido Parcial (grs)	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% Que Pasa la Malla	Observaciones
No. 10	129.6	15.4	20.7	79.3	GRAVA 5% ARENA 87% FINOS 8%
No. 40	401.5	47.8	68.5	31.5	
No. 200	196.9	23.5	92.0	8.0	
Pasa No. 200	67.2	8.0	100.0		
SUMAS	839.5	100.0			

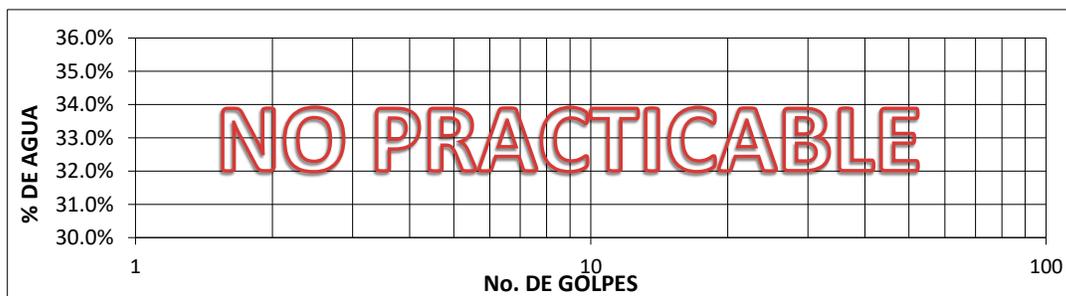


INFORME DE RESULTADOS DE LIMITES DE ATTERBERG ASTM D 4318-17			
Proyecto:* "CONSTRUCCIÓN DE PASO A DESNIVEL EN INTERSECCIÓN ENTRE LAS RUTAS CA04S - LIB04W, CARRETERA AL PUERTO DE LA LIBERTAD, SOBRE REDONDEL UTILA, MUNICIPIO DE SANTA TECLA, LA LIBERTAD."			
Solicitante:* GRUPO ECON, S.A. DE C.V.			
Ubicación:* DEPARTAMENTO DE LA LIBERTAD			
Procedencia del Material:* BARRENO SR- 2		profundidad:* 24.00 - 25.05 m	
Fecha de Ensayo: 29-nov-21	Laboratorista: C. TORRES	Revisó: N.E.C.R.	
Grano máximo Aproximado: 9.50 mm	Porcentaje Retenido en la malla No 40 (Aprox.): 68.5%	Contenido de agua de muestra como es recibida (%): ----	
Método de Preparación de la muestra:	<input type="checkbox"/> Húmedo <input type="checkbox"/> Secado al horno <input checked="" type="checkbox"/> Secado al aire	Método utilizado para remover las partículas mayores a la malla No.40:	<input type="checkbox"/> Con la mano <input checked="" type="checkbox"/> Tamizado (seco) <input type="checkbox"/> Lavado
Realización <input checked="" type="checkbox"/> Manual Lim. Plas.: <input type="checkbox"/> Dispositivo de rolado	Dispositivo para Lim. Liq.: <input checked="" type="checkbox"/> Manual <input type="checkbox"/> Mecánico	Herramienta de Ranurado: <input checked="" type="checkbox"/> Metálica <input type="checkbox"/> Plástica	

	LIMITE LIQUIDO		LIMITE PLÁSTICO	
Prueba No.				
No. de Golpes				
Cápsula No.				
Peso Húmedo + Tara, g				
Peso Seco + Tara, g	NO PRACTICABLE		NO PRACTICABLE	
Peso Agua, g				
Peso Tara, g				
Peso Seco, g				
Contenido de Agua %				

(*) Información proporcionada por el solicitante

Los resultados corresponden al material proporcionado por el solicitante.

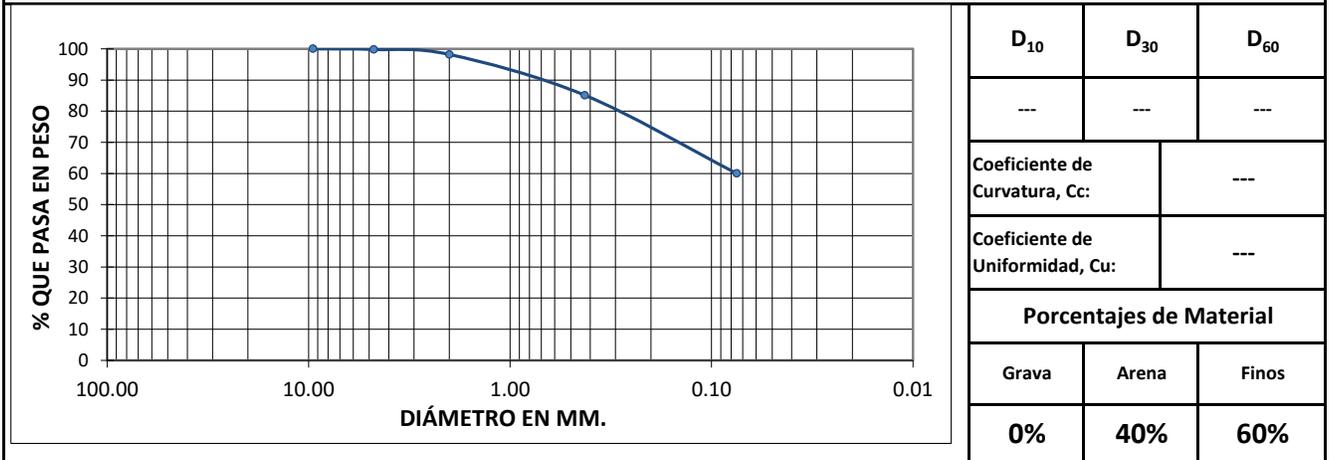


LIMITE LIQUIDO	---
LIMITE PLÁSTICO	---
ÍNDICE DE PLASTICIDAD	---

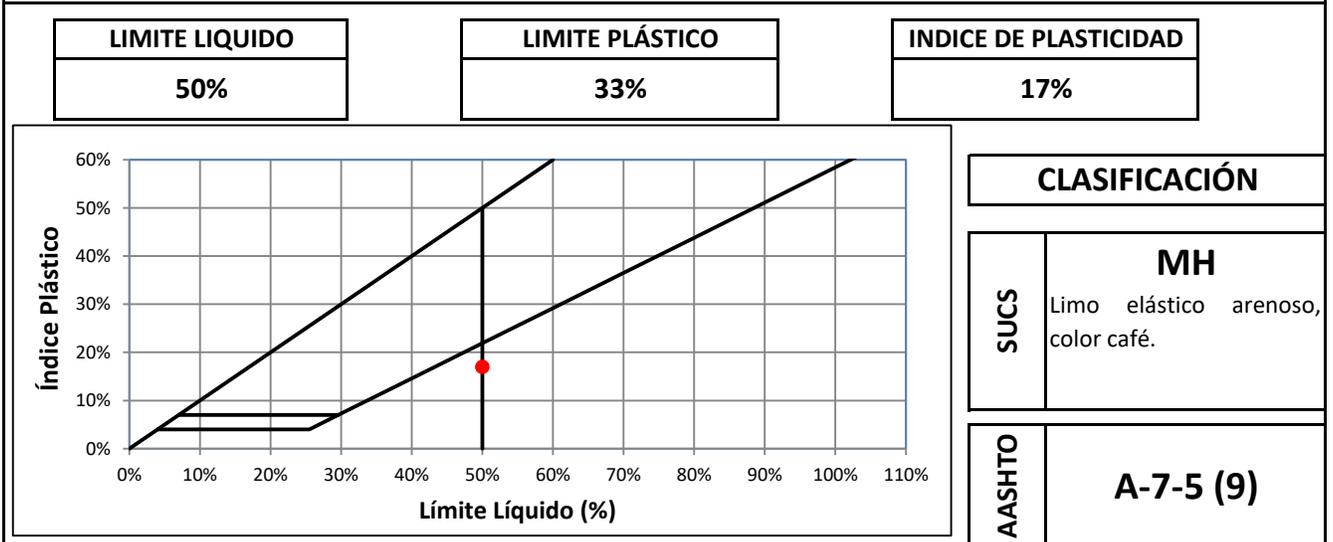
CLASIFICACIÓN DE SUELOS AASHTO M 145 (ASTM D 2487)

Proyecto: "CONSTRUCCIÓN DE PASO A DESNIVEL EN INTERSECCIÓN ENTRE LAS RUTAS CA04S - LIB04W, CARRETERA AL PUERTO DE LA LIBERTAD, SOBRE REDONDEL UTILA, MUNICIPIO DE SANTA TECLA, LA LIBERTAD."				
Solicitante: GRUPO ECON, S.A. DE C.V.				
Muestra No.: 11	Procedencia del Material: BARRENO SR - 2	Coordenadas : N 13°39'46.35"		
	Profundidad: 26.10 - 26.55 m	O 89°16'40.37"		
Fecha de Ensayo: 6-dic-21	Fecha de Muestreo: 23-nov-21	Laboratorista: C. TORRES	Revisó: N.E.C.R.	

GRANULOMETRIA



LÍMITE LÍQUIDO, LÍMITE PLÁSTICO E ÍNDICE PLÁSTICO



ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO AASHTO T 27 (ASTM C 136)					
Proyecto: "CONSTRUCCIÓN DE PASO A DESNIVEL EN INTERSECCIÓN ENTRE LAS RUTAS CA04S - LIB04W, CARRETERA AL PUERTO DE LA LIBERTAD, SOBRE REDONDEL UTILA, MUNICIPIO DE SANTA TECLA, LA LIBERTAD."					
Solicitante: GRUPO ECON, S.A. DE C.V.					
Muestra No.: 11	Procedencia del Material: BARRENO SR- 2 Profundidad: 26.10 - 26.55 m			Coordenadas : N 13°39'46.35" O 89°16'40.37"	
Fecha de Ensayo: 29-nov-21	Fecha de Muestreo: 23-nov-21		Laboratorista: C. TORRES	Revisó: N.E.C.R.	

Peso Bruto (grs): 863.6 Tara (grs): 182.0 Peso Neto (grs): 681.6
MATERIAL GRUESO PSC (grs): 681.6

Malla	Peso Retenido Parcial (grs)	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% Que Pasa la Malla	Observaciones
2½"					Contenido de Humedad PH + Tara (grs): ---- PS + Tara (grs): ---- Humedad (grs): ---- PS Neto (grs): ---- Peso Tara (grs): ---- Humedad (%): ----
2"					
1½"					
1"					
¾"					
½"					
3/8"	0.0	0.0	0.0	100.0	
No. 4	1.6	0.2	0.2	99.8	
Pasa No. 4					
SUMAS					

MATERIAL TAMIZADO POR MALLA No. 4 Peso Neto (grs): --- PSC (grs): ---

Malla	Peso Retenido Parcial (grs)	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% Que Pasa la Malla	Observaciones
No. 10	11.0	1.6	1.8	98.2	GRAVA 0%
No. 40	89.0	13.1	14.9	85.1	ARENA 40%
No. 200	171.1	25.1	40.0	60.0	FINOS 60%
Pasa No. 200	408.9	60.0	100.0		
SUMAS	681.6	100.0			

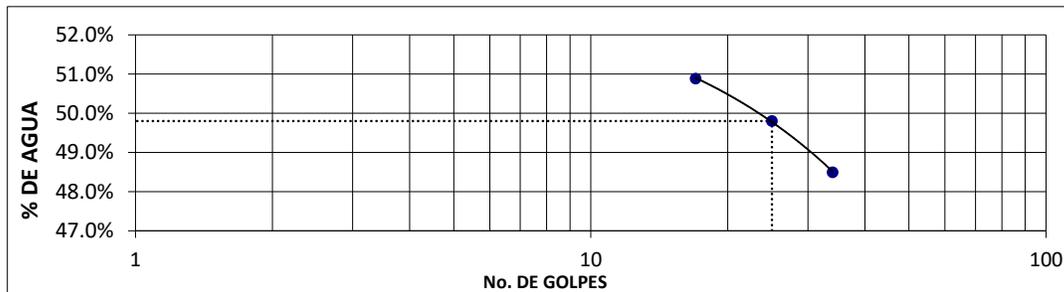


INFORME DE RESULTADOS DE LIMITES DE ATTERBERG ASTM D 4318-17					
Proyecto:* "CONSTRUCCIÓN DE PASO A DESNIVEL EN INTERSECCIÓN ENTRE LAS RUTAS CA04S - LIB04W, CARRETERA AL PUERTO DE LA LIBERTAD, SOBRE REDONDEL UTILA, MUNICIPIO DE SANTA TECLA, LA LIBERTAD."					
Solicitante:* GRUPO ECON, S.A. DE C.V.					
Ubicación:* DEPARTAMENTO DE LA LIBERTAD					
Procedencia del Material:* BARRENO SR- 2			profundidad:* 26.10 - 26.55 m		
Fecha de Ensayo: 30-nov-21		Laboratorista: D. FUENTES		Revisó: N.E.C.R.	
Grano máximo 4.75 mm		Porcentaje Retenido en la malla No 40 (Aprox.): ---		Contenido de agua de muestra como es recibida (%): ----	
Método de Preparación de la muestra:		Método utilizado para remover las partículas mayores a la malla No.40:			
<input type="checkbox"/> Húmedo		<input type="checkbox"/> Con la mano			
<input type="checkbox"/> Secado al horno		<input checked="" type="checkbox"/> Tamizado (seco)			
<input checked="" type="checkbox"/> Secado al aire		<input type="checkbox"/> Lavado			
Realización <input checked="" type="checkbox"/> Manual		Dispositivo para Lim. Liq.: <input type="checkbox"/> Manual		Herramienta de Ranurado: <input checked="" type="checkbox"/> Metálica	
Lim. Plas.: <input type="checkbox"/> Dispositivo de rolado		<input checked="" type="checkbox"/> Mecánico		<input type="checkbox"/> Plástica	

Prueba No.	LIMITE LIQUIDO			LIMITE PLÁSTICO	
	1	2	3	1	2
No. de Golpes	34	25	17		
Cápsula No.	47	55	65	48	70
Peso Húmedo + Tara, g	25.29	25.58	25.68	20.72	20.39
Peso Seco + Tara, g	21.74	21.81	21.67	19.12	18.84
Peso Agua, g	3.55	3.77	4.01	1.60	1.55
Peso Tara, g	14.42	14.24	13.79	14.30	14.19
Peso Seco, g	7.32	7.57	7.88	4.82	4.65
Contenido de Agua %	48.5%	49.8%	50.9%	33.2%	33.3%

(*) Información proporcionada por el solicitante

Los resultados corresponden al material proporcionado por el solicitante

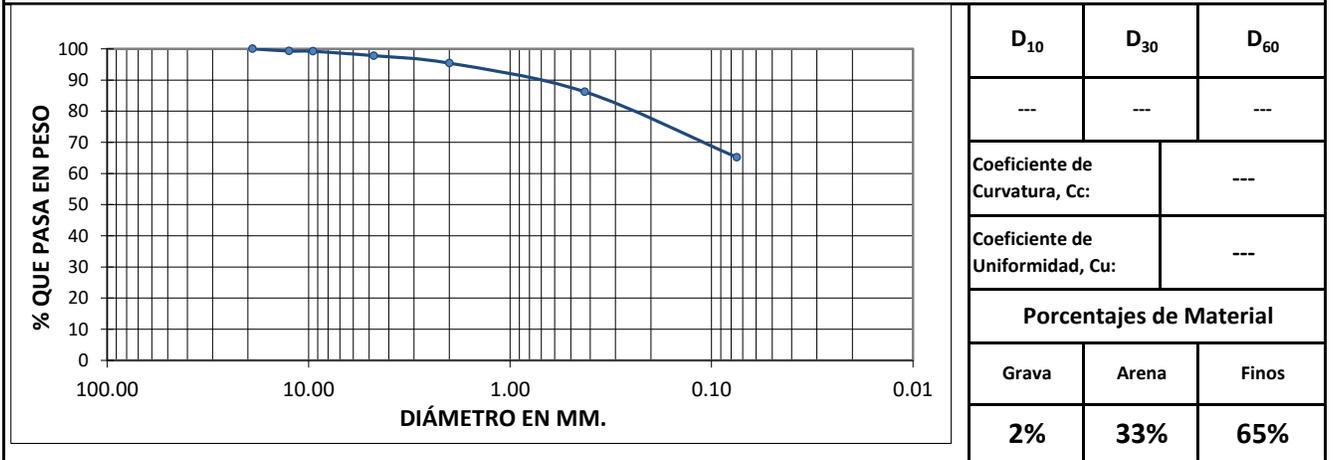


LIMITE LIQUIDO	50%
LIMITE PLÁSTICO	33%
ÍNDICE DE PLASTICIDAD	17%

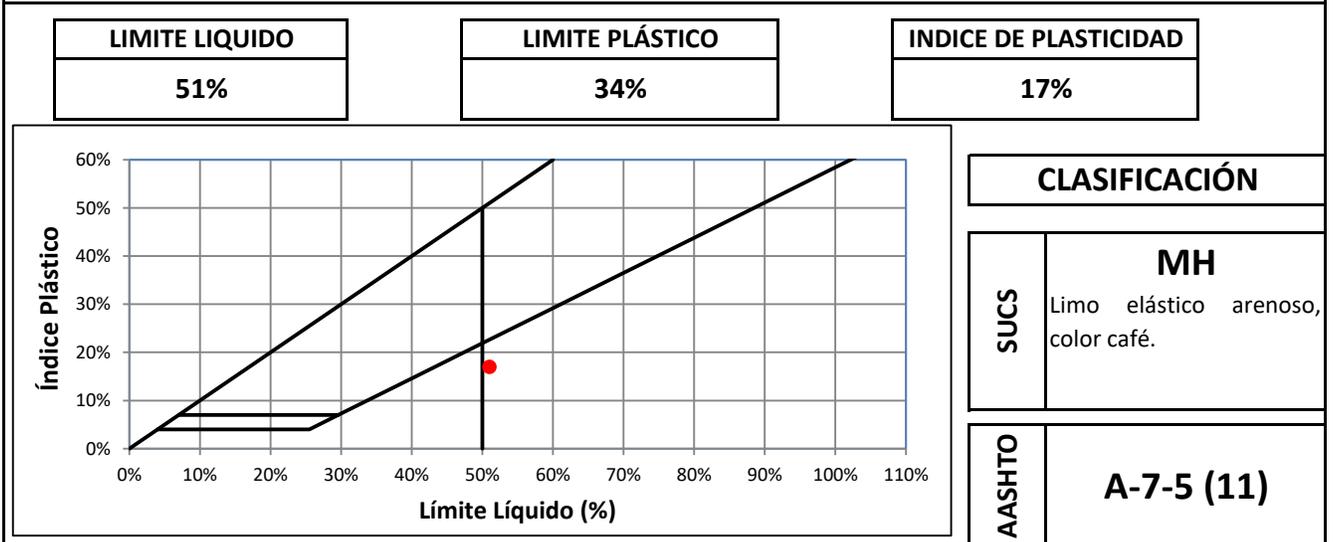
CLASIFICACIÓN DE SUELOS AASHTO M 145 (ASTM D 2487)

Proyecto: "CONSTRUCCIÓN DE PASO A DESNIVEL EN INTERSECCIÓN ENTRE LAS RUTAS CA04S - LIB04W, CARRETERA AL PUERTO DE LA LIBERTAD, SOBRE REDONDEL UTILA, MUNICIPIO DE SANTA TECLA, LA LIBERTAD."				
Solicitante: GRUPO ECON, S.A. DE C.V.				
Muestra No.: 12	Procedencia del Material: BARRENO SR - 2 Profundidad: 27.00 - 28.05 m		Coordenadas : N 13°39'46.35" O 89°16'40.37"	
Fecha de Ensayo: 6-dic-21	Fecha de Muestreo: 23-nov-21	Laboratorista: C. TORRES	Revisó: N.E.C.R.	

GRANULOMETRIA



LÍMITE LÍQUIDO, LÍMITE PLÁSTICO E ÍNDICE PLÁSTICO



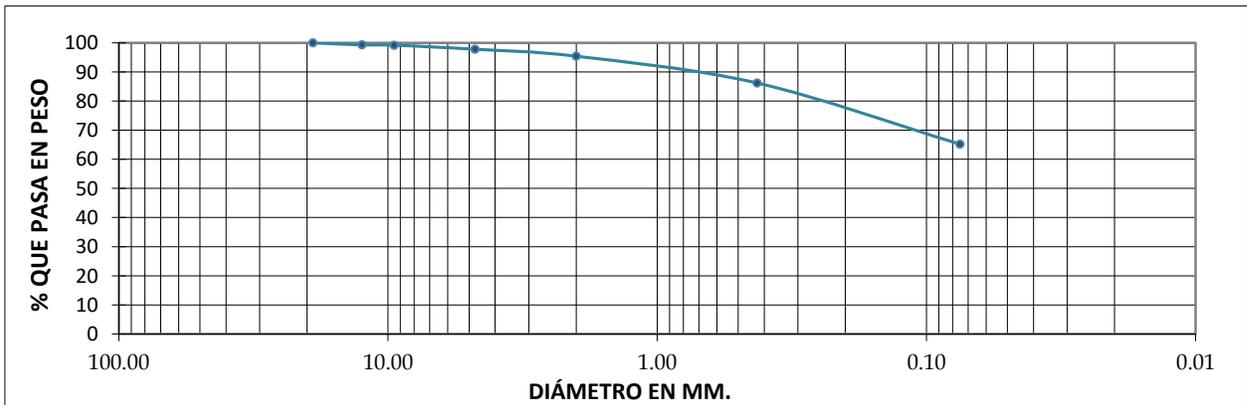
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO AASHTO T 27 (ASTM C 136)					
Proyecto: "CONSTRUCCIÓN DE PASO A DESNIVEL EN INTERSECCIÓN ENTRE LAS RUTAS CA04S - LIB04W, CARRETERA AL PUERTO DE LA LIBERTAD, SOBRE REDONDEL UTILA, MUNICIPIO DE SANTA TECLA, LA LIBERTAD."					
Solicitante: GRUPO ECON, S.A. DE C.V.					
Muestra No.: 12	Procedencia del Material: BARRENO SR- 2 Profundidad: 27.00 - 28.05 m			Coordenadas : N 13°39'46.35" O 89°16'40.37"	
Fecha de Ensayo: 29-nov-21	Fecha de Muestreo: 23-nov-21	Laboratorista: C. TORRES		Revisó: N.E.C.R.	

Peso Bruto (grs): 1,239.5 Tara (grs): 191.2 Peso Neto (grs): 1,048.3
MATERIAL GRUESO **PSC (grs): 1,048.3**

Malla	Peso Retenido Parcial (grs)	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% Que Pasa la Malla	Observaciones
2½"					Contenido de Humedad
2"					PH + Tara (grs): ----
1½"					PS + Tara (grs): ----
1"					Humedad (grs): ----
¾"	0.0	0.0	0.0	100.0	PS Neto (grs): ----
½"	7.7	0.7	0.7	99.3	Peso Tara (grs): ----
⅜"	1.0	0.1	0.8	99.2	Humedad (%): ----
No. 4	14.3	1.4	2.2	97.8	
Pasa No. 4					
SUMAS					

MATERIAL TAMIZADO POR MALLA No. 4 Peso Neto (grs): --- **PSC (grs):** ---

Malla	Peso Retenido Parcial (grs)	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% Que Pasa la Malla	Observaciones
No. 10	24.7	2.4	4.6	95.4	GRAVA 2%
No. 40	96.9	9.2	13.8	86.2	ARENA 33%
No. 200	220.4	21.0	34.8	65.2	FINOS 65%
Pasa No. 200	683.3	65.2	100.0		
SUMAS	1048.3	100.0			

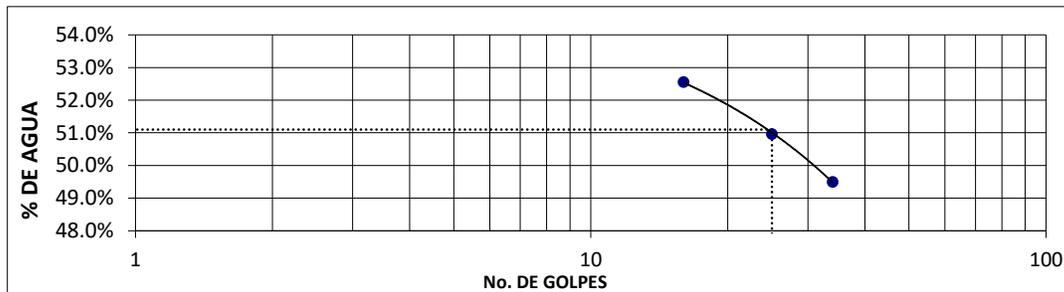


INFORME DE RESULTADOS DE LIMITES DE ATTERBERG ASTM D 4318-17					
Proyecto:* "CONSTRUCCIÓN DE PASO A DESNIVEL EN INTERSECCIÓN ENTRE LAS RUTAS CA04S - LIB04W, CARRETERA AL PUERTO DE LA LIBERTAD, SOBRE REDONDEL UTILA, MUNICIPIO DE SANTA TECLA, LA LIBERTAD."					
Solicitante:* GRUPO ECON, S.A. DE C.V.					
Ubicación:* DEPARTAMENTO DE LA LIBERTAD					
Procedencia del Material:* BARRENO SR- 2			profundidad:* 27.00 - 28.05 m		
Fecha de Ensayo: 30-nov-21		Laboratorista: D. FUENTES		Revisó: N.E.C.R.	
Grano máximo 9.50 mm		Porcentaje Retenido en la malla No 40 (Aprox.): ---		Contenido de agua de muestra como es recibida (%): ----	
Método de Preparación de la muestra:		Método utilizado para remover las partículas mayores a la malla No.40:			
<input type="checkbox"/> Húmedo		<input type="checkbox"/> Con la mano			
<input type="checkbox"/> Secado al horno		<input checked="" type="checkbox"/> Tamizado (seco)			
<input checked="" type="checkbox"/> Secado al aire		<input type="checkbox"/> Lavado			
Realización <input checked="" type="checkbox"/> Manual		Dispositivo para Lim. Liq.: <input type="checkbox"/> Manual		Herramienta de Ranurado: <input checked="" type="checkbox"/> Metálica	
Lim. Plas.: <input type="checkbox"/> Dispositivo de rolado		<input checked="" type="checkbox"/> Mecánico		<input type="checkbox"/> Plástica	

Prueba No.	LIMITE LIQUIDO			LIMITE PLÁSTICO	
	1	2	3	1	2
No. de Golpes	34	25	16		
Cápsula No.	53	29	16	52	8
Peso Húmedo + Tara, g	24.96	24.57	24.84	20.45	20.41
Peso Seco + Tara, g	21.50	21.13	21.14	18.90	18.85
Peso Agua, g	3.46	3.44	3.70	1.55	1.56
Peso Tara, g	14.51	14.38	14.10	14.33	14.24
Peso Seco, g	6.99	6.75	7.04	4.57	4.61
Contenido de Agua %	49.5%	51.0%	52.6%	33.9%	33.8%

(*) Información proporcionada por el solicitante

Los resultados corresponden al material proporcionado por el solicitante

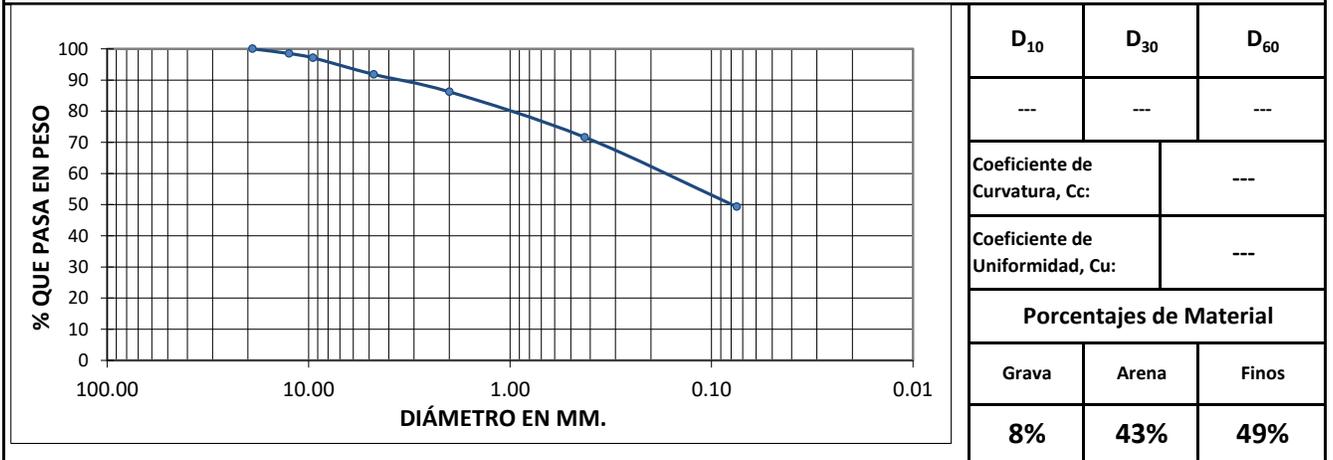


LIMITE LIQUIDO	51%
LIMITE PLÁSTICO	34%
ÍNDICE DE PLASTICIDAD	17%

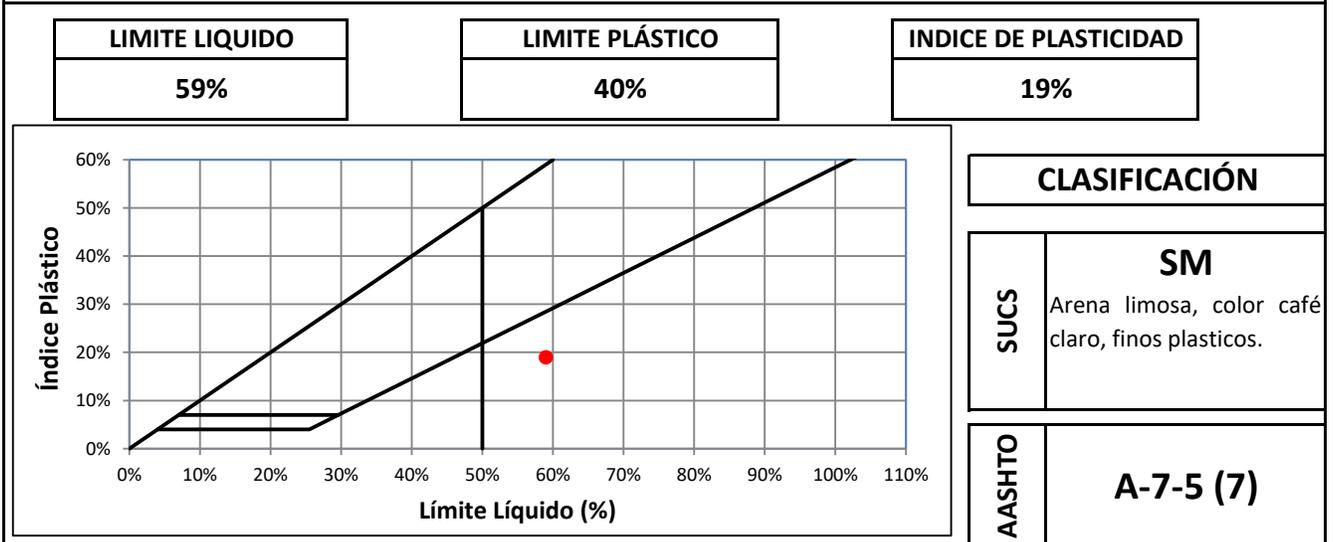
CLASIFICACIÓN DE SUELOS AASHTO M 145 (ASTM D 2487)

Proyecto: "CONSTRUCCIÓN DE PASO A DESNIVEL EN INTERSECCIÓN ENTRE LAS RUTAS CA04S - LIB04W, CARRETERA AL PUERTO DE LA LIBERTAD, SOBRE REDONDEL UTILA, MUNICIPIO DE SANTA TECLA, LA LIBERTAD."				
Solicitante: GRUPO ECON, S.A. DE C.V.				
Muestra No.: 13	Procedencia del Material: BARRENO SR - 2	Coordenadas : N 13°39'46.35"		
	Profundidad: 34.80 - 35.55 m	O 89°16'40.37"		
Fecha de Ensayo: 6-dic-21	Fecha de Muestreo: 24-nov-21	Laboratorista: C. TORRES	Revisó: N.E.C.R.	

GRANULOMETRIA



LÍMITE LÍQUIDO, LÍMITE PLÁSTICO E ÍNDICE PLÁSTICO



ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO AASHTO T 27 (ASTM C 136)					
Proyecto: "CONSTRUCCIÓN DE PASO A DESNIVEL EN INTERSECCIÓN ENTRE LAS RUTAS CA04S - LIB04W, CARRETERA AL PUERTO DE LA LIBERTAD, SOBRE REDONDEL UTILA, MUNICIPIO DE SANTA TECLA, LA LIBERTAD."					
Solicitante: GRUPO ECON, S.A. DE C.V.					
Muestra No.: 13	Procedencia del Material: BARRENO SR- 2 Profundidad: 34.80 - 35.55 m			Coordenadas : N 13°39'46.35" O 89°16'40.37"	
Fecha de Ensayo: 29-nov-21	Fecha de Muestreo: 24-nov-21		Laboratorista: C. TORRES	Revisó: N.E.C.R.	

Peso Bruto (grs): 1,024.0 Tara (grs): 165.8 Peso Neto (grs): 858.2
MATERIAL GRUESO PSC (grs): 858.2

Malla	Peso Retenido Parcial (grs)	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% Que Pasa la Malla	Observaciones
2½"					Contenido de Humedad PH + Tara (grs): ---- PS + Tara (grs): ---- Humedad (grs): ---- PS Neto (grs): ---- Peso Tara (grs): ---- Humedad (%): ----
2"					
1½"					
1"					
¾"	0.0	0.0	0.0	100.0	
½"	13.3	1.5	1.5	98.5	
⅜"	11.8	1.4	2.9	97.1	
No. 4	45.2	5.3	8.2	91.8	
Pasa No. 4					
SUMAS					

MATERIAL TAMIZADO POR MALLA No. 4 Peso Neto (grs): --- PSC (grs): ---

Malla	Peso Retenido Parcial (grs)	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% Que Pasa la Malla	Observaciones
No. 10	47.7	5.6	13.8	86.2	GRAVA 8%
No. 40	125.0	14.6	28.4	71.6	ARENA 43%
No. 200	191.7	22.3	50.7	49.3	FINOS 49%
Pasa No. 200	423.5	49.3	100.0		
SUMAS	858.2	100.0			

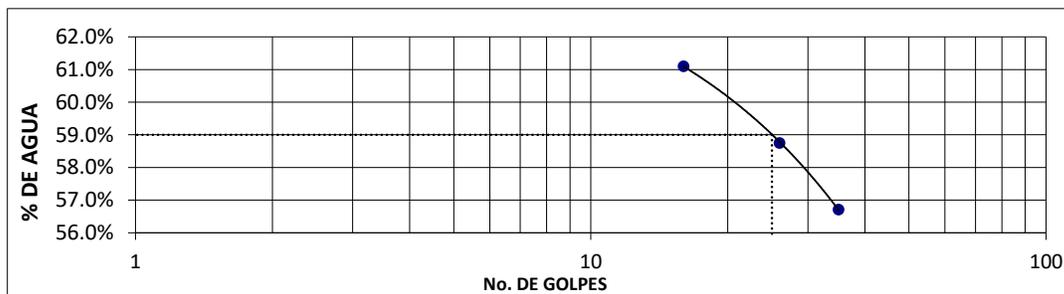


INFORME DE RESULTADOS DE LIMITES DE ATTERBERG ASTM D 4318-17					
Proyecto:* "CONSTRUCCIÓN DE PASO A DESNIVEL EN INTERSECCIÓN ENTRE LAS RUTAS CA04S - LIB04W, CARRETERA AL PUERTO DE LA LIBERTAD, SOBRE REDONDEL UTILA, MUNICIPIO DE SANTA TECLA, LA LIBERTAD."					
Solicitante:* GRUPO ECON, S.A. DE C.V.					
Ubicación:* DEPARTAMENTO DE LA LIBERTAD					
Procedencia del Material:* BARRENO SR- 2			profundidad:* 34.80 - 35.55 m		
Fecha de Ensayo: 30-nov-21		Laboratorista: D. FUENTES		Revisó: N.E.C.R.	
Grano máximo 12.50 mm		Porcentaje Retenido en la malla No 40 (Aprox.): ---		Contenido de agua de muestra como es recibida (%): ----	
Método de Preparación de la muestra:		Método utilizado para remover las partículas mayores a la malla No.40:			
<input type="checkbox"/> Húmedo		<input type="checkbox"/> Con la mano			
<input type="checkbox"/> Secado al horno		<input checked="" type="checkbox"/> Tamizado (seco)			
<input checked="" type="checkbox"/> Secado al aire		<input type="checkbox"/> Lavado			
Realización <input checked="" type="checkbox"/> Manual		Dispositivo para Lim. Liq.: <input type="checkbox"/> Manual		Herramienta de Ranurado: <input checked="" type="checkbox"/> Metálica	
Lim. Plas.: <input type="checkbox"/> Dispositivo de rolado		<input checked="" type="checkbox"/> Mecánico		<input type="checkbox"/> Plástica	

Prueba No.	LIMITE LIQUIDO			LIMITE PLÁSTICO	
	1	2	3	1	2
No. de Golpes	35	26	16		
Cápsula No.	51	18	44	23	64
Peso Húmedo + Tara, g	24.33	24.69	24.70	20.52	20.25
Peso Seco + Tara, g	20.53	20.73	20.71	18.79	18.37
Peso Agua, g	3.80	3.96	3.99	1.73	1.88
Peso Tara, g	13.83	13.99	14.18	14.44	13.63
Peso Seco, g	6.70	6.74	6.53	4.35	4.74
Contenido de Agua %	56.7%	58.8%	61.1%	39.8%	39.7%

(*) Información proporcionada por el solicitante

Los resultados corresponden al material proporcionado por el solicitante



LIMITE LIQUIDO	59%
LIMITE PLÁSTICO	40%
ÍNDICE DE PLASTICIDAD	19%

DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD DE LOS SUELOS ASTM D 2216

Proyecto :	"CONSTRUCCIÓN DE PASO A DESNIVEL EN INTERSECCIÓN ENTRE LAS RUTAS CA04S - LIB04W, CARRETERA AL PUERTO DE LA LIBERTAD, SOBRE REDONDEL UTILA, MUNICIPIO DE SANTA TECLA, LA LIBERTAD."	
Solicitante :	GRUPO ECON S.A. DE C.V.	
Fecha de ensayo :	26-nov-21	Actividad: HUMEDAD NATURAL DEL SUELO

Procedencia	BARRENO SR-2			
	1.05 - 1.50	2.55 - 3.00	4.05 - 4.50	5.55 - 5.65
Profundidad (m)	SPT No.1	SPT No.2	SPT No.3	SPT No.4
Peso humedo + tara	103.37	108.43	97.96	111.12
Peso seco + tara	84.54	79.96	75.97	93.49
Peso de agua	18.8	28.5	22.0	17.6
Peso de tara	12.80	12.80	13.20	13.10
Peso seco	71.7	67.2	62.8	80.4
humedad %	26.2	42.4	35.0	21.9

Procedencia	BARRENO SR-2			
	7.05 - 7.50	8.55 - 9.00	10.05 - 10.50	11.55 - 12.00
Profundidad (m)	SPT No.5	SPT No.6	SPT No.7	SPT No.8
Peso humedo + tara	126.14	106.56	118.01	116.14
Peso seco + tara	104.86	76.52	89.42	81.28
Peso de agua	21.3	30.0	28.6	34.9
Peso de tara	12.80	13.30	15.30	13.20
Peso seco	92.1	63.2	74.1	68.1
humedad %	23.1	47.5	38.6	51.2

Procedencia	BARRENO SR-2			
	13.05 - 13.50	14.55 - 15.00	16.05 - 16.50	17.55 - 18.00
Profundidad (m)	SPT No.9	SPT No.10	SPT No.11	SPT No.12
Peso humedo + tara	121.50	101.66	117.32	102.66
Peso seco + tara	93.99	72.89	76.63	74.83
Peso de agua	27.5	28.8	40.7	27.8
Peso de tara	15.40	15.30	13.30	15.40
Peso seco	78.6	57.6	63.3	59.4
humedad %	35.0	50.0	64.3	46.8

Observaciones: ----

DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD DE LOS SUELOS ASTM D 2216

Proyecto :	"CONSTRUCCIÓN DE PASO A DESNIVEL EN INTERSECCIÓN ENTRE LAS RUTAS CA04S - LIB04W, CARRETERA AL PUERTO DE LA LIBERTAD, SOBRE REDONDEL UTILA, MUNICIPIO DE SANTA TECLA, LA LIBERTAD."	
Solicitante :	GRUPO ECON S.A. DE C.V.	
Fecha de ensayo :	26-nov-21	Actividad: HUMEDAD NATURAL DEL SUELO

Procedencia	BARRENO SR-2			
Profundidad (m)	19.05 - 19.50	20.55 - 21.00	22.05 - 22.50	23.55 - 24.00
	SPT No.13	SPT No.14	SPT No.15	SPT No.16
Peso humedo + tara	110.63	115.23	97.08	115.74
Peso seco + tara	75.86	73.39	68.32	86.50
Peso de agua	34.8	41.8	28.8	29.2
Peso de tara	12.90	12.40	13.00	15.50
Peso seco	63.0	61.0	55.3	71.0
humedad %	55.2	68.6	52.0	41.2

Procedencia	BARRENO SR-2			
Profundidad (m)	25.05 - 25.50	26.55 - 27.00	28.05 - 28.50	29.55 - 30.00
	SPT No.17	SPT No. 18	SPT No.19	SPT No.20
Peso humedo + tara	92.63	119.59	129.54	96.03
Peso seco + tara	62.05	82.72	93.74	68.88
Peso de agua	30.6	36.9	35.8	27.2
Peso de tara	13.50	13.10	14.00	15.20
Peso seco	48.6	69.6	79.7	53.7
humedad %	63.0	53.0	44.9	50.6

Procedencia	BARRENO SR-3			
Profundidad (m)	31.05 - 31.50	32.55 - 33.00	34.05 - 34.50	35.55 - 36.00
	SPT No.21	SPT No.22	SPT No.23	SPT No.24
Peso humedo + tara	105.67	100.34	115.14	97.54
Peso seco + tara	77.65	72.80	81.70	61.50
Peso de agua	28.0	27.5	33.4	36.0
Peso de tara	13.00	13.10	15.10	12.60
Peso seco	64.7	59.7	66.6	48.9
humedad %	43.3	46.1	50.2	73.7

Observaciones: ----

DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD DE LOS SUELOS ASTM D 2216

Proyecto :	"CONSTRUCCIÓN DE PASO A DESNIVEL EN INTERSECCIÓN ENTRE LAS RUTAS CA04S - LIB04W, CARRETERA AL PUERTO DE LA LIBERTAD, SOBRE REDONDEL UTILA, MUNICIPIO DE SANTA TECLA, LA LIBERTAD."		
Solicitante :	GRUPO ECON S.A. DE C.V.		
Fecha de ensayo :	26-nov-21	Actividad: HUMEDAD NATURAL DEL SUELO	

Procedencia	BARRENO SR-2			
Profundidad (m)	37.05 - 37.50	---	---	---
	SPT No.25	---	---	---
Peso humedo + tara	88.77	---	---	---
Peso seco + tara	57.30	---	---	---
Peso de agua	31.5	---	---	---
Peso de tara	12.70	---	---	---
Peso seco	44.6	---	---	---
humedad %	70.6	---	---	---

Observaciones: ----

DETERMINACIÓN DEL PESO VOLUMÉTRICO DE LOS SUELOS ASTM D 7263	
Proyecto :	"CONSTRUCCIÓN DE PASO A DESNIVEL EN INTERSECCIÓN ENTRE LAS RUTAS CA04S - LIB04W, CARRETERA AL PUERTO DE LA LIBERTAD, SOBRE REDONDEL UTILA, MUNICIPIO DE SANTA TECLA, LA LIBERTAD."
Solicitante :	GRUPO ECON S.A. DE C.V.
Fecha ensayo : 29-nov-21	Fecha Muestre: 23-nov-21

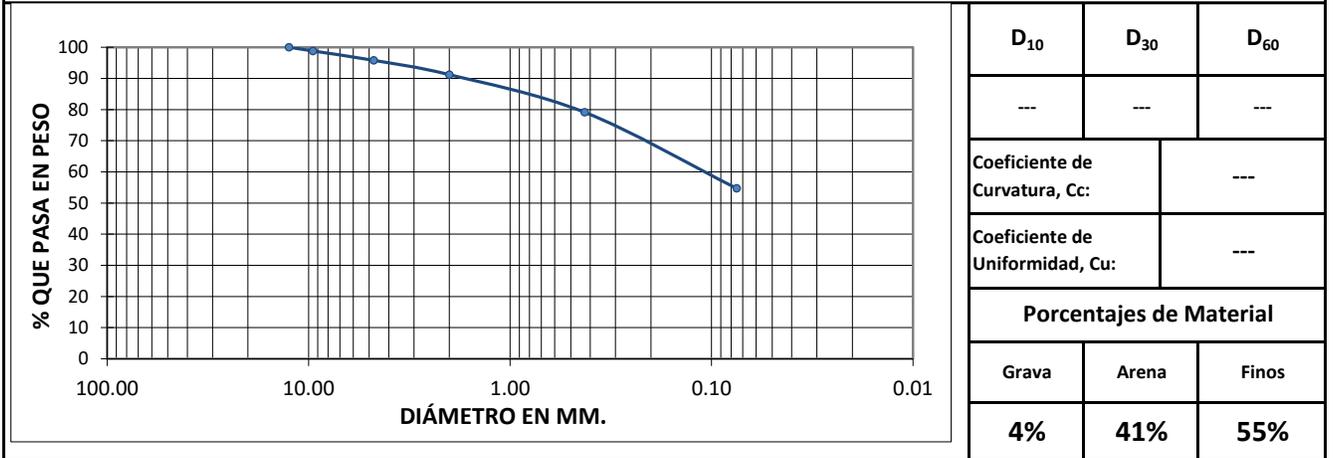
SONDEO No	BARRENO SR-2		
PROFUNDIDAD (m)	26.10 - 26.55		
PESO SUELO HUMEDO (grs.)	636.10		
PESO SUELO SECO (grs)	416.84		
HUMEDAD %	52.60		
DIAMETRO (cm)	6.00	6.00	6.00
DIAMETRO PROMEDIO (cm)	6.00		
ALTURA (cm)	12.00	12.00	12.10
ALTURA PROMEDIO (cm)	12.03		
AREA (cm ²)	28.27		
VOLUMEN (cm ³)	340.24		
PESO VOUMÉTRICO HUMEDO (gr/cm ³)	1.870		
PESO VOLUMÉTRICO SECO (gr/cm ³)	1.225		

Observaciones: Método utilizado: "B".

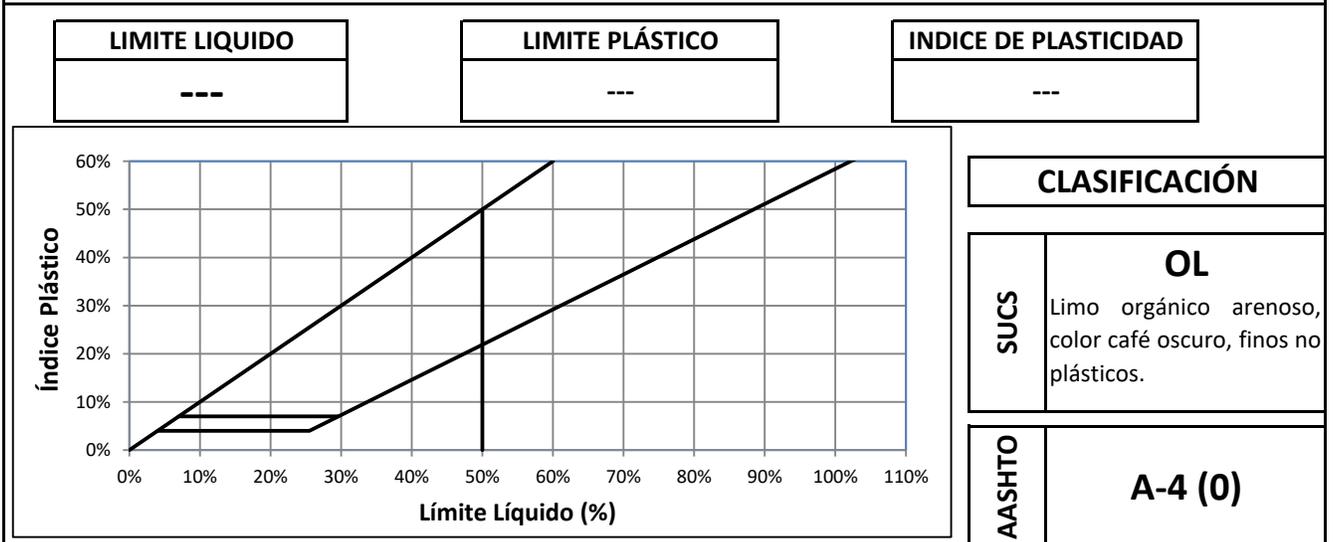
CLASIFICACIÓN DE SUELOS AASHTO M 145 (ASTM D 2487)

Proyecto: "CONSTRUCCIÓN DE PASO A DESNIVEL EN INTERSECCIÓN ENTRE LAS RUTAS CA04S - LIB04W, CARRETERA AL PUERTO DE LA LIBERTAD, SOBRE REDONDEL UTILA, MUNICIPIO DE SANTA TECLA, LA LIBERTAD."				
Solicitante: GRUPO ECON, S.A. DE C.V.				
Muestra No.: 1	Procedencia del Material: BARRENO SR - 3	Coordenadas : N 13°39'46.70"		
	Profundidad: 0.00 - 1.05 m	O 89°16'39.71"		
Fecha de Ensayo: 6-dic-21	Fecha de Muestreo: 19-nov-21	Laboradorista: C. TORRES	Revisó: N.E.C.R.	

GRANULOMETRIA



LÍMITE LÍQUIDO, LÍMITE PLÁSTICO E ÍNDICE PLÁSTICO



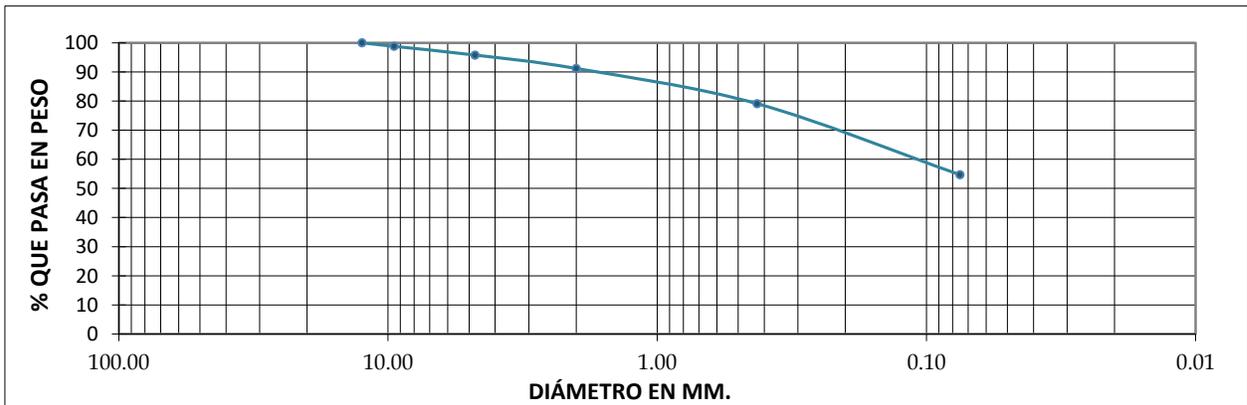
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO AASHTO T 27 (ASTM C 136)					
Proyecto: "CONSTRUCCIÓN DE PASO A DESNIVEL EN INTERSECCIÓN ENTRE LAS RUTAS CA04S - LIB04W, CARRETERA AL PUERTO DE LA LIBERTAD, SOBRE REDONDEL UTILA, MUNICIPIO DE SANTA TECLA, LA LIBERTAD."					
Solicitante: GRUPO ECON, S.A. DE C.V.					
Muestra No.: 1	Procedencia del Material: BARRENO SR- 3 Profundidad: 0.00 - 1.05 m			Coordenadas : N 13°39'46.70" O 89°16'39.71"	
Fecha de Ensayo: 23-nov-21	Fecha de Muestreo: 19-nov-21		Laboratorista: C. TORRES	Revisó: N.E.C.R.	

Peso Bruto (grs): 1,290.0 Tara (grs): 191.0 Peso Neto (grs): 1,099.0
MATERIAL GRUESO PSC (grs): 1,099.0

Malla	Peso Retenido Parcial (grs)	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% Que Pasa la Malla	Observaciones
2½"					Contenido de Humedad PH + Tara (grs): ---- PS + Tara (grs): ---- Humedad (grs): ---- PS Neto (grs): ---- Peso Tara (grs): ---- Humedad (%): ----
2"					
1½"					
1"					
¾"					
½"	0.0	0.0	0.0	100.0	
3/8"	13.3	1.2	1.2	98.8	
No. 4	33.0	3.0	4.2	95.8	
Pasa No. 4					
SUMAS					

MATERIAL TAMIZADO POR MALLA No. 4 Peso Neto (grs): --- PSC (grs): ---

Malla	Peso Retenido Parcial (grs)	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% Que Pasa la Malla	Observaciones
No. 10	50.4	4.6	8.8	91.2	GRAVA 4% ARENA 41% FINOS 55%
No. 40	132.5	12.1	20.9	79.1	
No. 200	268.4	24.4	45.3	54.7	
Pasa No. 200	601.4	54.7	100.0		
SUMAS	1099.0	100.0			

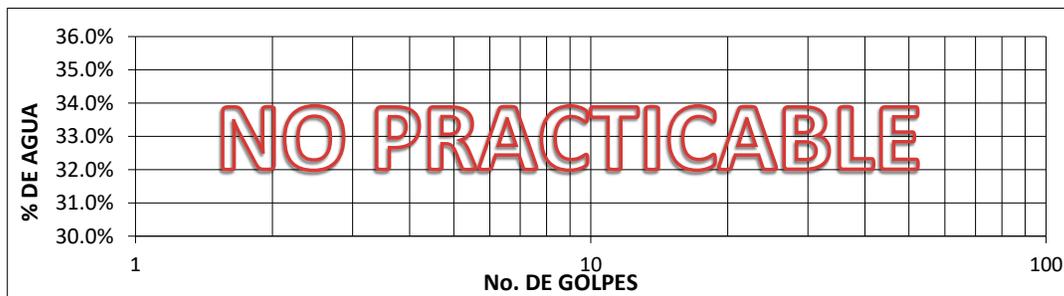


INFORME DE RESULTADOS DE LIMITES DE ATTERBERG ASTM D 4318-17			
Proyecto:* "CONSTRUCCIÓN DE PASO A DESNIVEL EN INTERSECCIÓN ENTRE LAS RUTAS CA04S - LIB04W, CARRETERA AL PUERTO DE LA LIBERTAD, SOBRE REDONDEL UTILA, MUNICIPIO DE SANTA TECLA, LA LIBERTAD."			
Solicitante:* GRUPO ECON, S.A. DE C.V.			
Ubicación:* DEPARTAMENTO DE LA LIBERTAD			
Procedencia del Material:* BARRENO SR- 3		profundidad:* 0.00 - 1.05 m	
Fecha de Ensayo: 23-nov-21	Laboratorista: C. TORRES	Revisó: N.E.C.R.	
Grano máximo Aproximado: 12.50 mm	Porcentaje Retenido en la malla No 40 (Aprox.): 20.9%	Contenido de agua de muestra como es recibida (%): ----	
Método de Preparación de la muestra:	<input type="checkbox"/> Húmedo <input type="checkbox"/> Secado al horno <input checked="" type="checkbox"/> Secado al aire	Método utilizado para remover las partículas mayores a la malla No.40:	<input type="checkbox"/> Con la mano <input checked="" type="checkbox"/> Tamizado (seco) <input type="checkbox"/> Lavado
Realización <input type="checkbox"/> Manual	Dispositivo para Lim. Liq.: <input checked="" type="checkbox"/> Manual	Herramienta de Ranurado: <input checked="" type="checkbox"/> Metálica	<input type="checkbox"/> Plástica
Lim. Plas.: <input type="checkbox"/> Dispositivo de rolado	<input type="checkbox"/> Mecánico		

	LIMITE LIQUIDO		LIMITE PLASTICO	
Prueba No.				
No. de Golpes				
Cápsula No.				
Peso Húmedo + Tara, g				
Peso Seco + Tara, g	NO PRACTICABLE		NO PRACTICABLE	
Peso Agua, g				
Peso Tara, g				
Peso Seco, g				
Contenido de Agua %				

(*) Información proporcionada por el solicitante

Los resultados corresponden al material proporcionado por el solicitante.



LIMITE LIQUIDO	----
LIMITE PLÁSTICO	----
ÍNDICE DE PLASTICIDAD	----

CONTENIDO DE MATERIA ORGÁNICA DE LOS SUELOS ASTM D 2974				
Proyecto: "CONSTRUCCIÓN DE PASO A DESNIVEL EN INTERSECCIÓN ENTRE LAS RUTAS CA04S - LIB04W, CARRETERA AL PUERTO DE LA LIBERTAD, SOBRE REDONDEL UTILA, MUNICIPIO DE SANTA TECLA, LA LIBERTAD."				
Solicitante: GRUPO ECON, S.A. DE C.V.				
Muestra No.: 1	Procedencia del Material: BARRENO SR- 3. Profundidad: 0.00 - 1.05 m	Coordenadas : N 13°39'46.70" O 89°16'39.71"		
Fecha de Ensayo: 25-nov-21	Fecha de Muestreo: 19-nov-21	Laboratorista: C. TORRES	Revisó: N.E.C.R.	

CONTENIDO DE HUMEDAD (Método A)

PROFUNDIDAD (m)	0.00 - 1.05			
RECIPIENTE No.	71			
PESO SUELO HUMEDO + TARA (grs.)	139.30			
PESO SUELO SECO + TARA (grs)	109.00			
TARA	12.30			
PESO SUELO HUMEDO - TARA (A) (grs.)	127.00			
PESO SUELO SECO - TARA (B) (grs)	96.70			
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	31.3			

CONTENIDO DE HUMEDAD (Método C)

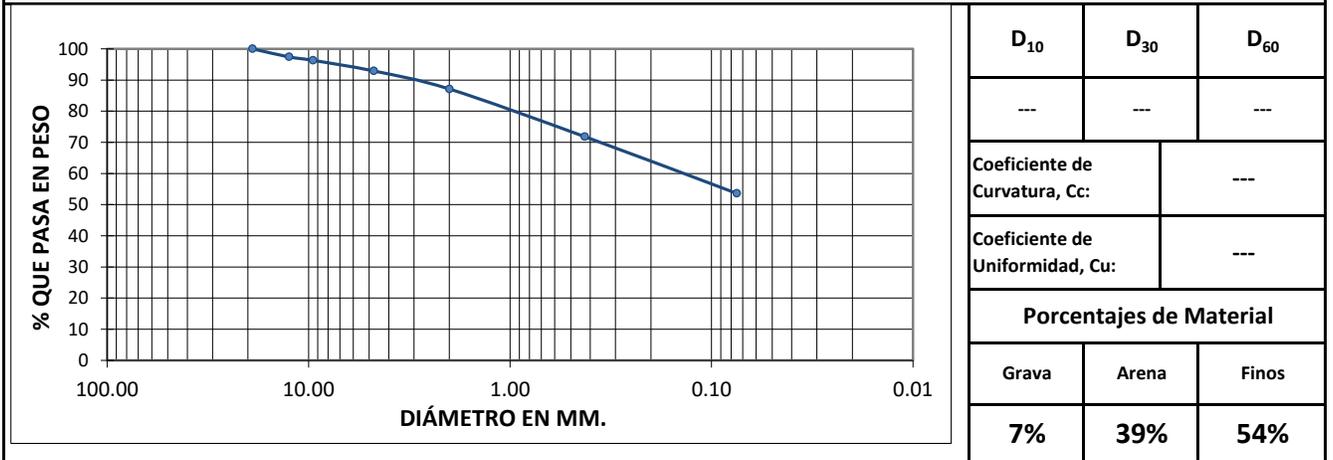
RECIPIENTE No.	Y			
PESO SUELO SECO + TARA (grs)	124.32			
PESO SUELO CALCINADO + TARA (grs)	120.59			
TARA (grs)	57.40			
PESO SUELO CALCINADO - TARA grs. (C)	63.19			
% DE CENIZA, C X 100 / B (D)	94.43			
% DE MATERIA ORGANICA (100-D)	5.6			

Observaciones: ---

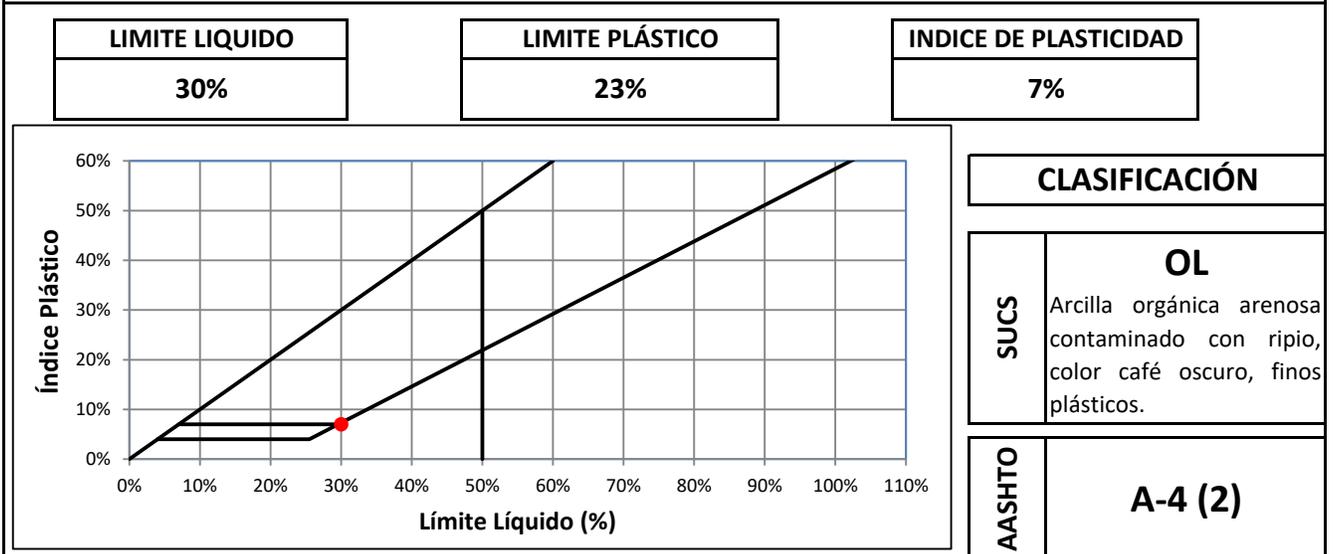
CLASIFICACIÓN DE SUELOS AASHTO M 145 (ASTM D 2487)

Proyecto: "CONSTRUCCIÓN DE PASO A DESNIVEL EN INTERSECCIÓN ENTRE LAS RUTAS CA04S - LIB04W, CARRETERA AL PUERTO DE LA LIBERTAD, SOBRE REDONDEL UTILA, MUNICIPIO DE SANTA TECLA, LA LIBERTAD."				
Solicitante: GRUPO ECON, S.A. DE C.V.				
Muestra No.: 2	Procedencia del Material: BARRENO SR - 3	Coordenadas : N 13°39'46.70"		
	Profundidad: 1.50 - 2.55 m	O 89°16'39.71"		
Fecha de Ensayo: 6-dic-21	Fecha de Muestreo: 19-nov-21	Laboratorista: C. TORRES	Revisó: N.E.C.R.	

GRANULOMETRIA



LÍMITE LÍQUIDO, LÍMITE PLÁSTICO E ÍNDICE PLÁSTICO



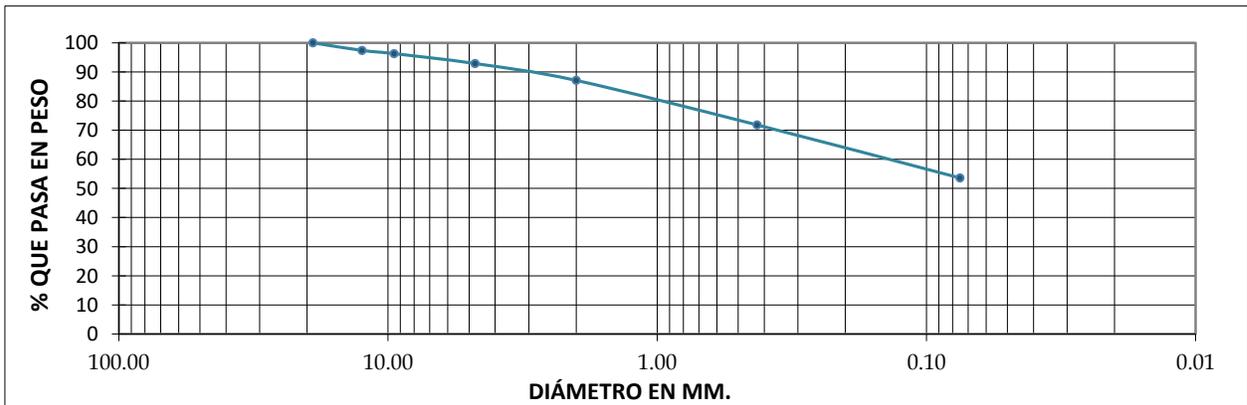
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO AASHTO T 27 (ASTM C 136)					
Proyecto: "CONSTRUCCIÓN DE PASO A DESNIVEL EN INTERSECCIÓN ENTRE LAS RUTAS CA04S - LIB04W, CARRETERA AL PUERTO DE LA LIBERTAD, SOBRE REDONDEL UTILA, MUNICIPIO DE SANTA TECLA, LA LIBERTAD."					
Solicitante: GRUPO ECON, S.A. DE C.V.					
Muestra No.: 2	Procedencia del Material: BARRENO SR- 3 Profundidad: 1.50 - 2.55 m			Coordenadas : N 13°39'46.70" O 89°16'39.71"	
Fecha de Ensayo: 23-nov-21	Fecha de Muestreo: 19-nov-21		Laboratorista: C. TORRES	Revisó: N.E.C.R.	

Peso Bruto (grs): 1,325.1 Tara (grs): 153.0 Peso Neto (grs): 1,172.1
MATERIAL GRUESO **PSC (grs): 1,172.1**

Malla	Peso Retenido Parcial (grs)	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% Que Pasa la Malla	Observaciones
2½"					Contenido de Humedad PH + Tara (grs): ---- PS + Tara (grs): ---- Humedad (grs): ---- PS Neto (grs): ---- Peso Tara (grs): ---- Humedad (%): ----
2"					
1½"					
1"					
¾"	0.0	0.0	0.0	100.0	
½"	31.0	2.6	2.6	97.4	
⅜"	12.6	1.1	3.7	96.3	
No. 4	39.3	3.4	7.1	92.9	
Pasa No. 4					
SUMAS					

MATERIAL TAMIZADO POR MALLA No. 4 Peso Neto (grs): --- **PSC (grs): ---**

Malla	Peso Retenido Parcial (grs)	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% Que Pasa la Malla	Observaciones
No. 10	68.0	5.8	12.9	87.1	GRAVA 7%
No. 40	179.4	15.3	28.2	71.8	ARENA 39%
No. 200	213.7	18.2	46.4	53.6	FINOS 54%
Pasa No. 200	628.1	53.6	100.0		
SUMAS	1172.1	100.0			

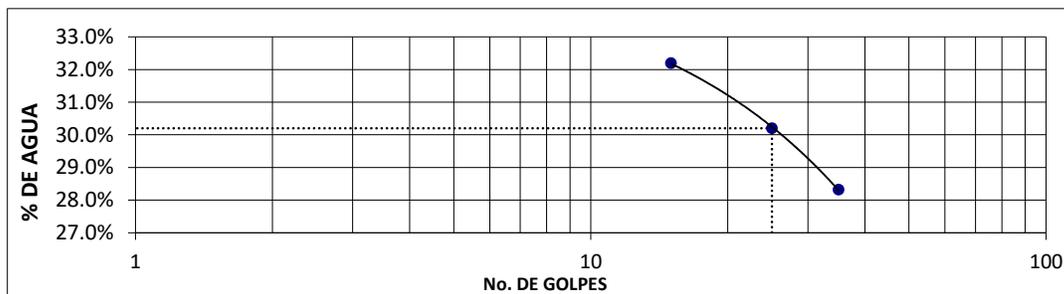


INFORME DE RESULTADOS DE LIMITES DE ATTERBERG ASTM D 4318-17					
Proyecto:* "CONSTRUCCIÓN DE PASO A DESNIVEL EN INTERSECCIÓN ENTRE LAS RUTAS CA04S - LIB04W, CARRETERA AL PUERTO DE LA LIBERTAD, SOBRE REDONDEL UTILA, MUNICIPIO DE SANTA TECLA, LA LIBERTAD."					
Solicitante:* GRUPO ECON, S.A. DE C.V.					
Ubicación:* DEPARTAMENTO DE LA LIBERTAD					
Procedencia del Material:* BARRENO SR- 3			profundidad:* 1.50 - 2.55 m		
Fecha de Ensayo: 23-nov-21		Laboratorista: D. FUENTES		Revisó: N.E.C.R.	
Grano máximo Aproximado: 12.50 mm		Porcentaje Retenido en la malla No 40 (Aprox.): 28.2%		Contenido de agua de muestra como es recibida (%): ----	
Método de Preparación de la muestra:		Método utilizado para remover las partículas mayores a la malla No.40:			
<input type="checkbox"/> Húmedo		<input type="checkbox"/> Con la mano			
<input type="checkbox"/> Secado al horno		<input checked="" type="checkbox"/> Tamizado (seco)			
<input checked="" type="checkbox"/> Secado al aire		<input type="checkbox"/> Lavado			
Realización <input checked="" type="checkbox"/> Manual		Dispositivo para Lim. Liq.: <input type="checkbox"/> Manual		Herramienta de Ranurado: <input checked="" type="checkbox"/> Metálica	
Lim. Plas.: <input type="checkbox"/> Dispositivo de rolado		<input checked="" type="checkbox"/> Mecánico		<input type="checkbox"/> Plástica	

Prueba No.	LIMITE LIQUIDO			LIMITE PLÁSTICO	
	1	2	3	1	2
No. de Golpes	35	25	15		
Cápsula No.	3	70	64	43	53
Peso Húmedo + Tara, g	24.69	25.00	24.91	20.69	20.86
Peso Seco + Tara, g	22.39	22.49	22.16	19.43	19.67
Peso Agua, g	2.30	2.51	2.75	1.26	1.19
Peso Tara, g	14.27	14.18	13.62	13.93	14.50
Peso Seco, g	8.12	8.31	8.54	5.50	5.17
Contenido de Agua %	28.3%	30.2%	32.2%	22.9%	23.0%

(*) Información proporcionada por el solicitante

Los resultados corresponden al material proporcionado por el solicitante



LIMITE LIQUIDO	30%
LIMITE PLÁSTICO	23%
ÍNDICE DE PLASTICIDAD	7%

CONTENIDO DE MATERIA ORGÁNICA DE LOS SUELOS ASTM D 2974				
Proyecto: "CONSTRUCCIÓN DE PASO A DESNIVEL EN INTERSECCIÓN ENTRE LAS RUTAS CA04S - LIB04W, CARRETERA AL PUERTO DE LA LIBERTAD, SOBRE REDONDEL UTILA, MUNICIPIO DE SANTA TECLA, LA LIBERTAD."				
Solicitante: GRUPO ECON, S.A. DE C.V.				
Muestra No.: 2	Procedencia del Material: BARRENO SR- 3. Profundidad: 1.50 - 2.55 m	Coordenadas : N 13°39'46.70" O 89°16'39.71"		
Fecha de Ensayo: 25-nov-21	Fecha de Muestreo: 19-nov-21	Laboratorista: C. TORRES	Revisó: N.E.C.R.	

CONTENIDO DE HUMEDAD (Método A)

PROFUNDIDAD (m)	1.50 - 2.55 m			
RECIPIENTE No.	10			
PESO SUELO HUMEDO + TARA (grs.)	128.29			
PESO SUELO SECO + TARA (grs)	101.50			
TARA	15.50			
PESO SUELO HUMEDO - TARA (A) (grs.)	112.79			
PESO SUELO SECO - TARA (B) (grs)	86.00			
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	31.2			

CONTENIDO DE HUMEDAD (Método C)

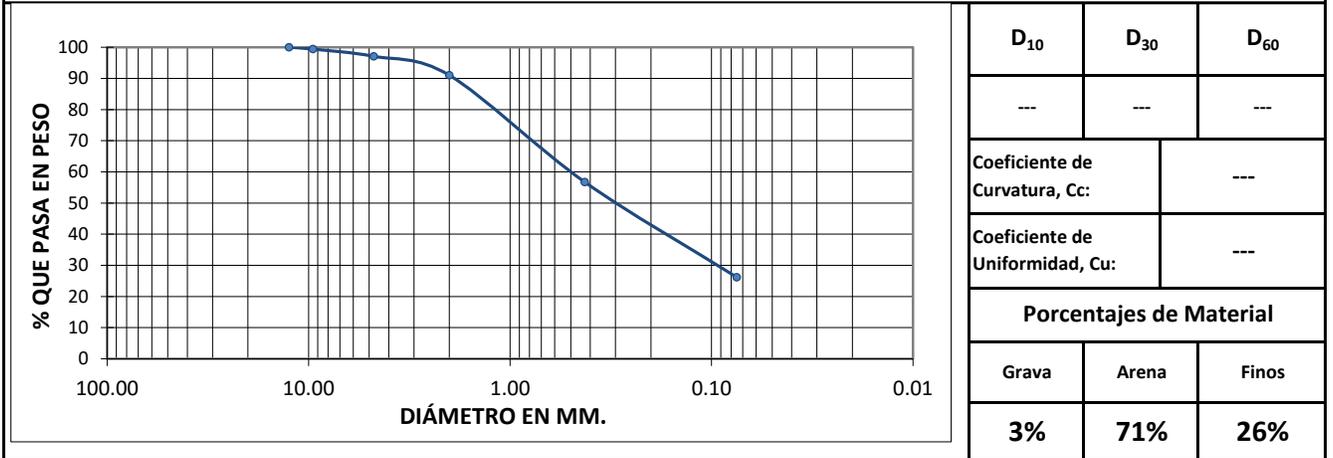
RECIPIENTE No.	A			
PESO SUELO SECO + TARA (grs)	140.80			
PESO SUELO CALCINADO + TARA (grs)	137.69			
TARA (grs)	68.17			
PESO SUELO CALCINADO - TARA grs. (C)	69.52			
% DE CENIZA, C X 100 / B (D)	95.72			
% DE MATERIA ORGANICA (100-D)	4.3			

Observaciones: ---

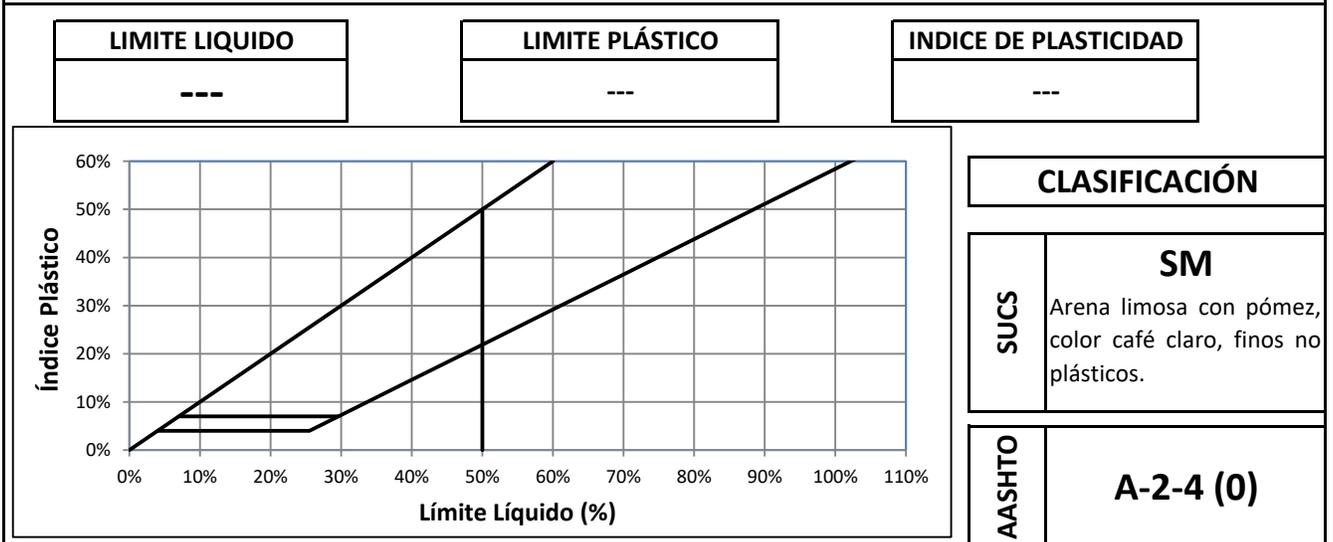
CLASIFICACIÓN DE SUELOS AASHTO M 145 (ASTM D 2487)

Proyecto: "CONSTRUCCIÓN DE PASO A DESNIVEL EN INTERSECCIÓN ENTRE LAS RUTAS CA04S - LIB04W, CARRETERA AL PUERTO DE LA LIBERTAD, SOBRE REDONDEL UTILA, MUNICIPIO DE SANTA TECLA, LA LIBERTAD."				
Solicitante: GRUPO ECON, S.A. DE C.V.				
Muestra No.: 3	Procedencia del Material: BARRENO SR - 3 Profundidad: 4.50 - 5.25 m		Coordenadas : N 13°39'46.70" O 89°16'39.71"	
Fecha de Ensayo: 6-dic-21	Fecha de Muestreo: 19-nov-21	Laboradorista: C. TORRES	Revisó: N.E.C.R.	

GRANULOMETRIA



LÍMITE LÍQUIDO, LÍMITE PLÁSTICO E ÍNDICE PLÁSTICO



ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO AASHTO T 27 (ASTM C 136)					
Proyecto: "CONSTRUCCIÓN DE PASO A DESNIVEL EN INTERSECCIÓN ENTRE LAS RUTAS CA04S - LIB04W, CARRETERA AL PUERTO DE LA LIBERTAD, SOBRE REDONDEL UTILA, MUNICIPIO DE SANTA TECLA, LA LIBERTAD."					
Solicitante: GRUPO ECON, S.A. DE C.V.					
Muestra No.: 3	Procedencia del Material: BARRENO SR- 3 Profundidad: 4.50 - 5.25 m			Coordenadas : N 13°39'46.70" O 89°16'39.71"	
Fecha de Ensayo: 23-nov-21	Fecha de Muestreo: 19-nov-21	Laboratorista: C. TORRES	Revisó: N.E.C.R.		

Peso Bruto (grs): 1,361.0 Tara (grs): 149.8 Peso Neto (grs): 1,211.2
MATERIAL GRUESO PSC (grs): 1,211.2

Malla	Peso Retenido Parcial (grs)	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% Que Pasa la Malla	Observaciones
2½"					Contenido de Humedad PH + Tara (grs): ---- PS + Tara (grs): ---- Humedad (grs): ---- PS Neto (grs): ---- Peso Tara (grs): ---- Humedad (%): ----
2"					
1½"					
1"					
¾"					
½"	0.0	0.0	0.0	100.0	
3/8"	7.8	0.6	0.6	99.4	
No. 4	27.8	2.3	2.9	97.1	
Pasa No. 4					
SUMAS					

MATERIAL TAMIZADO POR MALLA No. 4 Peso Neto (grs): --- PSC (grs): ---

Malla	Peso Retenido Parcial (grs)	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% Que Pasa la Malla	Observaciones
No. 10	73.7	6.1	9.0	91.0	GRAVA 3% ARENA 71% FINOS 26%
No. 40	415.3	34.3	43.3	56.7	
No. 200	368.9	30.5	73.8	26.2	
Pasa No. 200	317.7	26.2	100.0		
SUMAS	1211.2	100.0			

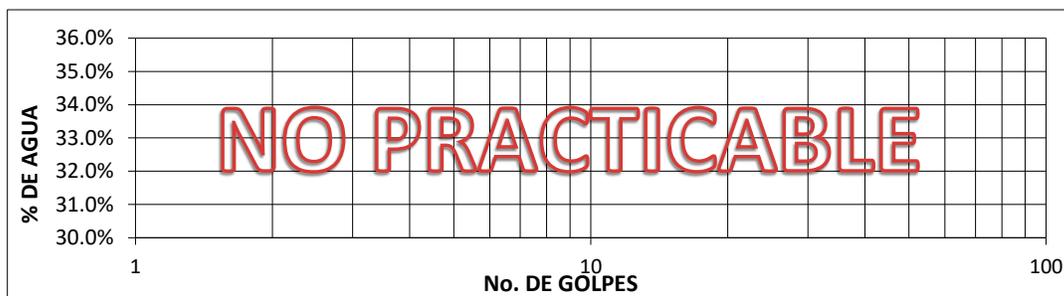


INFORME DE RESULTADOS DE LIMITES DE ATTERBERG ASTM D 4318-17			
Proyecto:* "CONSTRUCCIÓN DE PASO A DESNIVEL EN INTERSECCIÓN ENTRE LAS RUTAS CA04S - LIB04W, CARRETERA AL PUERTO DE LA LIBERTAD, SOBRE REDONDEL UTILA, MUNICIPIO DE SANTA TECLA, LA LIBERTAD."			
Solicitante:* GRUPO ECON, S.A. DE C.V.			
Ubicación:* DEPARTAMENTO DE LA LIBERTAD			
Procedencia del Material:* BARRENO SR- 3		profundidad:* 4.50 - 5.25 m	
Fecha de Ensayo: 23-nov-21	Laboratorista: C. TORRES	Revisó: N.E.C.R.	
Grano máximo Aproximado: 12.50 mm	Porcentaje Retenido en la malla No 40 (Aprox.): 43.3%	Contenido de agua de muestra como es recibida (%): ----	
Método de Preparación de la muestra:	<input type="checkbox"/> Húmedo <input type="checkbox"/> Secado al horno <input checked="" type="checkbox"/> Secado al aire	Método utilizado para remover las partículas mayores a la malla No.40:	<input type="checkbox"/> Con la mano <input checked="" type="checkbox"/> Tamizado (seco) <input type="checkbox"/> Lavado
Realización <input type="checkbox"/> Manual Lim. Plas.: <input type="checkbox"/> Dispositivo de rolado	Dispositivo para Lim. Liq.: <input checked="" type="checkbox"/> Manual <input type="checkbox"/> Mecánico	Herramienta de Ranurado: <input checked="" type="checkbox"/> Metálica <input type="checkbox"/> Plástica	

	LIMITE LIQUIDO		LIMITE PLÁSTICO	
Prueba No.				
No. de Golpes				
Cápsula No.				
Peso Húmedo + Tara, g				
Peso Seco + Tara, g	NO PRACTICABLE		NO PRACTICABLE	
Peso Agua, g				
Peso Tara, g				
Peso Seco, g				
Contenido de Agua %				

(*) Información proporcionada por el solicitante

Los resultados corresponden al material proporcionado por el solicitante.

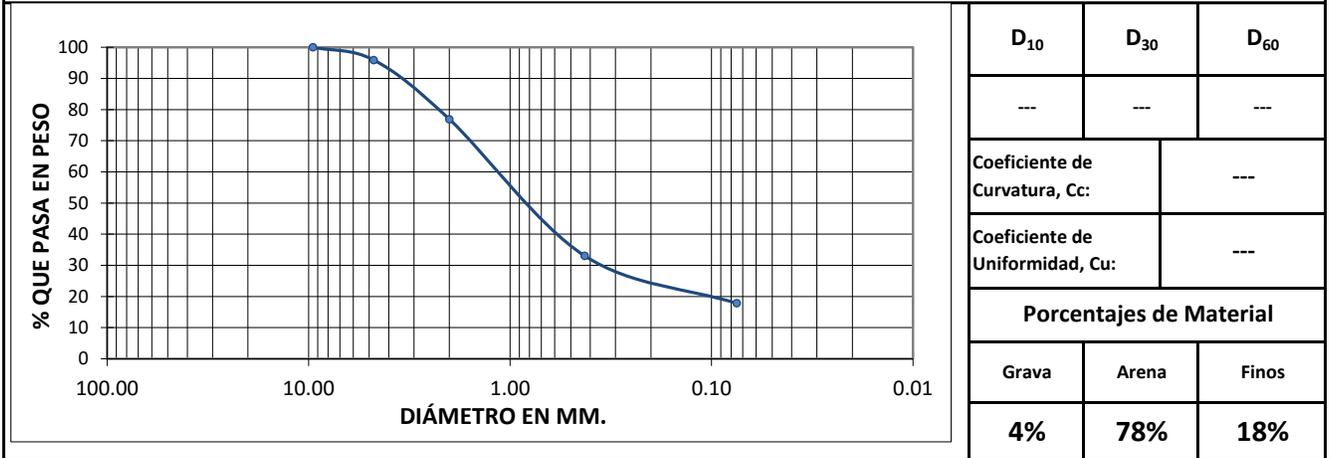


LIMITE LIQUIDO	----
LIMITE PLÁSTICO	----
ÍNDICE DE PLASTICIDAD	----

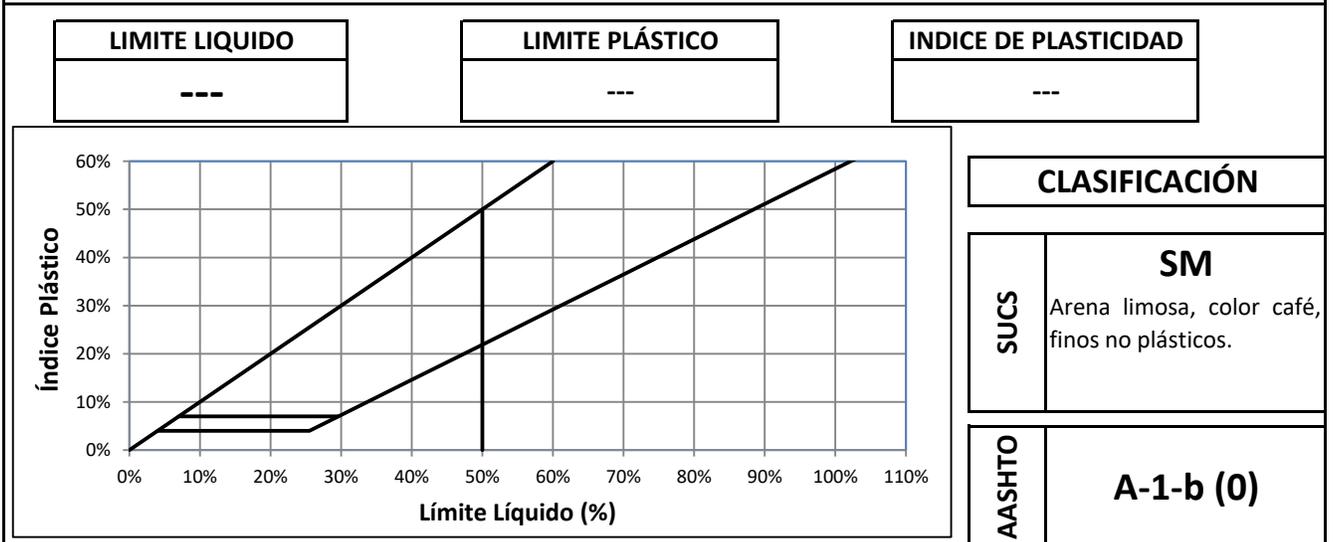
CLASIFICACIÓN DE SUELOS AASHTO M 145 (ASTM D 2487)

Proyecto: "CONSTRUCCIÓN DE PASO A DESNIVEL EN INTERSECCIÓN ENTRE LAS RUTAS CA04S - LIB04W, CARRETERA AL PUERTO DE LA LIBERTAD, SOBRE REDONDEL UTILA, MUNICIPIO DE SANTA TECLA, LA LIBERTAD."				
Solicitante: GRUPO ECON, S.A. DE C.V.				
Muestra No.: 4	Procedencia del Material: BARRENO SR - 3	Coordenadas :	N 13°39'46.70"	
	Profundidad: 6.20 - 6.90 m		O 89°16'39.71"	
Fecha de Ensayo: 6-dic-21	Fecha de Muestreo: 19-nov-21	Laboratorista: C. TORRES	Revisó: N.E.C.R.	

GRANULOMETRIA



LÍMITE LÍQUIDO, LÍMITE PLÁSTICO E ÍNDICE PLÁSTICO



ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO AASHTO T 27 (ASTM C 136)					
Proyecto: "CONSTRUCCIÓN DE PASO A DESNIVEL EN INTERSECCIÓN ENTRE LAS RUTAS CA04S - LIB04W, CARRETERA AL PUERTO DE LA LIBERTAD, SOBRE REDONDEL UTILA, MUNICIPIO DE SANTA TECLA, LA LIBERTAD."					
Solicitante: GRUPO ECON, S.A. DE C.V.					
Muestra No.: 4	Procedencia del Material: BARRENO SR- 3 Profundidad: 6.20 - 6.90 m			Coordenadas : N 13°39'46.70" O 89°16'39.71"	
Fecha de Ensayo: 23-nov-21	Fecha de Muestreo: 19-nov-21		Laboratorista: C. TORRES	Revisó: N.E.C.R.	

Peso Bruto (grs): 1,361.8 Tara (grs): 146.1 Peso Neto (grs): 1,215.7
MATERIAL GRUESO **PSC (grs): 1,215.7**

Malla	Peso Retenido Parcial (grs)	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% Que Pasa la Malla	Observaciones
2½"					Contenido de Humedad PH + Tara (grs): ---- PS + Tara (grs): ---- Humedad (grs): ---- PS Neto (grs): ---- Peso Tara (grs): ---- Humedad (%): ----
2"					
1½"					
1"					
¾"					
½"					
3/8"	0.0	0.0	0.0	100.0	
No. 4	49.6	4.1	4.1	95.9	
Pasa No. 4					
SUMAS					

MATERIAL TAMIZADO POR MALLA No. 4 Peso Neto (grs): --- **PSC (grs): ---**

Malla	Peso Retenido Parcial (grs)	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% Que Pasa la Malla	Observaciones
No. 10	231.4	19.0	23.1	76.9	GRAVA 4%
No. 40	533.1	43.9	67.0	33.0	ARENA 78%
No. 200	185.3	15.2	82.2	17.8	FINOS 18%
Pasa No. 200	216.3	17.8	100.0		
SUMAS	1215.7	100.0			

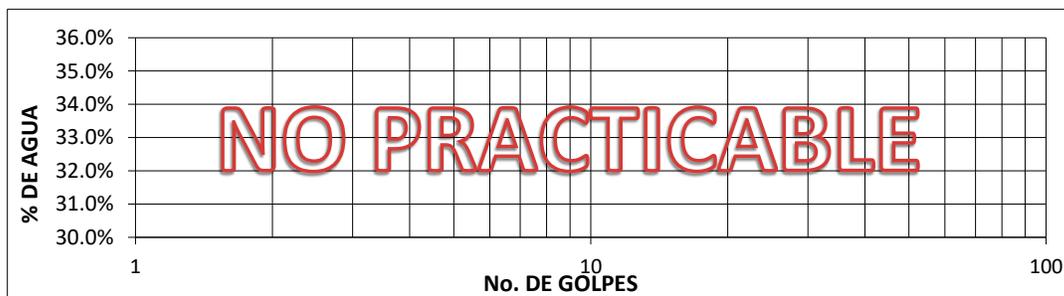


INFORME DE RESULTADOS DE LIMITES DE ATTERBERG ASTM D 4318-17			
Proyecto:* "CONSTRUCCIÓN DE PASO A DESNIVEL EN INTERSECCIÓN ENTRE LAS RUTAS CA04S - LIB04W, CARRETERA AL PUERTO DE LA LIBERTAD, SOBRE REDONDEL UTILA, MUNICIPIO DE SANTA TECLA, LA LIBERTAD."			
Solicitante:* GRUPO ECON, S.A. DE C.V.			
Ubicación:* DEPARTAMENTO DE LA LIBERTAD			
Procedencia del Material:* BARRENO SR- 3		profundidad:* 6.20 - 6.90 m	
Fecha de Ensayo: 23-nov-21	Laboratorista: C. TORRES	Revisó: N.E.C.R.	
Grano máximo Aproximado: 9.50 mm	Porcentaje Retenido en la malla No 40 (Aprox.): 67.0%	Contenido de agua de muestra como es recibida (%): ----	
Método de Preparación de la muestra:	<input type="checkbox"/> Húmedo <input type="checkbox"/> Secado al horno <input checked="" type="checkbox"/> Secado al aire	Método utilizado para remover las partículas mayores a la malla No.40:	<input type="checkbox"/> Con la mano <input checked="" type="checkbox"/> Tamizado (seco) <input type="checkbox"/> Lavado
Realización <input type="checkbox"/> Manual	Dispositivo para Lim. Liq.: <input checked="" type="checkbox"/> Manual	Herramienta de Ranurado: <input checked="" type="checkbox"/> Metálica	<input type="checkbox"/> Plástica
Lim. Plas.: <input type="checkbox"/> Dispositivo de rolado	<input type="checkbox"/> Mecánico		

	LIMITE LIQUIDO		LIMITE PLÁSTICO	
Prueba No.				
No. de Golpes				
Cápsula No.				
Peso Húmedo + Tara, g				
Peso Seco + Tara, g	NO PRACTICABLE		NO PRACTICABLE	
Peso Agua, g				
Peso Tara, g				
Peso Seco, g				
Contenido de Agua %				

(*) Información proporcionada por el solicitante

Los resultados corresponden al material proporcionado por el solicitante.

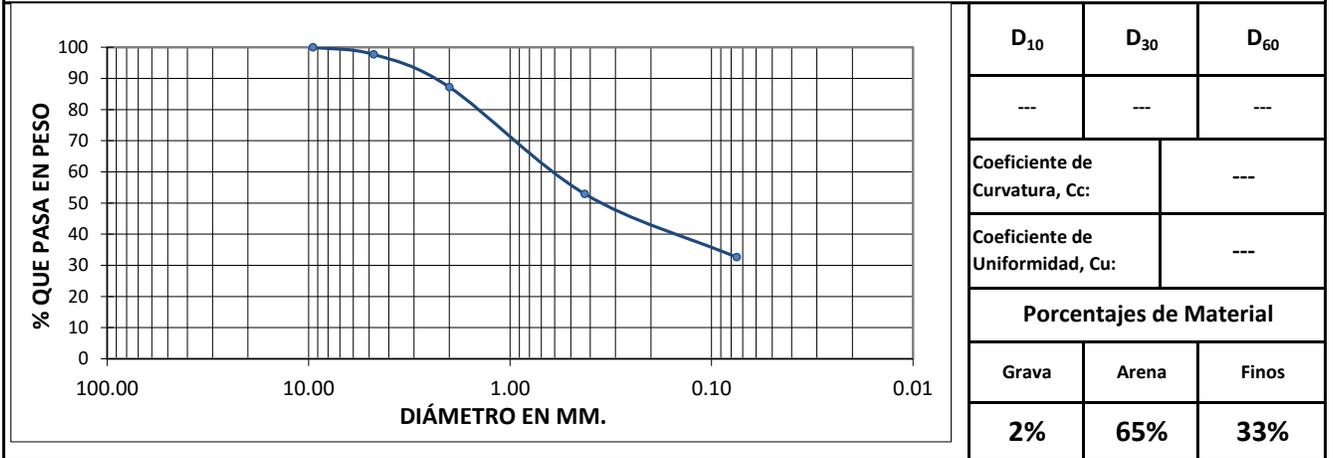


LIMITE LIQUIDO	----
LIMITE PLÁSTICO	----
ÍNDICE DE PLASTICIDAD	----

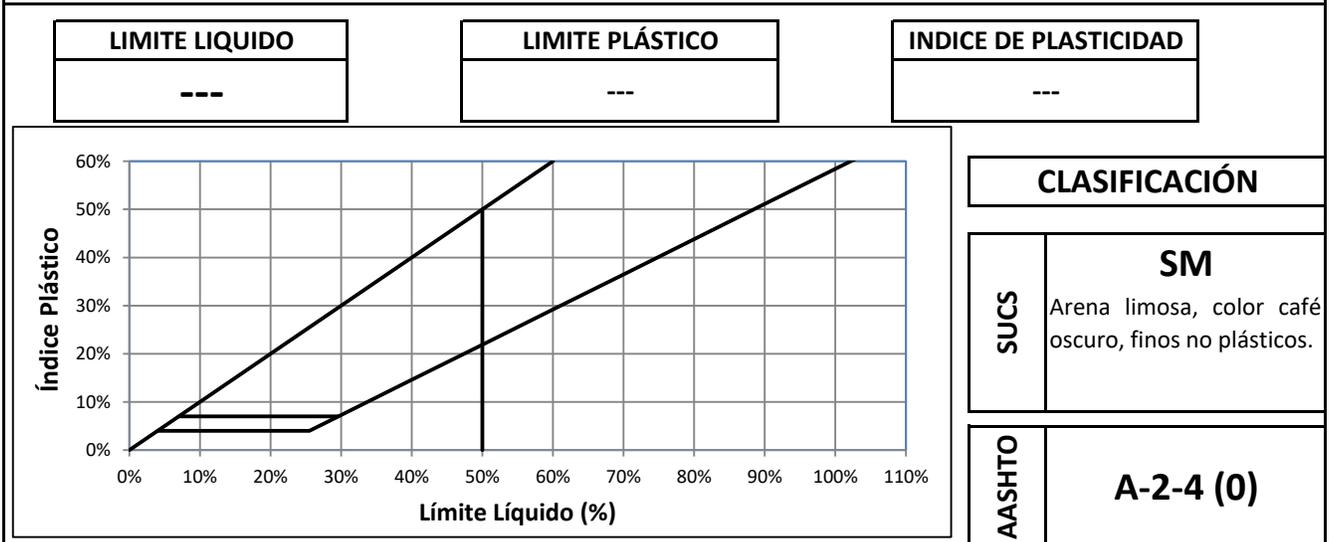
CLASIFICACIÓN DE SUELOS AASHTO M 145 (ASTM D 2487)

Proyecto: "CONSTRUCCIÓN DE PASO A DESNIVEL EN INTERSECCIÓN ENTRE LAS RUTAS CA04S - LIB04W, CARRETERA AL PUERTO DE LA LIBERTAD, SOBRE REDONDEL UTILA, MUNICIPIO DE SANTA TECLA, LA LIBERTAD."				
Solicitante: GRUPO ECON, S.A. DE C.V.				
Muestra No.: 5	Procedencia del Material: BARRENO SR - 3 Profundidad: 9.00 - 9.60 m	Coordenadas : N 13°39'46.70" O 89°16'39.71"		
Fecha de Ensayo: 6-dic-21	Fecha de Muestreo: 20-nov-21	Laboratorista: C. TORRES	Revisó: N.E.C.R.	

GRANULOMETRIA



LÍMITE LÍQUIDO, LÍMITE PLÁSTICO E ÍNDICE PLÁSTICO



ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO AASHTO T 27 (ASTM C 136)					
Proyecto: "CONSTRUCCIÓN DE PASO A DESNIVEL EN INTERSECCIÓN ENTRE LAS RUTAS CA04S - LIB04W, CARRETERA AL PUERTO DE LA LIBERTAD, SOBRE REDONDEL UTILA, MUNICIPIO DE SANTA TECLA, LA LIBERTAD."					
Solicitante: GRUPO ECON, S.A. DE C.V.					
Muestra No.: 5	Procedencia del Material: BARRENO SR- 3 Profundidad: 9.00 - 9.60 m			Coordenadas : N 13°39'46.70" O 89°16'39.71"	
Fecha de Ensayo: 23-nov-21	Fecha de Muestreo: 20-nov-21		Laboratorista: C. TORRES	Revisó: N.E.C.R.	

Peso Bruto (grs): 1,315.9 Tara (grs): 148.6 Peso Neto (grs): 1,167.3
MATERIAL GRUESO PSC (grs): 1,167.3

Malla	Peso Retenido Parcial (grs)	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% Que Pasa la Malla	Observaciones
2½"					Contenido de Humedad PH + Tara (grs): ---- PS + Tara (grs): ---- Humedad (grs): ---- PS Neto (grs): ---- Peso Tara (grs): ---- Humedad (%): ----
2"					
1½"					
1"					
¾"					
½"					
3/8"	0.0	0.0	0.0	100.0	
No. 4	27.4	2.3	2.3	97.7	
Pasa No. 4					
SUMAS					

MATERIAL TAMIZADO POR MALLA No. 4 Peso Neto (grs): --- PSC (grs): ---

Malla	Peso Retenido Parcial (grs)	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% Que Pasa la Malla	Observaciones
No. 10	122.7	10.5	12.8	87.2	GRAVA 2%
No. 40	400.0	34.3	47.1	52.9	ARENA 65%
No. 200	236.8	20.3	67.4	32.6	FINOS 33%
Pasa No. 200	380.4	32.6	100.0		
SUMAS	1167.3	100.0			

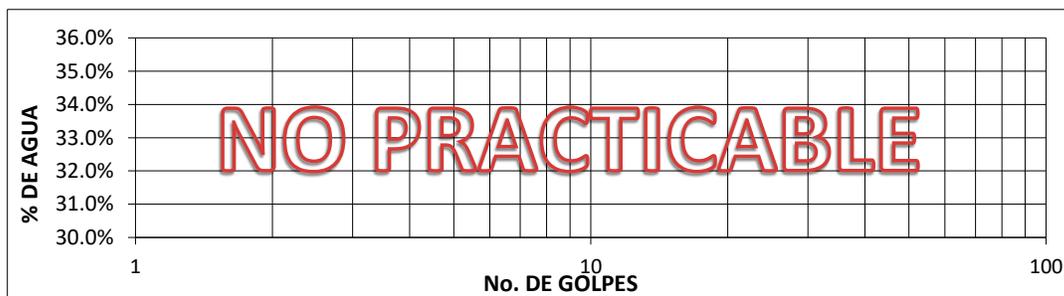


INFORME DE RESULTADOS DE LIMITES DE ATTERBERG ASTM D 4318-17			
Proyecto:* "CONSTRUCCIÓN DE PASO A DESNIVEL EN INTERSECCIÓN ENTRE LAS RUTAS CA04S - LIB04W, CARRETERA AL PUERTO DE LA LIBERTAD, SOBRE REDONDEL UTILA, MUNICIPIO DE SANTA TECLA, LA LIBERTAD."			
Solicitante:* GRUPO ECON, S.A. DE C.V.			
Ubicación:* DEPARTAMENTO DE LA LIBERTAD			
Procedencia del Material:* BARRENO SR- 3		profundidad:* 9.00 - 9.60 m	
Fecha de Ensayo: 23-nov-21	Laboratorista: C. TORRES	Revisó: N.E.C.R.	
Grano máximo Aproximado: 9.50 mm	Porcentaje Retenido en la malla No 40 (Aprox.): 47.1%	Contenido de agua de muestra como es recibida (%): ----	
Método de Preparación de la muestra:	<input type="checkbox"/> Húmedo <input type="checkbox"/> Secado al horno <input checked="" type="checkbox"/> Secado al aire	Método utilizado para remover las partículas mayores a la malla No.40:	<input type="checkbox"/> Con la mano <input checked="" type="checkbox"/> Tamizado (seco) <input type="checkbox"/> Lavado
Realización <input type="checkbox"/> Manual	Dispositivo para Lim. Liq.: <input checked="" type="checkbox"/> Manual	Herramienta de Ranurado: <input checked="" type="checkbox"/> Metálica	<input type="checkbox"/> Plástica
Lim. Plas.: <input type="checkbox"/> Dispositivo de rolado	<input type="checkbox"/> Mecánico		

	LIMITE LIQUIDO		LIMITE PLÁSTICO	
Prueba No.				
No. de Golpes				
Cápsula No.				
Peso Húmedo + Tara, g				
Peso Seco + Tara, g	NO PRACTICABLE		NO PRACTICABLE	
Peso Agua, g				
Peso Tara, g				
Peso Seco, g				
Contenido de Agua %				

(*) Información proporcionada por el solicitante

Los resultados corresponden al material proporcionado por el solicitante.

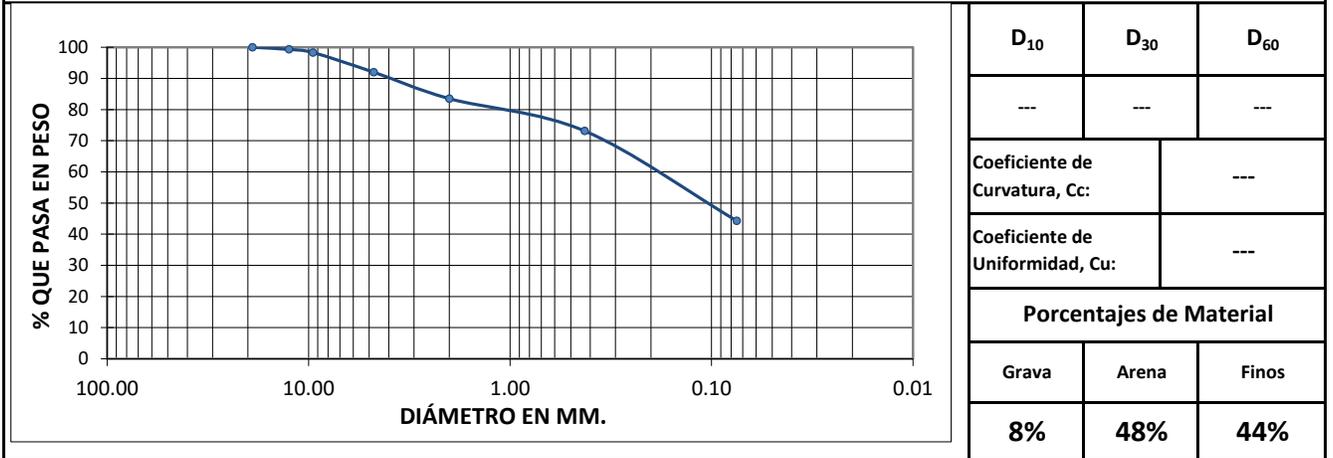


LIMITE LIQUIDO	----
LIMITE PLÁSTICO	----
ÍNDICE DE PLASTICIDAD	----

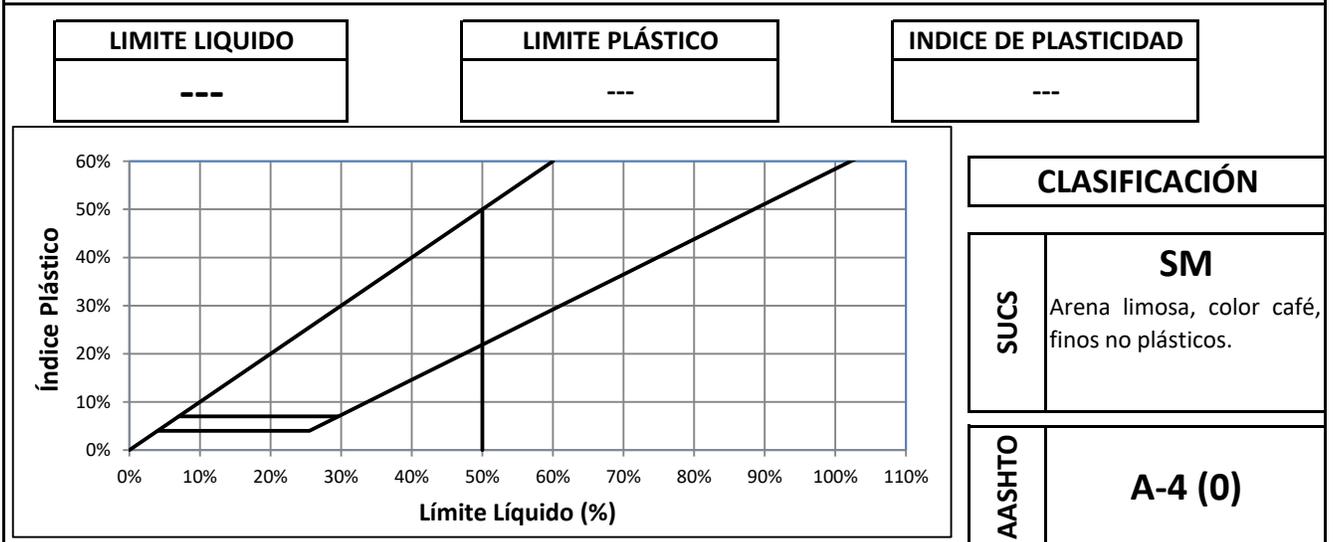
CLASIFICACIÓN DE SUELOS AASHTO M 145 (ASTM D 2487)

Proyecto: "CONSTRUCCIÓN DE PASO A DESNIVEL EN INTERSECCIÓN ENTRE LAS RUTAS CA04S - LIB04W, CARRETERA AL PUERTO DE LA LIBERTAD, SOBRE REDONDEL UTILA, MUNICIPIO DE SANTA TECLA, LA LIBERTAD."				
Solicitante: GRUPO ECON, S.A. DE C.V.				
Muestra No.: 6	Procedencia del Material: BARRENO SR - 3 Profundidad: 10.50 - 10.80 m	Coordenadas : N 13°39'46.70" O 89°16'39.71"		
Fecha de Ensayo: 6-dic-21	Fecha de Muestreo: 20-nov-21	Laborarista: C. TORRES	Revisó: N.E.C.R.	

GRANULOMETRIA



LÍMITE LÍQUIDO, LÍMITE PLÁSTICO E ÍNDICE PLÁSTICO



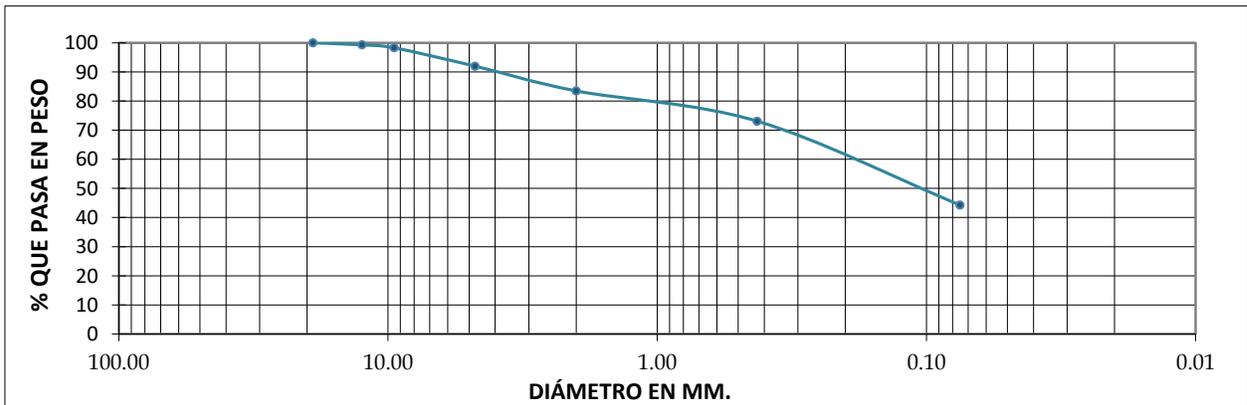
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO AASHTO T 27 (ASTM C 136)					
Proyecto: "CONSTRUCCIÓN DE PASO A DESNIVEL EN INTERSECCIÓN ENTRE LAS RUTAS CA04S - LIB04W, CARRETERA AL PUERTO DE LA LIBERTAD, SOBRE REDONDEL UTILA, MUNICIPIO DE SANTA TECLA, LA LIBERTAD."					
Solicitante: GRUPO ECON, S.A. DE C.V.					
Muestra No.: 6	Procedencia del Material: BARRENO SR- 3 Profundidad: 10.50 - 10.80 m			Coordenadas : N 13°39'46.70" O 89°16'39.71"	
Fecha de Ensayo: 24-nov-21	Fecha de Muestreo: 20-nov-21		Laboratorista: C. TORRES	Revisó: N.E.C.R.	

Peso Bruto (grs): 1,074.3 Tara (grs): 182.1 Peso Neto (grs): 892.2
MATERIAL GRUESO **PSC (grs): 892.2**

Malla	Peso Retenido Parcial (grs)	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% Que Pasa la Malla	Observaciones
2½"					Contenido de Humedad PH + Tara (grs): ---- PS + Tara (grs): ---- Humedad (grs): ---- PS Neto (grs): ---- Peso Tara (grs): ---- Humedad (%): ----
2"					
1½"					
1"					
¾"	0.0	0.0	0.0	100.0	
½"	6.6	0.7	0.7	99.3	
⅜"	9.0	1.0	1.7	98.3	
No. 4	56.4	6.3	8.0	92.0	
Pasa No. 4					
SUMAS					

MATERIAL TAMIZADO POR MALLA No. 4 Peso Neto (grs): --- **PSC (grs): ---**

Malla	Peso Retenido Parcial (grs)	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% Que Pasa la Malla	Observaciones
No. 10	76.2	8.5	16.5	83.5	GRAVA 8%
No. 40	92.4	10.4	26.9	73.1	ARENA 48%
No. 200	256.6	28.8	55.7	44.3	FINOS 44%
Pasa No. 200	395.0	44.3	100.0		
SUMAS	892.2	100.0			

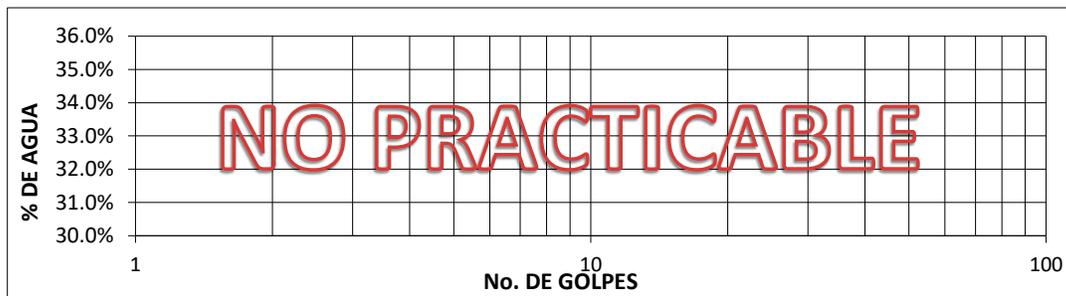


INFORME DE RESULTADOS DE LIMITES DE ATTERBERG ASTM D 4318-17			
Proyecto:* "CONSTRUCCIÓN DE PASO A DESNIVEL EN INTERSECCIÓN ENTRE LAS RUTAS CA04S - LIB04W, CARRETERA AL PUERTO DE LA LIBERTAD, SOBRE REDONDEL UTILA, MUNICIPIO DE SANTA TECLA, LA LIBERTAD."			
Solicitante:* GRUPO ECON, S.A. DE C.V.			
Ubicación:* DEPARTAMENTO DE LA LIBERTAD			
Procedencia del Material:* BARRENO SR- 3		profundidad:* 10.50 - 10.80 m	
Fecha de Ensayo: 24-nov-21	Laboratorista: DENIS FUENTES	Revisó: N.E.C.R.	
Grano máximo Aproximado: 9.50 mm	Porcentaje Retenido en la malla No 40 (Aprox.): 26.9%	Contenido de agua de muestra como es recibida (%): ----	
Método de Preparación de la muestra:	<input type="checkbox"/> Húmedo <input type="checkbox"/> Secado al horno <input checked="" type="checkbox"/> Secado al aire	Método utilizado para remover las partículas mayores a la malla No.40:	<input type="checkbox"/> Con la mano <input checked="" type="checkbox"/> Tamizado (seco) <input type="checkbox"/> Lavado
Realización <input type="checkbox"/> Manual Lim. Plas.: <input type="checkbox"/> Dispositivo de rolado	Dispositivo para Lim. Liq.: <input checked="" type="checkbox"/> Manual <input type="checkbox"/> Mecánico	Herramienta de Ranurado: <input checked="" type="checkbox"/> Metálica <input type="checkbox"/> Plástica	

	LIMITE LIQUIDO		LIMITE PLÁSTICO	
Prueba No.				
No. de Golpes				
Cápsula No.				
Peso Húmedo + Tara, g				
Peso Seco + Tara, g	NO PRACTICABLE		NO PRACTICABLE	
Peso Agua, g				
Peso Tara, g				
Peso Seco, g				
Contenido de Agua %				

(*) Información proporcionada por el solicitante

Los resultados corresponden al material proporcionado por el solicitante.

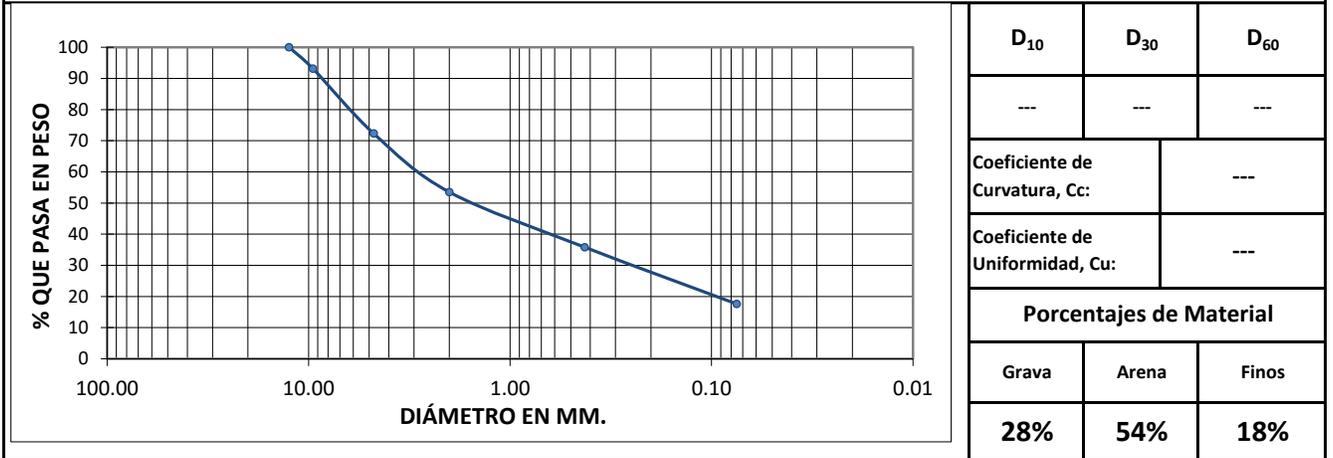


LIMITE LIQUIDO	----
LIMITE PLÁSTICO	----
ÍNDICE DE PLASTICIDAD	----

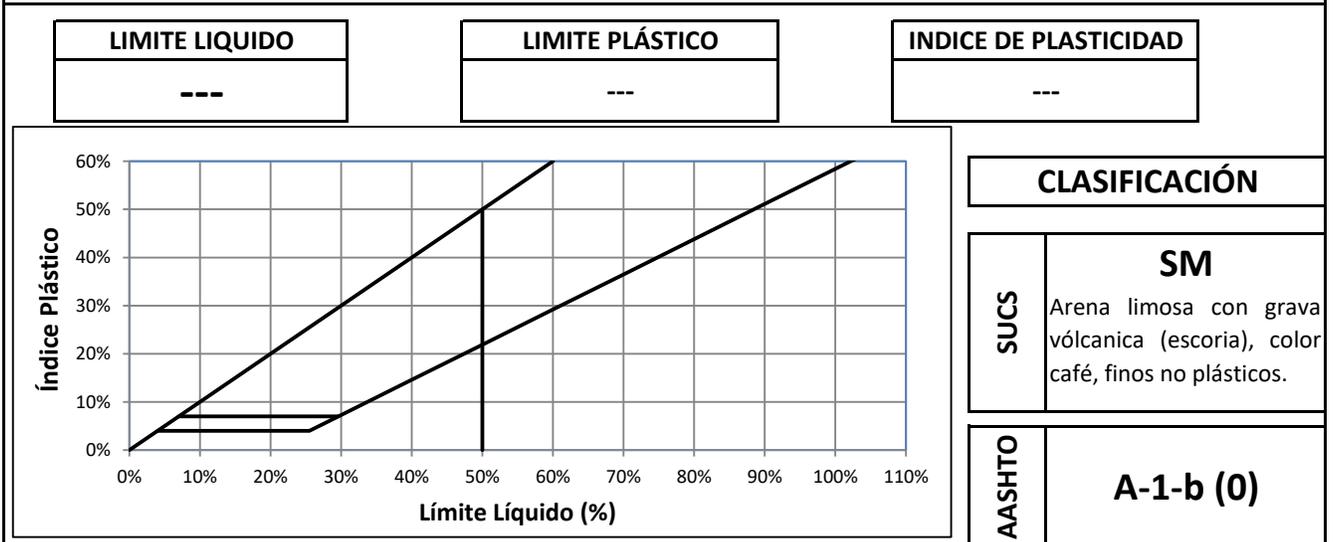
CLASIFICACIÓN DE SUELOS AASHTO M 145 (ASTM D 2487)

Proyecto: "CONSTRUCCIÓN DE PASO A DESNIVEL EN INTERSECCIÓN ENTRE LAS RUTAS CA04S - LIB04W, CARRETERA AL PUERTO DE LA LIBERTAD, SOBRE REDONDEL UTILA, MUNICIPIO DE SANTA TECLA, LA LIBERTAD."				
Solicitante: GRUPO ECON, S.A. DE C.V.				
Muestra No.: 7	Procedencia del Material: BARRENO SR - 3 Profundidad: 11.10 - 11.40 m		Coordenadas : N 13°39'46.70" O 89°16'39.71"	
Fecha de Ensayo: 6-dic-21	Fecha de Muestreo: 20-nov-21	Laboradorista: C. TORRES	Revisó: N.E.C.R.	

GRANULOMETRIA



LÍMITE LÍQUIDO, LÍMITE PLÁSTICO E ÍNDICE PLÁSTICO



ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO AASHTO T 27 (ASTM C 136)					
Proyecto: "CONSTRUCCIÓN DE PASO A DESNIVEL EN INTERSECCIÓN ENTRE LAS RUTAS CA04S - LIB04W, CARRETERA AL PUERTO DE LA LIBERTAD, SOBRE REDONDEL UTILA, MUNICIPIO DE SANTA TECLA, LA LIBERTAD."					
Solicitante: GRUPO ECON, S.A. DE C.V.					
Muestra No.: 7	Procedencia del Material: BARRENO SR- 3 Profundidad: 11.10 - 11.40 m			Coordenadas : N 13°39'46.70" O 89°16'39.71"	
Fecha de Ensayo: 24-nov-21	Fecha de Muestreo: 20-nov-21		Laboratorista: C. TORRES	Revisó: N.E.C.R.	

Peso Bruto (grs): 728.8 Tara (grs): 163.8 Peso Neto (grs): 565.0
MATERIAL GRUESO PSC (grs): 565.0

Malla	Peso Retenido Parcial (grs)	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% Que Pasa la Malla	Observaciones
2½"					Contenido de Humedad PH + Tara (grs): ---- PS + Tara (grs): ---- Humedad (grs): ---- PS Neto (grs): ---- Peso Tara (grs): ---- Humedad (%): ----
2"					
1½"					
1"					
¾"					
½"	0.0	0.0	0.0	100.0	
3/8"	38.8	6.9	6.9	93.1	
No. 4	117.3	20.8	27.7	72.3	
Pasa No. 4					
SUMAS					

MATERIAL TAMIZADO POR MALLA No. 4 Peso Neto (grs): --- PSC (grs): ---

Malla	Peso Retenido Parcial (grs)	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% Que Pasa la Malla	Observaciones
No. 10	106.1	18.8	46.5	53.5	GRAVA 28% ARENA 54% FINOS 18%
No. 40	100.1	17.7	64.2	35.8	
No. 200	102.7	18.2	82.4	17.6	
Pasa No. 200	100.0	17.6	100.0		
SUMAS	565.0	100.0			

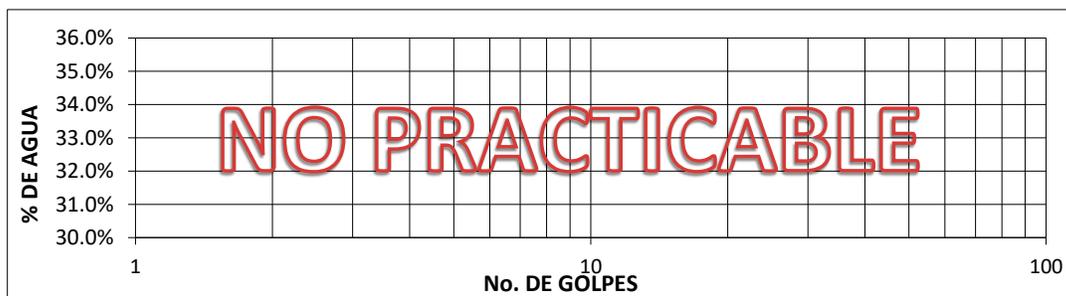


INFORME DE RESULTADOS DE LIMITES DE ATTERBERG ASTM D 4318-17			
Proyecto:* "CONSTRUCCIÓN DE PASO A DESNIVEL EN INTERSECCIÓN ENTRE LAS RUTAS CA04S - LIB04W, CARRETERA AL PUERTO DE LA LIBERTAD, SOBRE REDONDEL UTILA, MUNICIPIO DE SANTA TECLA, LA LIBERTAD."			
Solicitante:* GRUPO ECON, S.A. DE C.V.			
Ubicación:* DEPARTAMENTO DE LA LIBERTAD			
Procedencia del Material:* BARRENO SR- 3		profundidad:* 11.10 - 11.40 m	
Fecha de Ensayo: 24-nov-21	Laboratorista: C. TORRES	Revisó: N.E.C.R.	
Grano máximo Aproximado: 12.50 mm	Porcentaje Retenido en la malla No 40 (Aprox.): 64.2%	Contenido de agua de muestra como es recibida (%): ----	
Método de Preparación de la muestra:	<input type="checkbox"/> Húmedo <input type="checkbox"/> Secado al horno <input checked="" type="checkbox"/> Secado al aire	Método utilizado para remover las partículas mayores a la malla No.40:	<input type="checkbox"/> Con la mano <input checked="" type="checkbox"/> Tamizado (seco) <input type="checkbox"/> Lavado
Realización <input type="checkbox"/> Manual	Dispositivo para Lim. Liq.: <input checked="" type="checkbox"/> Manual	Herramienta de Ranurado: <input checked="" type="checkbox"/> Metálica	<input type="checkbox"/> Plástica
Lim. Plas.: <input type="checkbox"/> Dispositivo de rolado	<input type="checkbox"/> Mecánico		

	LIMITE LIQUIDO		LIMITE PLÁSTICO	
Prueba No.				
No. de Golpes				
Cápsula No.				
Peso Húmedo + Tara, g				
Peso Seco + Tara, g	NO PRACTICABLE		NO PRACTICABLE	
Peso Agua, g				
Peso Tara, g				
Peso Seco, g				
Contenido de Agua %				

(*) Información proporcionada por el solicitante

Los resultados corresponden al material proporcionado por el solicitante.

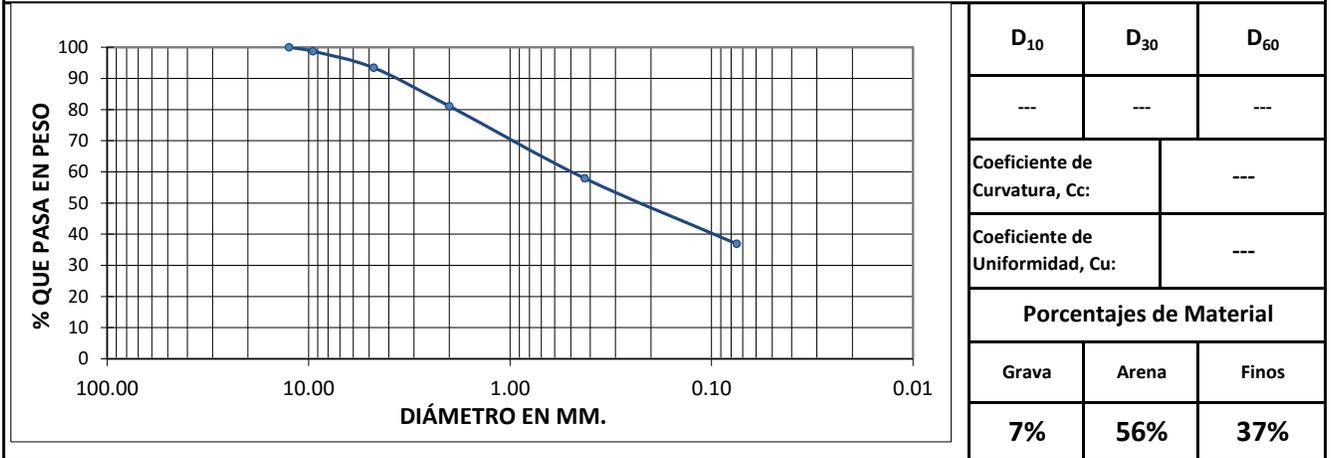


LIMITE LIQUIDO	----
LIMITE PLÁSTICO	----
ÍNDICE DE PLASTICIDAD	----

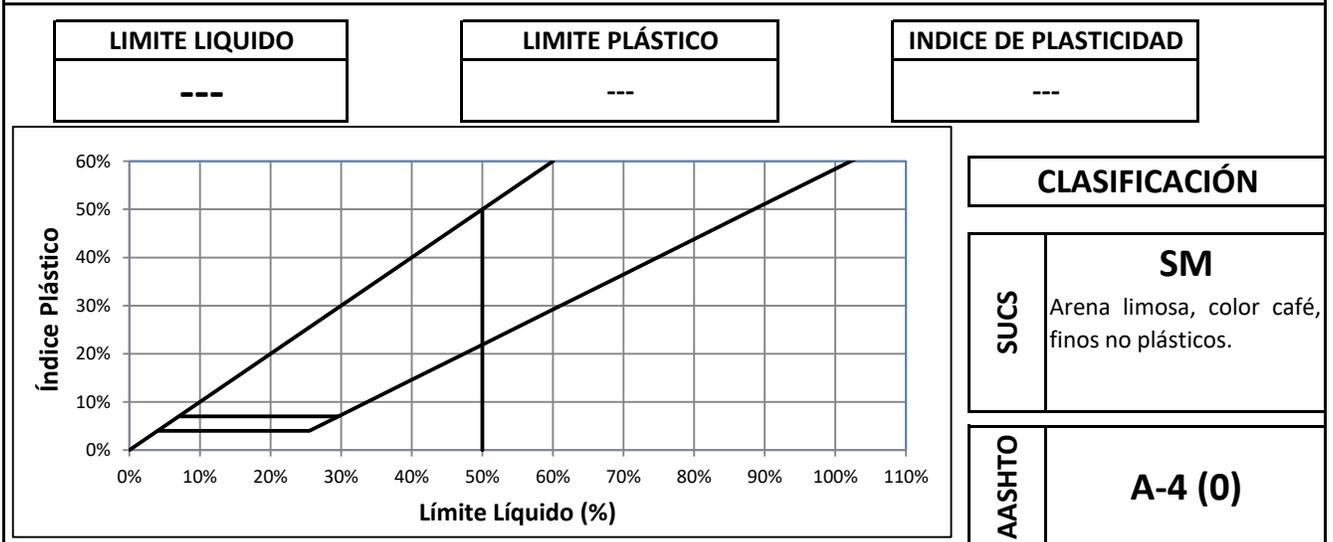
CLASIFICACIÓN DE SUELOS AASHTO M 145 (ASTM D 2487)

Proyecto: "CONSTRUCCIÓN DE PASO A DESNIVEL EN INTERSECCIÓN ENTRE LAS RUTAS CA04S - LIB04W, CARRETERA AL PUERTO DE LA LIBERTAD, SOBRE REDONDEL UTILA, MUNICIPIO DE SANTA TECLA, LA LIBERTAD."				
Solicitante: GRUPO ECON, S.A. DE C.V.				
Muestra No.: 8	Procedencia del Material: BARRENO SR - 3	Coordenadas : N 13°39'46.70"		
	Profundidad: 12.00 - 12.60 m	O 89°16'39.71"		
Fecha de Ensayo: 6-dic-21	Fecha de Muestreo: 20-nov-21	Laborarista: C. TORRES	Revisó: N.E.C.R.	

GRANULOMETRIA



LÍMITE LÍQUIDO, LÍMITE PLÁSTICO E ÍNDICE PLÁSTICO



ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO AASHTO T 27 (ASTM C 136)					
Proyecto: "CONSTRUCCIÓN DE PASO A DESNIVEL EN INTERSECCIÓN ENTRE LAS RUTAS CA04S - LIB04W, CARRETERA AL PUERTO DE LA LIBERTAD, SOBRE REDONDEL UTILA, MUNICIPIO DE SANTA TECLA, LA LIBERTAD."					
Solicitante: GRUPO ECON, S.A. DE C.V.					
Muestra No.: 8	Procedencia del Material: BARRENO SR- 3 Profundidad: 12.00 - 12.60 m			Coordenadas : N 13°39'46.70" O 89°16'39.71"	
Fecha de Ensayo: 24-nov-21	Fecha de Muestreo: 20-nov-21	Laboratorista: C. TORRES	Revisó: N.E.C.R.		

Peso Bruto (grs): 1,440.0 Tara (grs): 156.1 Peso Neto (grs): 1,283.9
MATERIAL GRUESO PSC (grs): 1,283.9

Malla	Peso Retenido Parcial (grs)	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% Que Pasa la Malla	Observaciones
2½"					Contenido de Humedad PH + Tara (grs): ---- PS + Tara (grs): ---- Humedad (grs): ---- PS Neto (grs): ---- Peso Tara (grs): ---- Humedad (%): ----
2"					
1½"					
1"					
¾"					
½"	0.0	0.0	0.0	100.0	
3/8"	17.0	1.3	1.3	98.7	
No. 4	68.4	5.3	6.6	93.4	
Pasa No. 4					
SUMAS					

MATERIAL TAMIZADO POR MALLA No. 4 Peso Neto (grs): --- PSC (grs): ---

Malla	Peso Retenido Parcial (grs)	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% Que Pasa la Malla	Observaciones
No. 10	157.7	12.3	18.9	81.1	GRAVA 7% ARENA 56% FINOS 37%
No. 40	297.8	23.2	42.1	57.9	
No. 200	269.6	21.0	63.1	36.9	
Pasa No. 200	473.4	36.9	100.0		
SUMAS	1283.9	100.0			

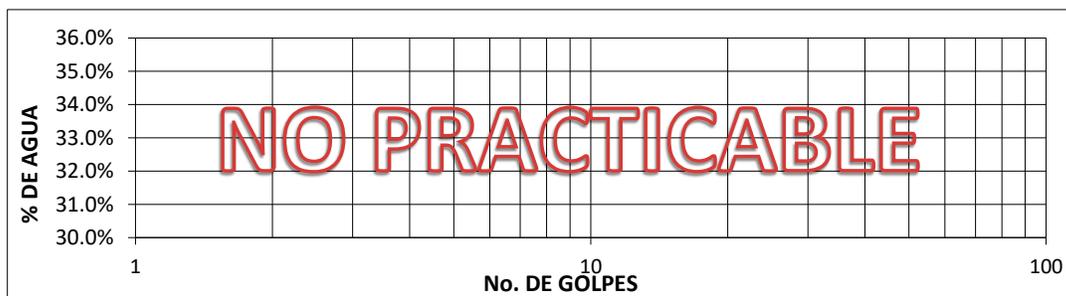


INFORME DE RESULTADOS DE LIMITES DE ATTERBERG ASTM D 4318-17			
Proyecto:* "CONSTRUCCIÓN DE PASO A DESNIVEL EN INTERSECCIÓN ENTRE LAS RUTAS CA04S - LIB04W, CARRETERA AL PUERTO DE LA LIBERTAD, SOBRE REDONDEL UTILA, MUNICIPIO DE SANTA TECLA, LA LIBERTAD."			
Solicitante:* GRUPO ECON, S.A. DE C.V.			
Ubicación:* DEPARTAMENTO DE LA LIBERTAD			
Procedencia del Material:* BARRENO SR- 3		profundidad:* 12.00 - 12.60 m	
Fecha de Ensayo: 24-nov-21	Laboratorista: C. TORRES	Revisó: N.E.C.R.	
Grano máximo Aproximado: 12.50 mm	Porcentaje Retenido en la malla No 40 (Aprox.): 42.1%	Contenido de agua de muestra como es recibida (%): ----	
Método de Preparación de la muestra:	<input type="checkbox"/> Húmedo <input type="checkbox"/> Secado al horno <input checked="" type="checkbox"/> Secado al aire	Método utilizado para remover las partículas mayores a la malla No.40:	<input type="checkbox"/> Con la mano <input checked="" type="checkbox"/> Tamizado (seco) <input type="checkbox"/> Lavado
Realización <input type="checkbox"/> Manual	Dispositivo para Lim. Liq.: <input checked="" type="checkbox"/> Manual	Herramienta de Ranurado: <input checked="" type="checkbox"/> Metálica	<input type="checkbox"/> Plástica
Lim. Plas.: <input type="checkbox"/> Dispositivo de rolado	<input type="checkbox"/> Mecánico		

	LIMITE LIQUIDO		LIMITE PLÁSTICO	
Prueba No.				
No. de Golpes				
Cápsula No.				
Peso Húmedo + Tara, g				
Peso Seco + Tara, g	NO PRACTICABLE		NO PRACTICABLE	
Peso Agua, g				
Peso Tara, g				
Peso Seco, g				
Contenido de Agua %				

(*) Información proporcionada por el solicitante

Los resultados corresponden al material proporcionado por el solicitante.

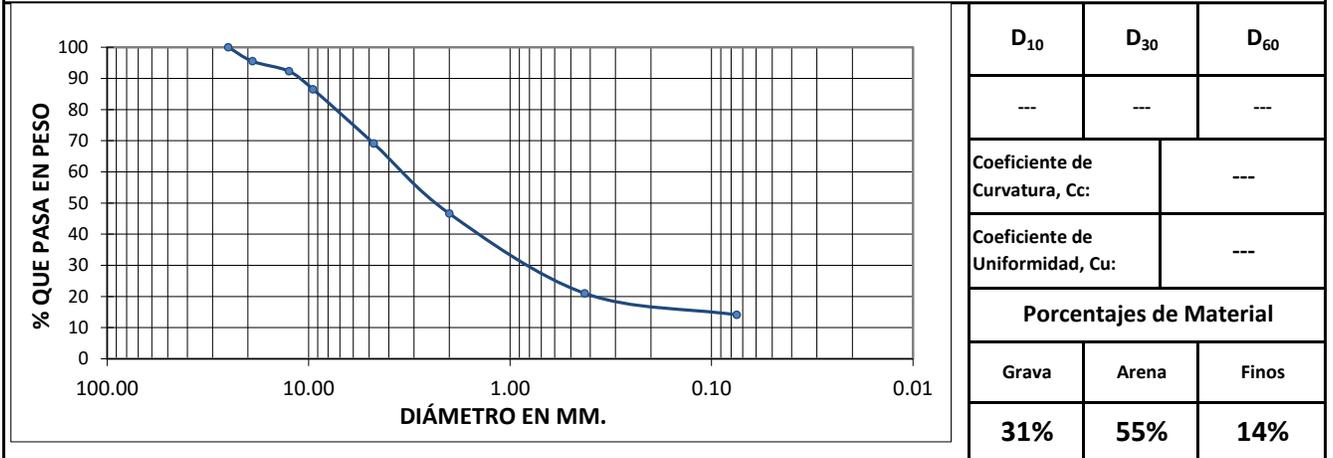


LIMITE LIQUIDO	----
LIMITE PLÁSTICO	----
ÍNDICE DE PLASTICIDAD	----

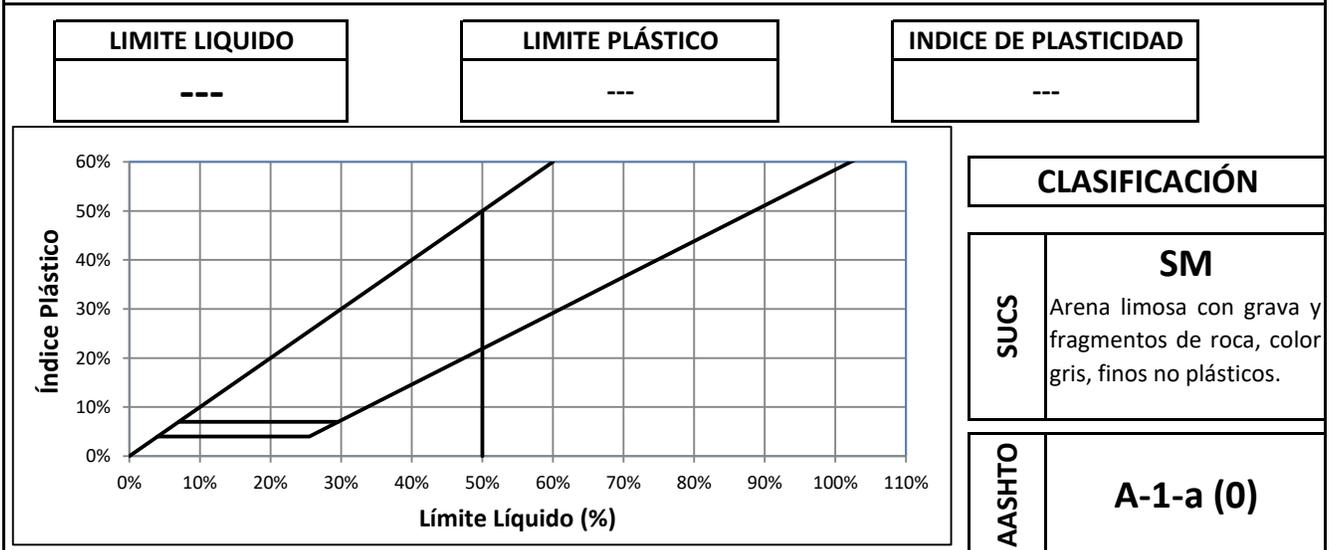
CLASIFICACIÓN DE SUELOS AASHTO M 145 (ASTM D 2487)

Proyecto: "CONSTRUCCIÓN DE PASO A DESNIVEL EN INTERSECCIÓN ENTRE LAS RUTAS CA04S - LIB04W, CARRETERA AL PUERTO DE LA LIBERTAD, SOBRE REDONDEL UTILA, MUNICIPIO DE SANTA TECLA, LA LIBERTAD."			
Solicitante: GRUPO ECON, S.A. DE C.V.			
Muestra No.: 9	Procedencia del Material: BARRENO SR - 3 Profundidad: 12.60 - 13.05 m	Coordenadas : N 13°39'46.70" O 89°16'39.71"	
Fecha de Ensayo: 6-dic-21	Fecha de Muestreo: 20-nov-21	Laboratorista: C. TORRES	Revisó: N.E.C.R.

GRANULOMETRIA



LÍMITE LÍQUIDO, LÍMITE PLÁSTICO E ÍNDICE PLÁSTICO



ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO AASHTO T 27 (ASTM C 136)					
Proyecto: "CONSTRUCCIÓN DE PASO A DESNIVEL EN INTERSECCIÓN ENTRE LAS RUTAS CA04S - LIB04W, CARRETERA AL PUERTO DE LA LIBERTAD, SOBRE REDONDEL UTILA, MUNICIPIO DE SANTA TECLA, LA LIBERTAD."					
Solicitante: GRUPO ECON, S.A. DE C.V.					
Muestra No.: 9	Procedencia del Material: BARRENO SR- 3 Profundidad: 12.60 - 13.05 m			Coordenadas : N 13°39'46.70" O 89°16'39.71"	
Fecha de Ensayo: 24-nov-21	Fecha de Muestreo: 20-nov-21		Laboratorista: C. TORRES	Revisó: N.E.C.R.	

Peso Bruto (grs): 1,410.8 Tara (grs): 153.6 Peso Neto (grs): 1,257.2
MATERIAL GRUESO PSC (grs): 1,257.2

Malla	Peso Retenido Parcial (grs)	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% Que Pasa la Malla	Observaciones
2½"					Contenido de Humedad PH + Tara (grs): ---- PS + Tara (grs): ---- Humedad (grs): ---- PS Neto (grs): ---- Peso Tara (grs): ---- Humedad (%): ----
2"					
1½"					
1"	0.0	0.0	0.0	100.0	
¾"	56.3	4.5	4.5	95.5	
½"	40.3	3.2	7.7	92.3	
3/8"	72.9	5.8	13.5	86.5	
No. 4	218.4	17.4	30.9	69.1	
Pasa No. 4					
SUMAS					

MATERIAL TAMIZADO POR MALLA No. 4 Peso Neto (grs): --- PSC (grs): ---

Malla	Peso Retenido Parcial (grs)	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% Que Pasa la Malla	Observaciones
No. 10	283.2	22.5	53.4	46.6	GRAVA 31%
No. 40	322.4	25.6	79.0	21.0	ARENA 55%
No. 200	86.8	6.9	85.9	14.1	FINOS 14%
Pasa No. 200	176.9	14.1	100.0		
SUMAS	1257.2	100.0			

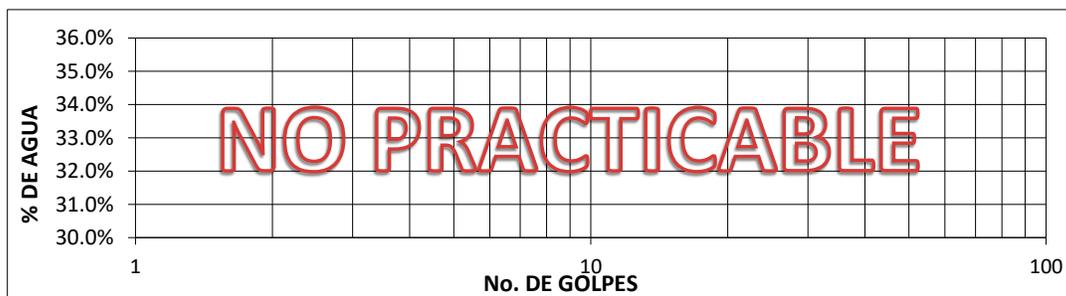


INFORME DE RESULTADOS DE LIMITES DE ATTERBERG ASTM D 4318-17			
Proyecto:* "CONSTRUCCIÓN DE PASO A DESNIVEL EN INTERSECCIÓN ENTRE LAS RUTAS CA04S - LIB04W, CARRETERA AL PUERTO DE LA LIBERTAD, SOBRE REDONDEL UTILA, MUNICIPIO DE SANTA TECLA, LA LIBERTAD."			
Solicitante:* GRUPO ECON, S.A. DE C.V.			
Ubicación:* DEPARTAMENTO DE LA LIBERTAD			
Procedencia del Material:* BARRENO SR- 3		profundidad:* 12.60 - 13.05 m	
Fecha de Ensayo: 24-nov-21	Laboratorista: C. TORRES	Revisó: N.E.C.R.	
Grano máximo Aproximado: 19.00 mm	Porcentaje Retenido en la malla No 40 (Aprox.): 79.0%	Contenido de agua de muestra como es recibida (%): ----	
Método de Preparación de la muestra:	<input type="checkbox"/> Húmedo <input type="checkbox"/> Secado al horno <input checked="" type="checkbox"/> Secado al aire	Método utilizado para remover las partículas mayores a la malla No.40:	<input type="checkbox"/> Con la mano <input checked="" type="checkbox"/> Tamizado (seco) <input type="checkbox"/> Lavado
Realización <input type="checkbox"/> Manual	Dispositivo para Lim. Liq.: <input checked="" type="checkbox"/> Manual	Herramienta de Ranurado: <input checked="" type="checkbox"/> Metálica	<input type="checkbox"/> Plástica
Lim. Plas.: <input type="checkbox"/> Dispositivo de rolado	<input type="checkbox"/> Mecánico		

	LIMITE LIQUIDO		LIMITE PLÁSTICO	
Prueba No.				
No. de Golpes				
Cápsula No.				
Peso Húmedo + Tara, g				
Peso Seco + Tara, g	NO PRACTICABLE		NO PRACTICABLE	
Peso Agua, g				
Peso Tara, g				
Peso Seco, g				
Contenido de Agua %				

(*) Información proporcionada por el solicitante

Los resultados corresponden al material proporcionado por el solicitante.

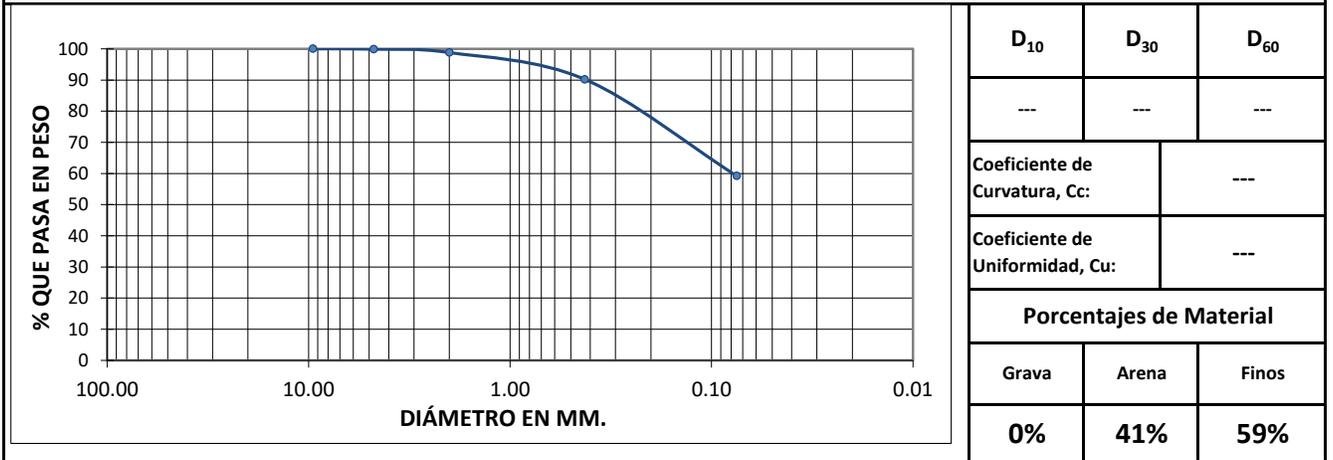


LIMITE LIQUIDO	----
LIMITE PLÁSTICO	----
ÍNDICE DE PLASTICIDAD	----

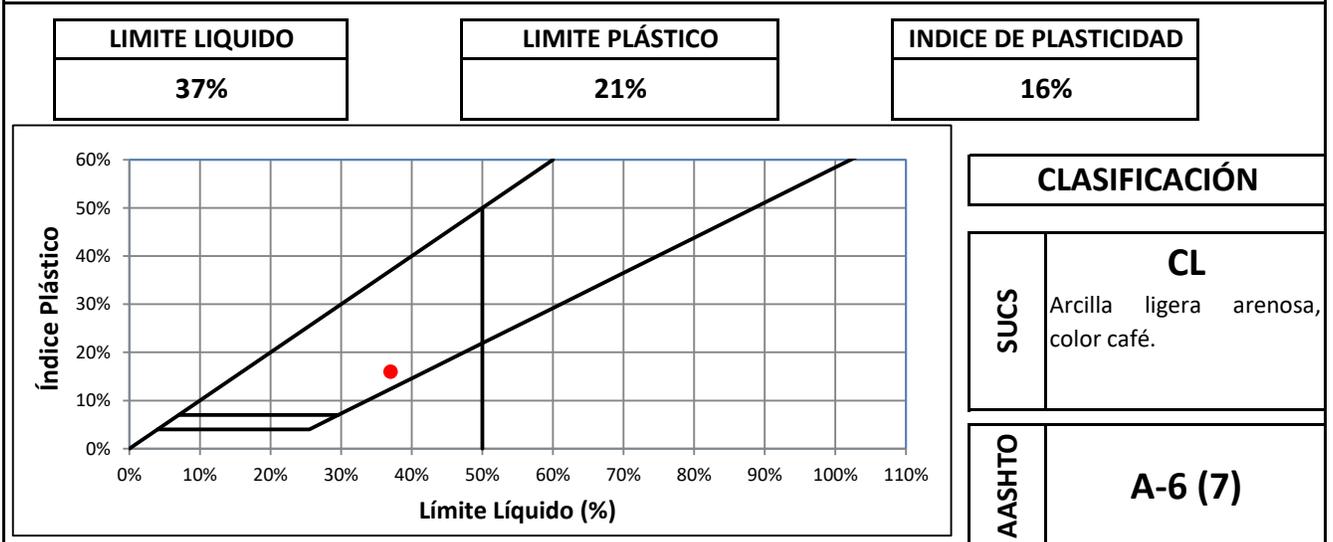
CLASIFICACIÓN DE SUELOS AASHTO M 145 (ASTM D 2487)

Proyecto: "CONSTRUCCIÓN DE PASO A DESNIVEL EN INTERSECCIÓN ENTRE LAS RUTAS CA04S - LIB04W, CARRETERA AL PUERTO DE LA LIBERTAD, SOBRE REDONDEL UTILA, MUNICIPIO DE SANTA TECLA, LA LIBERTAD."				
Solicitante: GRUPO ECON, S.A. DE C.V.				
Muestra No.: 10	Procedencia del Material: BARRENO SR - 3	Coordenadas : N 13°39'46.70"		
	Profundidad: 15.00 - 16.05 m	O 89°16'39.71"		
Fecha de Ensayo: 6-dic-21	Fecha de Muestreo: 20-nov-21	Laboratorista: C. TORRES	Revisó: N.E.C.R.	

GRANULOMETRIA



LÍMITE LÍQUIDO, LÍMITE PLÁSTICO E ÍNDICE PLÁSTICO



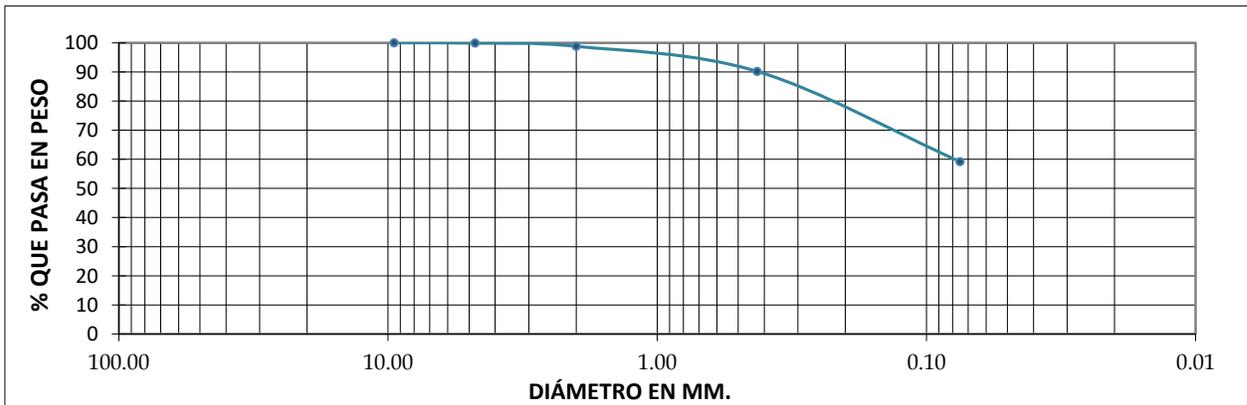
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO AASHTO T 27 (ASTM C 136)					
Proyecto: "CONSTRUCCIÓN DE PASO A DESNIVEL EN INTERSECCIÓN ENTRE LAS RUTAS CA04S - LIB04W, CARRETERA AL PUERTO DE LA LIBERTAD, SOBRE REDONDEL UTILA, MUNICIPIO DE SANTA TECLA, LA LIBERTAD."					
Solicitante: GRUPO ECON, S.A. DE C.V.					
Muestra No.: 10	Procedencia del Material: BARRENO SR- 3 Profundidad: 15.00 - 16.05 m			Coordenadas : N 13°39'46.70" O 89°16'39.71"	
Fecha de Ensayo: 24-nov-21	Fecha de Muestreo: 20-nov-21		Laboratorista: C. TORRES	Revisó: N.E.C.R.	

Peso Bruto (grs): 1,215.2 Tara (grs): 140.4 Peso Neto (grs): 1,074.8
MATERIAL GRUESO PSC (grs): 1,074.8

Malla	Peso Retenido Parcial (grs)	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% Que Pasa la Malla	Observaciones
2½"					Contenido de Humedad PH + Tara (grs): ---- PS + Tara (grs): ---- Humedad (grs): ---- PS Neto (grs): ---- Peso Tara (grs): ---- Humedad (%): ----
2"					
1½"					
1"					
¾"					
½"					
3/8"	0.0	0.0	0.0	100.0	
No. 4	1.6	0.1	0.1	99.9	
Pasa No. 4					
SUMAS					

MATERIAL TAMIZADO POR MALLA No. 4 Peso Neto (grs): --- PSC (grs): ---

Malla	Peso Retenido Parcial (grs)	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% Que Pasa la Malla	Observaciones
No. 10	12.0	1.1	1.2	98.8	GRAVA 0%
No. 40	92.0	8.6	9.8	90.2	ARENA 41%
No. 200	333.0	31.0	40.8	59.2	FINOS 59%
Pasa No. 200	636.2	59.2	100.0	0.0	
SUMAS	1074.8	100.0			

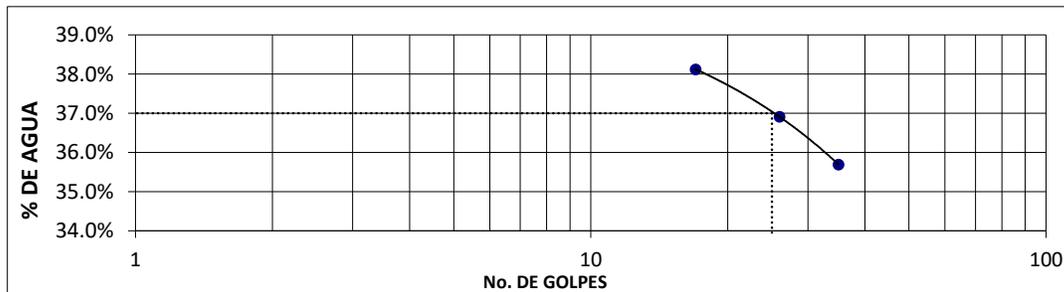


INFORME DE RESULTADOS DE LIMITES DE ATTERBERG ASTM D 4318-17					
Proyecto:* "CONSTRUCCIÓN DE PASO A DESNIVEL EN INTERSECCIÓN ENTRE LAS RUTAS CA04S - LIB04W, CARRETERA AL PUERTO DE LA LIBERTAD, SOBRE REDONDEL UTILA, MUNICIPIO DE SANTA TECLA, LA LIBERTAD."					
Solicitante:* GRUPO ECON, S.A. DE C.V.					
Ubicación:* DEPARTAMENTO DE LA LIBERTAD					
Procedencia del Material:* BARRENO SR- 3			profundidad:* 15.00 - 16.05 m		
Fecha de Ensayo: 25-nov-21		Laboratorista: D. FUENTES		Revisó: N.E.C.R.	
Grano máximo 9.50 mm		Porcentaje Retenido en la malla No 40 (Aprox.): 9.8%		Contenido de agua de muestra como es recibida (%): ----	
Método de Preparación de la muestra:		Método utilizado para remover las partículas mayores a la malla No.40:			
<input type="checkbox"/> Húmedo		<input type="checkbox"/> Con la mano			
<input type="checkbox"/> Secado al horno		<input checked="" type="checkbox"/> Tamizado (seco)			
<input checked="" type="checkbox"/> Secado al aire		<input type="checkbox"/> Lavado			
Realización <input checked="" type="checkbox"/> Manual		Dispositivo para Lim. Liq.: <input type="checkbox"/> Manual		Herramienta de Ranurado: <input checked="" type="checkbox"/> Metálica	
Lim. Plas.: <input type="checkbox"/> Dispositivo de rolado		<input checked="" type="checkbox"/> Mecánico		<input type="checkbox"/> Plástica	

Prueba No.	LIMITE LIQUIDO			LIMITE PLÁSTICO	
	1	2	3	1	2
No. de Golpes	35	26	17		
Cápsula No.	5	65	59	42	18
Peso Húmedo + Tara, g	25.33	25.40	25.22	20.21	20.17
Peso Seco + Tara, g	22.25	22.27	22.14	19.13	19.09
Peso Agua, g	3.08	3.13	3.08	1.08	1.08
Peso Tara, g	13.62	13.79	14.06	14.06	13.99
Peso Seco, g	8.63	8.48	8.08	5.07	5.10
Contenido de Agua %	35.7%	36.9%	38.1%	21.3%	21.2%

(*) Información proporcionada por el solicitante

Los resultados corresponden al material proporcionado por el solicitante

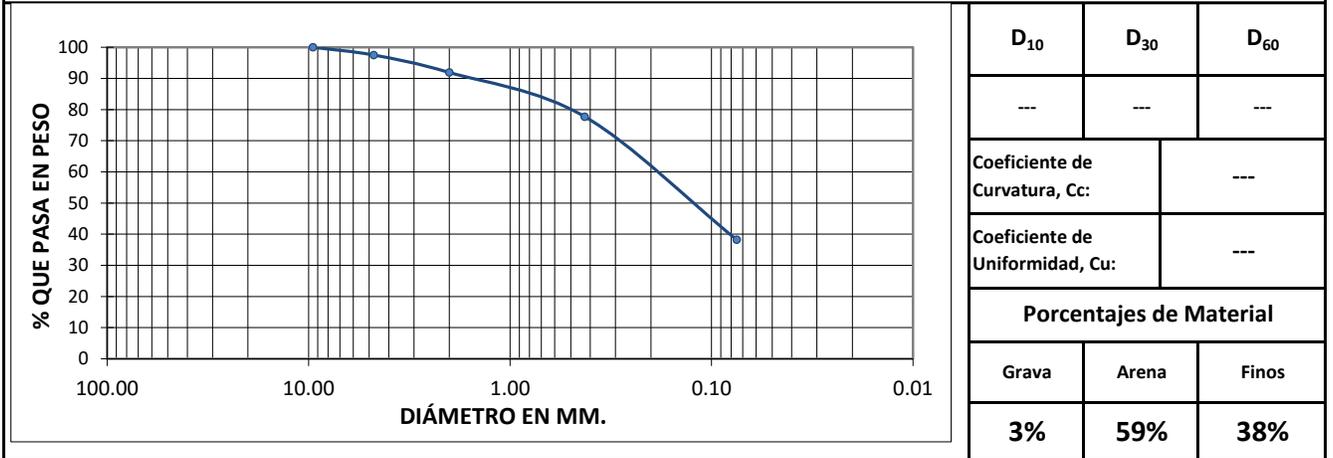


LIMITE LIQUIDO	37%
LIMITE PLÁSTICO	21%
ÍNDICE DE PLASTICIDAD	16%

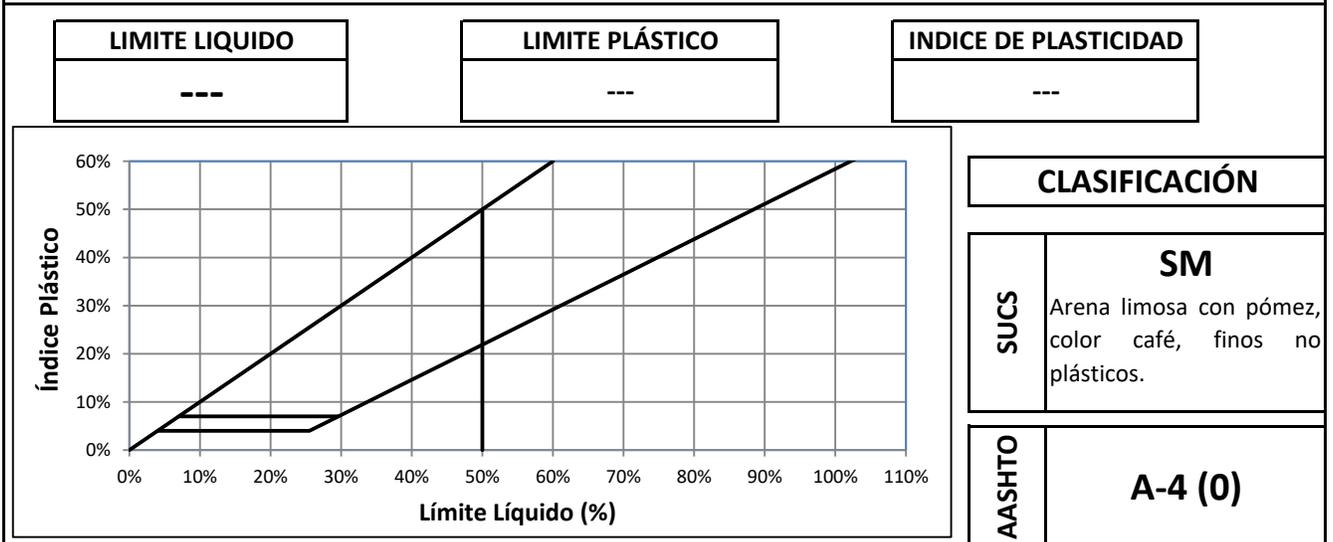
CLASIFICACIÓN DE SUELOS AASHTO M 145 (ASTM D 2487)

Proyecto: "CONSTRUCCIÓN DE PASO A DESNIVEL EN INTERSECCIÓN ENTRE LAS RUTAS CA04S - LIB04W, CARRETERA AL PUERTO DE LA LIBERTAD, SOBRE REDONDEL UTILA, MUNICIPIO DE SANTA TECLA, LA LIBERTAD."				
Solicitante: GRUPO ECON, S.A. DE C.V.				
Muestra No.: 11	Procedencia del Material: BARRENO SR - 3 Profundidad: 19.50 - 20.00 m	Coordenadas :	N 13°39'46.70" O 89°16'39.71"	
Fecha de Ensayo: 6-dic-21	Fecha de Muestreo: 20-nov-21	Laborarista: C. TORRES	Revisó: N.E.C.R.	

GRANULOMETRIA



LÍMITE LÍQUIDO, LÍMITE PLÁSTICO E ÍNDICE PLÁSTICO



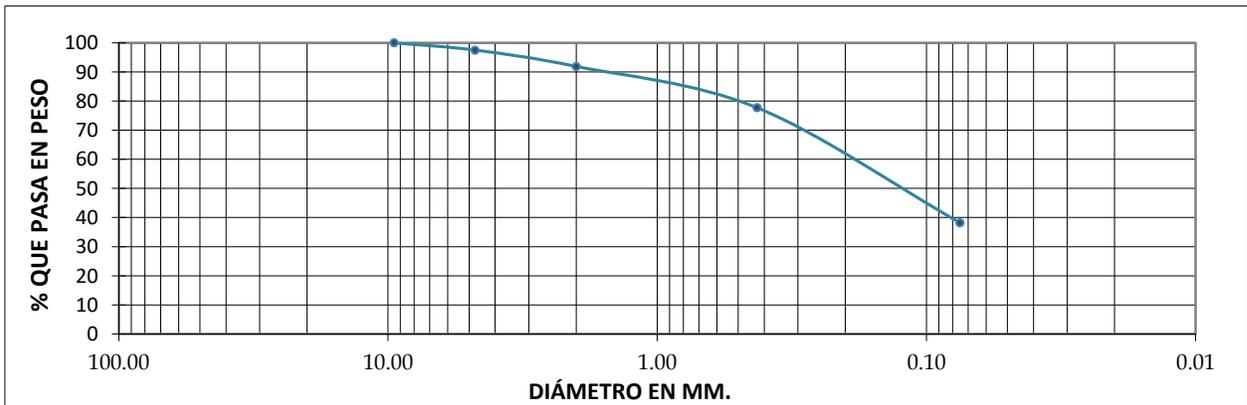
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO AASHTO T 27 (ASTM C 136)					
Proyecto: "CONSTRUCCIÓN DE PASO A DESNIVEL EN INTERSECCIÓN ENTRE LAS RUTAS CA04S - LIB04W, CARRETERA AL PUERTO DE LA LIBERTAD, SOBRE REDONDEL UTILA, MUNICIPIO DE SANTA TECLA, LA LIBERTAD."					
Solicitante: GRUPO ECON, S.A. DE C.V.					
Muestra No.: 11	Procedencia del Material: BARRENO SR- 3 Profundidad: 19.50 - 20.00 m			Coordenadas : N 13°39'46.70" O 89°16'39.71"	
Fecha de Ensayo: 24-nov-21	Fecha de Muestreo: 20-nov-21	Laboratorista: C. TORRES	Revisó: N.E.C.R.		

Peso Bruto (grs): 1,292.7 Tara (grs): 163.4 Peso Neto (grs): 1,129.3
MATERIAL GRUESO PSC (grs): 1,129.3

Malla	Peso Retenido Parcial (grs)	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% Que Pasa la Malla	Observaciones
2½"					Contenido de Humedad PH + Tara (grs): ---- PS + Tara (grs): ---- Humedad (grs): ---- PS Neto (grs): ---- Peso Tara (grs): ---- Humedad (%): ----
2"					
1½"					
1"					
¾"					
½"					
3/8"	0.0	0.0	0.0	100.0	
No. 4	28.3	2.5	2.5	97.5	
Pasa No. 4					
SUMAS					

MATERIAL TAMIZADO POR MALLA No. 4 Peso Neto (grs): --- PSC (grs): ---

Malla	Peso Retenido Parcial (grs)	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% Que Pasa la Malla	Observaciones
No. 10	63.3	5.6	8.1	91.9	GRAVA 3% ARENA 59% FINOS 38%
No. 40	160.3	14.2	22.3	77.7	
No. 200	445.6	39.5	61.8	38.2	
Pasa No. 200	431.8	38.2	100.0		
SUMAS	1129.3	100.0			

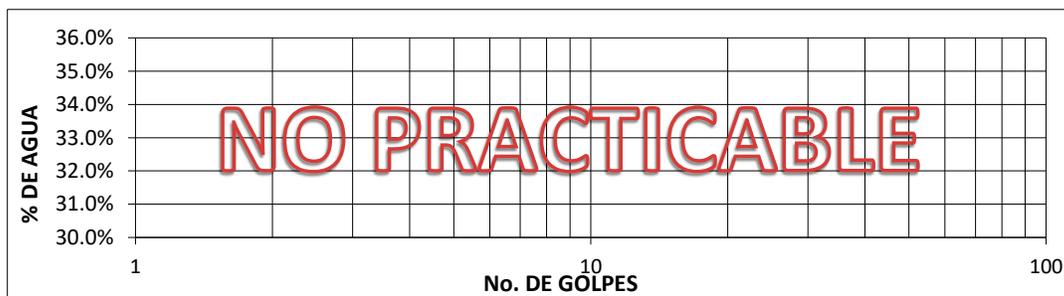


INFORME DE RESULTADOS DE LIMITES DE ATTERBERG ASTM D 4318-17			
Proyecto:* "CONSTRUCCIÓN DE PASO A DESNIVEL EN INTERSECCIÓN ENTRE LAS RUTAS CA04S - LIB04W, CARRETERA AL PUERTO DE LA LIBERTAD, SOBRE REDONDEL UTILA, MUNICIPIO DE SANTA TECLA, LA LIBERTAD."			
Solicitante:* GRUPO ECON, S.A. DE C.V.			
Ubicación:* DEPARTAMENTO DE LA LIBERTAD			
Procedencia del Material:* BARRENO SR- 3		profundidad:* 19.50 - 20.00 m	
Fecha de Ensayo: 24-nov-21	Laboratorista: C. TORRES	Revisó: N.E.C.R.	
Grano máximo Aproximado: 9.50 mm	Porcentaje Retenido en la malla No 40 (Aprox.): 22.3%	Contenido de agua de muestra como es recibida (%): ----	
Método de Preparación de la muestra:	<input type="checkbox"/> Húmedo <input type="checkbox"/> Secado al horno <input checked="" type="checkbox"/> Secado al aire	Método utilizado para remover las partículas mayores a la malla No.40:	<input type="checkbox"/> Con la mano <input checked="" type="checkbox"/> Tamizado (seco) <input type="checkbox"/> Lavado
Realización <input type="checkbox"/> Manual	Dispositivo para Lim. Liq.: <input checked="" type="checkbox"/> Manual	Herramienta de Ranurado: <input checked="" type="checkbox"/> Metálica	<input type="checkbox"/> Plástica
Lim. Plas.: <input type="checkbox"/> Dispositivo de rolado	<input type="checkbox"/> Mecánico		

	LIMITE LIQUIDO		LIMITE PLÁSTICO	
Prueba No.				
No. de Golpes				
Cápsula No.				
Peso Húmedo + Tara, g				
Peso Seco + Tara, g	NO PRACTICABLE		NO PRACTICABLE	
Peso Agua, g				
Peso Tara, g				
Peso Seco, g				
Contenido de Agua %				

(*) Información proporcionada por el solicitante

Los resultados corresponden al material proporcionado por el solicitante.

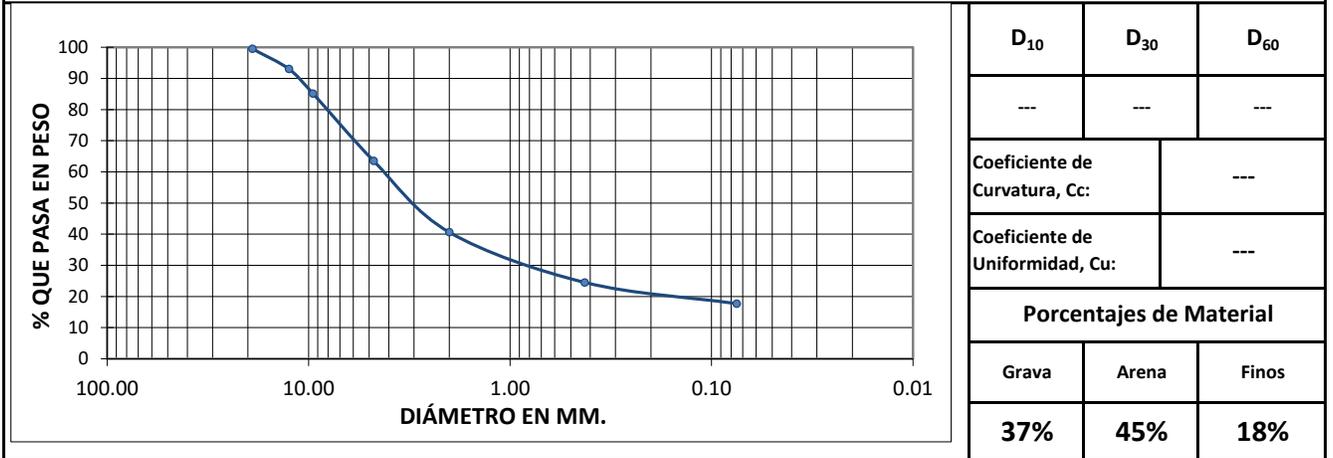


LIMITE LIQUIDO	----
LIMITE PLÁSTICO	----
ÍNDICE DE PLASTICIDAD	----

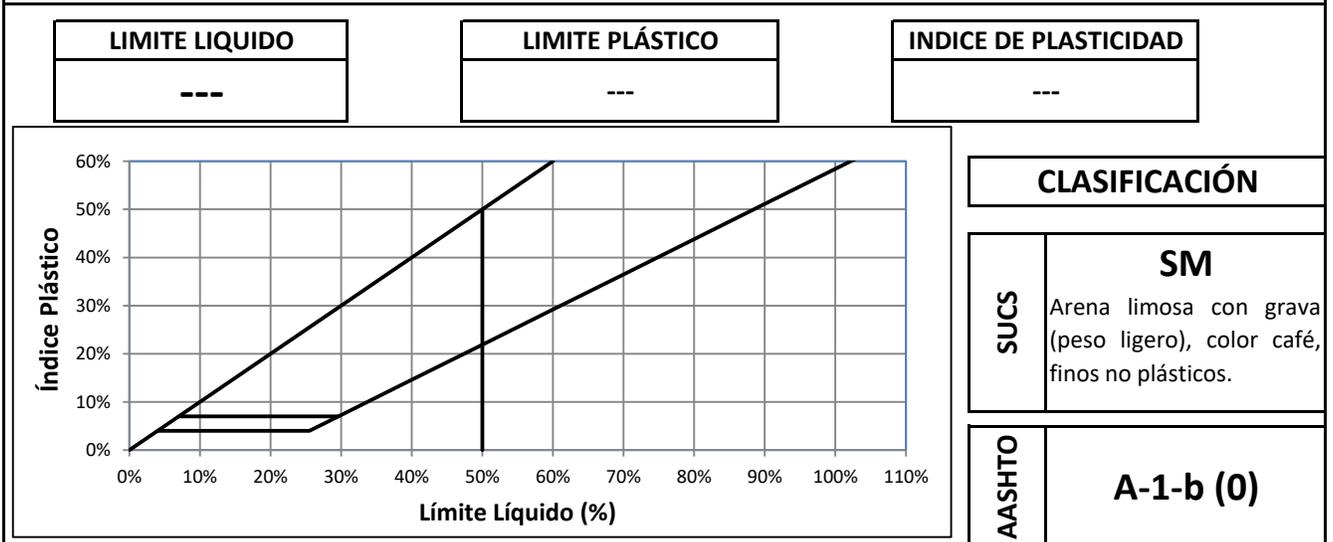
CLASIFICACIÓN DE SUELOS AASHTO M 145 (ASTM D 2487)

Proyecto: "CONSTRUCCIÓN DE PASO A DESNIVEL EN INTERSECCIÓN ENTRE LAS RUTAS CA04S - LIB04W, CARRETERA AL PUERTO DE LA LIBERTAD, SOBRE REDONDEL UTILA, MUNICIPIO DE SANTA TECLA, LA LIBERTAD."				
Solicitante: GRUPO ECON, S.A. DE C.V.				
Muestra No.: 12	Procedencia del Material: BARRENO SR - 3 Profundidad: 20.00 - 20.55 m		Coordenadas : N 13°39'46.70" O 89°16'39.71"	
Fecha de Ensayo: 6-dic-21	Fecha de Muestreo: 20-nov-21	Laboradorista: C. TORRES	Revisó: N.E.C.R.	

GRANULOMETRIA



LÍMITE LÍQUIDO, LÍMITE PLÁSTICO E ÍNDICE PLÁSTICO



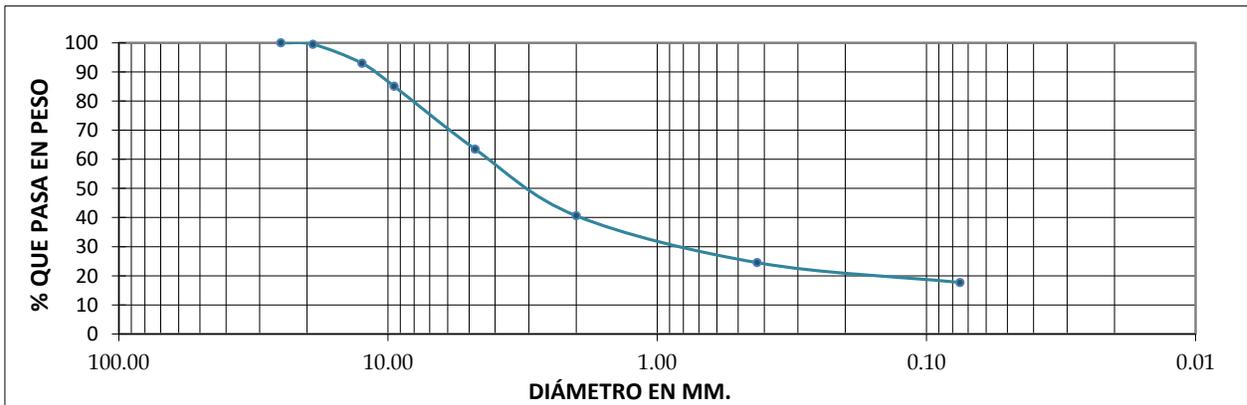
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO AASHTO T 27 (ASTM C 136)					
Proyecto: "CONSTRUCCIÓN DE PASO A DESNIVEL EN INTERSECCIÓN ENTRE LAS RUTAS CA04S - LIB04W, CARRETERA AL PUERTO DE LA LIBERTAD, SOBRE REDONDEL UTILA, MUNICIPIO DE SANTA TECLA, LA LIBERTAD."					
Solicitante: GRUPO ECON, S.A. DE C.V.					
Muestra No.: 12	Procedencia del Material: BARRENO SR- 3 Profundidad: 20.00 - 20.55 m			Coordenadas : N 13°39'46.70" O 89°16'39.71"	
Fecha de Ensayo: 24-nov-21	Fecha de Muestreo: 20-nov-21		Laboratorista: C. TORRES	Revisó: N.E.C.R.	

Peso Bruto (grs): 728.2 Tara (grs): 191.2 Peso Neto (grs): 537.0
MATERIAL GRUESO PSC (grs): 537.0

Malla	Peso Retenido Parcial (grs)	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% Que Pasa la Malla	Observaciones
2½"					Contenido de Humedad PH + Tara (grs): ---- PS + Tara (grs): ---- Humedad grs): ---- PS Neto (grs): ---- Peso Tara (grs): ---- Humedad (%): ----
2"					
1½"					
1"	0.0	0.0	0.0	100.0	
¾"	2.9	0.5	0.5	99.5	
½"	34.7	6.5	7.0	93.0	
3/8"	42.4	7.9	14.9	85.1	
No. 4	116.1	21.6	36.5	63.5	
Pasa No. 4					
SUMAS					

MATERIAL TAMIZADO POR MALLA No. 4 Peso Neto (grs): --- PSC (grs): ---

Malla	Peso Retenido Parcial (grs)	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% Que Pasa la Malla	Observaciones
No. 10	122.9	22.9	59.4	40.6	GRAVA 37%
No. 40	86.7	16.1	75.5	24.5	ARENA 45%
No. 200	36.3	6.8	82.3	17.7	FINOS 18%
Pasa No. 200	95.0	17.7	100.0		
SUMAS	537.0	100.0			

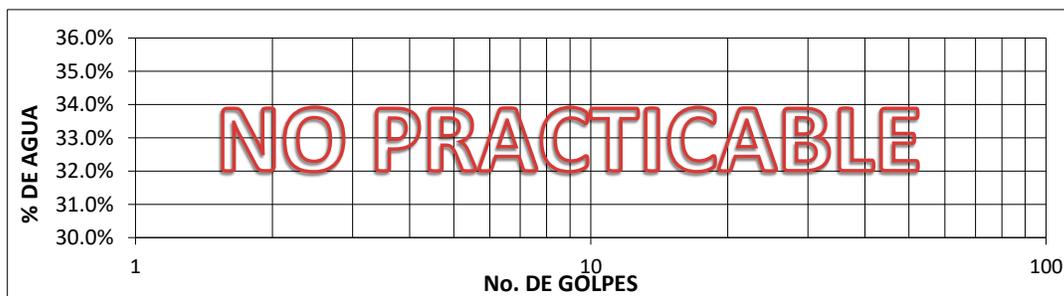


INFORME DE RESULTADOS DE LIMITES DE ATTERBERG ASTM D 4318-17			
Proyecto:* "CONSTRUCCIÓN DE PASO A DESNIVEL EN INTERSECCIÓN ENTRE LAS RUTAS CA04S - LIB04W, CARRETERA AL PUERTO DE LA LIBERTAD, SOBRE REDONDEL UTILA, MUNICIPIO DE SANTA TECLA, LA LIBERTAD."			
Solicitante:* GRUPO ECON, S.A. DE C.V.			
Ubicación:* DEPARTAMENTO DE LA LIBERTAD			
Procedencia del Material:* BARRENO SR- 3		profundidad:* 20.00 - 20.55 m	
Fecha de Ensayo: 24-nov-21	Laboratorista: DENIS FUENTES	Revisó: N.E.C.R.	
Grano máximo Aproximado: 19.00 mm	Porcentaje Retenido en la malla No 40 (Aprox.): 75.5%	Contenido de agua de muestra como es recibida (%): ----	
Método de Preparación de la muestra:	<input type="checkbox"/> Húmedo <input type="checkbox"/> Secado al horno <input checked="" type="checkbox"/> Secado al aire	Método utilizado para remover las partículas mayores a la malla No.40:	<input type="checkbox"/> Con la mano <input checked="" type="checkbox"/> Tamizado (seco) <input type="checkbox"/> Lavado
Realización <input type="checkbox"/> Manual	Dispositivo para Lim. Liq.: <input type="checkbox"/> Manual	Herramienta de Ranurado: <input checked="" type="checkbox"/> Metálica	<input type="checkbox"/> Plástica
Lim. Plas.: <input type="checkbox"/> Dispositivo de rolado	<input checked="" type="checkbox"/> Mecánico		

	LIMITE LIQUIDO		LIMITE PLÁSTICO	
Prueba No.				
No. de Golpes				
Cápsula No.				
Peso Húmedo + Tara, g				
Peso Seco + Tara, g	NO PRACTICABLE		NO PRACTICABLE	
Peso Agua, g				
Peso Tara, g				
Peso Seco, g				
Contenido de Agua %				

(*) Información proporcionada por el solicitante

Los resultados corresponden al material proporcionado por el solicitante.

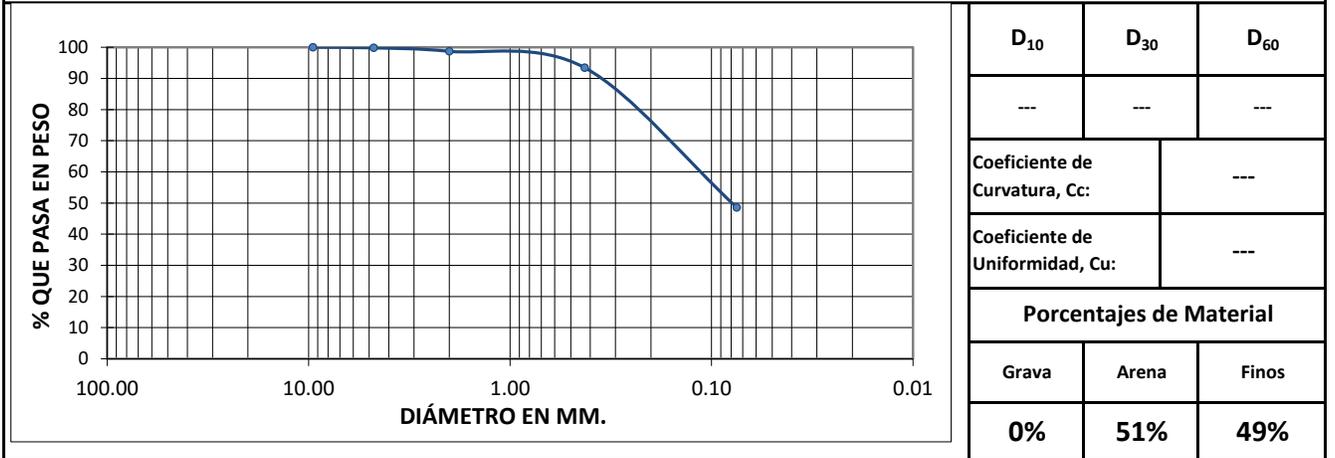


LIMITE LIQUIDO	----
LIMITE PLÁSTICO	----
ÍNDICE DE PLASTICIDAD	----

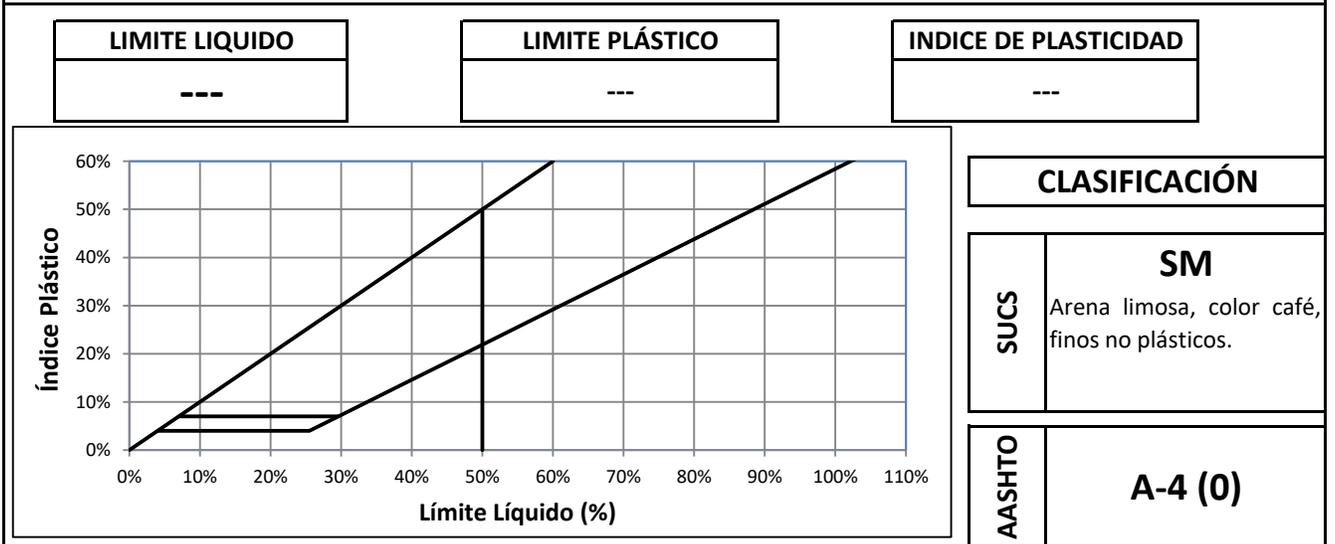
CLASIFICACIÓN DE SUELOS AASHTO M 145 (ASTM D 2487)

Proyecto: "CONSTRUCCIÓN DE PASO A DESNIVEL EN INTERSECCIÓN ENTRE LAS RUTAS CA04S - LIB04W, CARRETERA AL PUERTO DE LA LIBERTAD, SOBRE REDONDEL UTILA, MUNICIPIO DE SANTA TECLA, LA LIBERTAD."				
Solicitante: GRUPO ECON, S.A. DE C.V.				
Muestra No.: 13	Procedencia del Material: BARRENO SR - 3 Profundidad: 21.00 - 22.05 m	Coordenadas : N 13°39'46.70" O 89°16'39.71"		
Fecha de Ensayo: 6-dic-21	Fecha de Muestreo: 20-nov-21	Laboradorista: C. TORRES	Revisó: N.E.C.R.	

GRANULOMETRIA



LÍMITE LÍQUIDO, LÍMITE PLÁSTICO E ÍNDICE PLÁSTICO



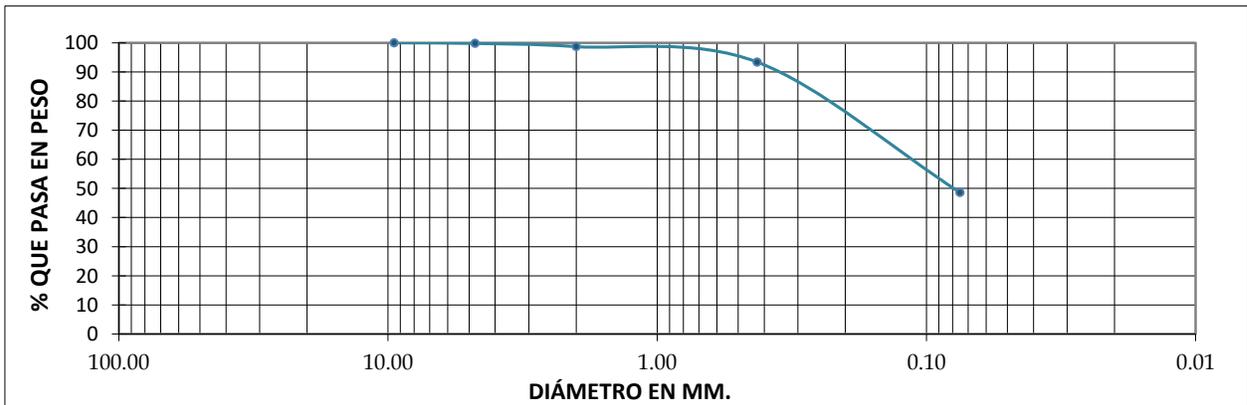
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO AASHTO T 27 (ASTM C 136)					
Proyecto: "CONSTRUCCIÓN DE PASO A DESNIVEL EN INTERSECCIÓN ENTRE LAS RUTAS CA04S - LIB04W, CARRETERA AL PUERTO DE LA LIBERTAD, SOBRE REDONDEL UTILA, MUNICIPIO DE SANTA TECLA, LA LIBERTAD."					
Solicitante: GRUPO ECON, S.A. DE C.V.					
Muestra No.: 13	Procedencia del Material: BARRENO SR- 3 Profundidad: 21.00 - 22.05 m			Coordenadas : N 13°39'46.70" O 89°16'39.71"	
Fecha de Ensayo: 25-nov-21	Fecha de Muestreo: 20-nov-21		Laboratorista: C. TORRES	Revisó: N.E.C.R.	

Peso Bruto (grs): 1,376.4 Tara (grs): 151.0 Peso Neto (grs): 1,225.4
MATERIAL GRUESO **PSC (grs): 1,225.4**

Malla	Peso Retenido Parcial (grs)	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% Que Pasa la Malla	Observaciones
2½"					Contenido de Humedad PH + Tara (grs): ---- PS + Tara (grs): ---- Humedad (grs): ---- PS Neto (grs): ---- Peso Tara (grs): ---- Humedad (%): ----
2"					
1½"					
1"					
¾"					
½"					
3/8"	0.0	0.0	0.0	100.0	
No. 4	2.3	0.2	0.2	99.8	
Pasa No. 4					
SUMAS					

MATERIAL TAMIZADO POR MALLA No. 4 Peso Neto (grs): --- **PSC (grs): ---**

Malla	Peso Retenido Parcial (grs)	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% Que Pasa la Malla	Observaciones
No. 10	13.6	1.1	1.3	98.7	GRAVA 0%
No. 40	64.4	5.3	6.6	93.4	ARENA 51%
No. 200	549.5	44.8	51.4	48.6	FINOS 49%
Pasa No. 200	595.6	48.6	100.0		
SUMAS	1225.4	100.0			

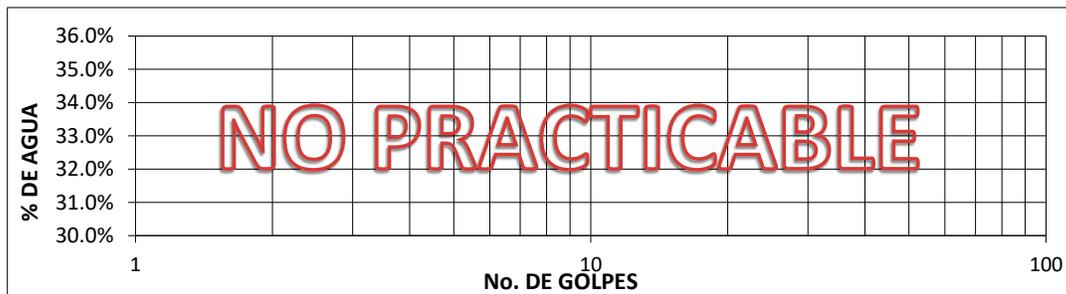


INFORME DE RESULTADOS DE LIMITES DE ATTERBERG ASTM D 4318-17			
Proyecto:* "CONSTRUCCIÓN DE PASO A DESNIVEL EN INTERSECCIÓN ENTRE LAS RUTAS CA04S - LIB04W, CARRETERA AL PUERTO DE LA LIBERTAD, SOBRE REDONDEL UTILA, MUNICIPIO DE SANTA TECLA, LA LIBERTAD."			
Solicitante:* GRUPO ECON, S.A. DE C.V.			
Ubicación:* DEPARTAMENTO DE LA LIBERTAD			
Procedencia del Material:* BARRENO SR- 3		profundidad:* 21.00 - 22.05 m	
Fecha de Ensayo: 25-nov-21	Laboratorista: C. TORRES	Revisó: N.E.C.R.	
Grano máximo Aproximado: 9.50 mm	Porcentaje Retenido en la malla No 40 (Aprox.): 6.6%	Contenido de agua de muestra como es recibida (%): ----	
Método de Preparación de la muestra:	<input type="checkbox"/> Húmedo <input type="checkbox"/> Secado al horno <input checked="" type="checkbox"/> Secado al aire	Método utilizado para remover las partículas mayores a la malla No.40:	<input type="checkbox"/> Con la mano <input checked="" type="checkbox"/> Tamizado (seco) <input type="checkbox"/> Lavado
Realización <input type="checkbox"/> Manual	Dispositivo para Lim. Liq.: <input type="checkbox"/> Manual	Herramienta de Ranurado: <input checked="" type="checkbox"/> Metálica	<input type="checkbox"/> Plástica
Lim. Plas.: <input type="checkbox"/> Dispositivo de rolado	<input checked="" type="checkbox"/> Mecánico		

	LIMITE LIQUIDO		LIMITE PLÁSTICO	
Prueba No.				
No. de Golpes				
Cápsula No.				
Peso Húmedo + Tara, g				
Peso Seco + Tara, g	NO PRACTICABLE		NO PRACTICABLE	
Peso Agua, g				
Peso Tara, g				
Peso Seco, g				
Contenido de Agua %				

(*) Información proporcionada por el solicitante

Los resultados corresponden al material proporcionado por el solicitante.

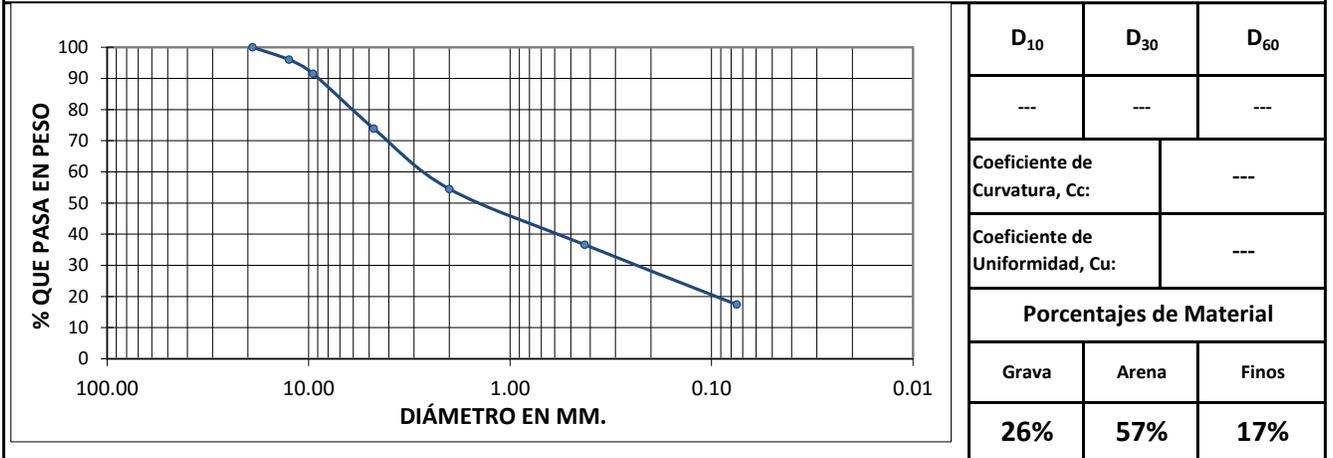


LIMITE LIQUIDO	----
LIMITE PLÁSTICO	----
ÍNDICE DE PLASTICIDAD	----

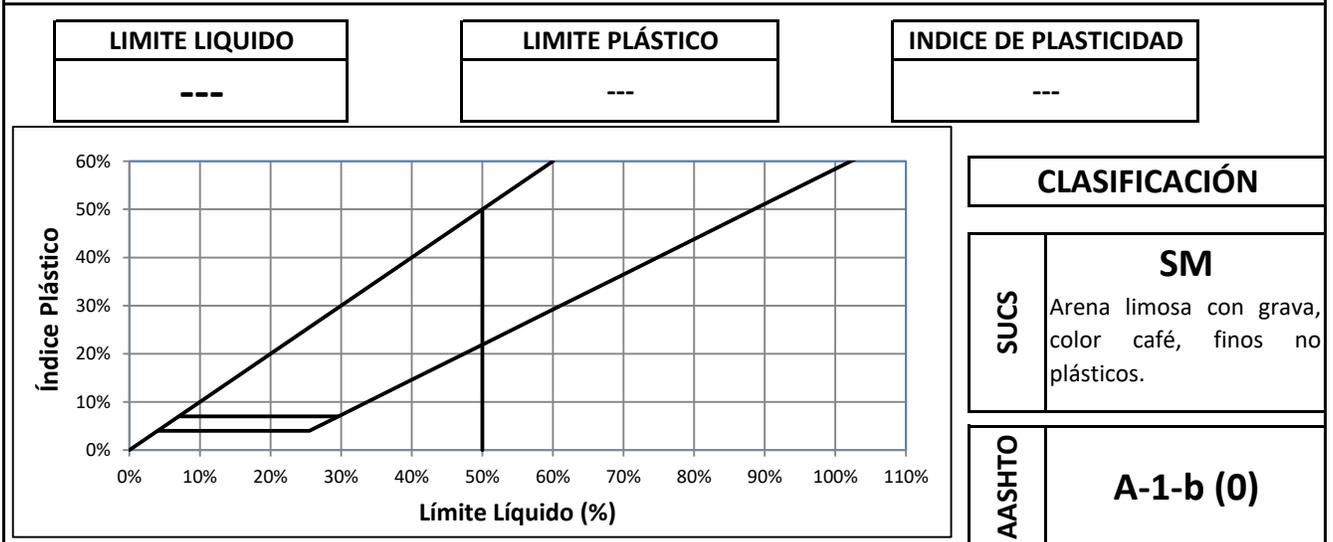
CLASIFICACIÓN DE SUELOS AASHTO M 145 (ASTM D 2487)

Proyecto: "CONSTRUCCIÓN DE PASO A DESNIVEL EN INTERSECCIÓN ENTRE LAS RUTAS CA04S - LIB04W, CARRETERA AL PUERTO DE LA LIBERTAD, SOBRE REDONDEL UTILA, MUNICIPIO DE SANTA TECLA, LA LIBERTAD."				
Solicitante: GRUPO ECON, S.A. DE C.V.				
Muestra No.: 14	Procedencia del Material: BARRENO SR - 3 Profundidad: 22.50 - 23.55 m	Coordenadas : N 13°39'46.70" O 89°16'39.71"		
Fecha de Ensayo: 6-dic-21	Fecha de Muestreo: 20-nov-21	Laborarista: C. TORRES	Revisó: N.E.C.R.	

GRANULOMETRIA



LÍMITE LÍQUIDO, LÍMITE PLÁSTICO E ÍNDICE PLÁSTICO



ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO AASHTO T 27 (ASTM C 136)					
Proyecto: "CONSTRUCCIÓN DE PASO A DESNIVEL EN INTERSECCIÓN ENTRE LAS RUTAS CA04S - LIB04W, CARRETERA AL PUERTO DE LA LIBERTAD, SOBRE REDONDEL UTILA, MUNICIPIO DE SANTA TECLA, LA LIBERTAD."					
Solicitante: GRUPO ECON, S.A. DE C.V.					
Muestra No.:	Procedencia del Material: BARRENO SR- 3			Coordenadas : N 13°39'46.70"	
14	Profundidad: 22.50 - 23.55 m			O 89°16'39.71"	
Fecha de Ensayo:	25-nov-21	Fecha de Muestreo:	20-nov-21	Laboratorista:	C. TORRES
				Revisó:	N.E.C.R.

Peso Bruto (grs): 1,182.0 Tara (grs): 154.0 Peso Neto (grs): 1,028.0
MATERIAL GRUESO PSC (grs): 1,028.0

Malla	Peso Retenido Parcial (grs)	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% Que Pasa la Malla	Observaciones
2½"					Contenido de Humedad PH + Tara (grs): ---- PS + Tara (grs): ---- Humedad (grs): ---- PS Neto (grs): ---- Peso Tara (grs): ---- Humedad (%): ----
2"					
1½"					
1"					
¾"	0.0	0.0	0.0	100.0	
½"	41.3	4.0	4.0	96.0	
⅜"	46.6	4.5	8.5	91.5	
No. 4	180.6	17.6	26.1	73.9	
Pasa No. 4					
SUMAS					

MATERIAL TAMIZADO POR MALLA No. 4 Peso Neto (grs): --- PSC (grs): ---

Malla	Peso Retenido Parcial (grs)	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% Que Pasa la Malla	Observaciones
No. 10	199.3	19.4	45.5	54.5	GRAVA 26%
No. 40	184.0	17.9	63.4	36.6	ARENA 57%
No. 200	197.6	19.2	82.6	17.4	FINOS 17%
Pasa No. 200	178.6	17.4	100.0		
SUMAS	1028.0	100.0			

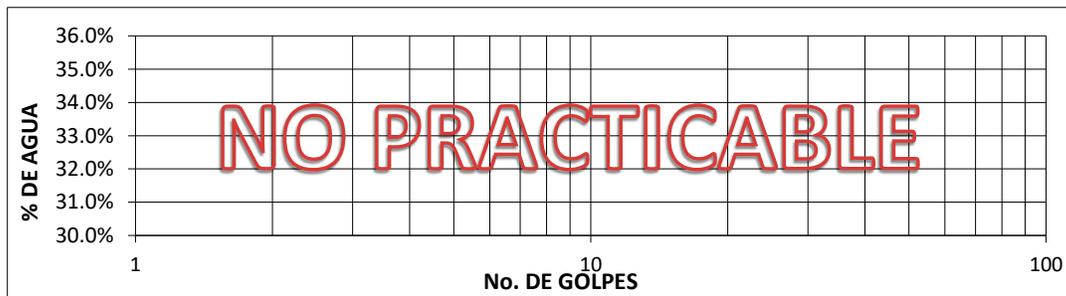


INFORME DE RESULTADOS DE LIMITES DE ATTERBERG ASTM D 4318-17			
Proyecto:* "CONSTRUCCIÓN DE PASO A DESNIVEL EN INTERSECCIÓN ENTRE LAS RUTAS CA04S - LIB04W, CARRETERA AL PUERTO DE LA LIBERTAD, SOBRE REDONDEL UTILA, MUNICIPIO DE SANTA TECLA, LA LIBERTAD."			
Solicitante:* GRUPO ECON, S.A. DE C.V.			
Ubicación:* DEPARTAMENTO DE LA LIBERTAD			
Procedencia del Material:* BARRENO SR- 3		profundidad:* 22.50 - 23.55 m	
Fecha de Ensayo: 25-nov-21	Laboratorista: C. TORRES	Revisó: N.E.C.R.	
Grano máximo Aproximado: 19.00 mm	Porcentaje Retenido en la malla No 40 (Aprox.): 63.4%	Contenido de agua de muestra como es recibida (%): ----	
Método de Preparación de la muestra:	<input type="checkbox"/> Húmedo <input type="checkbox"/> Secado al horno <input checked="" type="checkbox"/> Secado al aire	Método utilizado para remover las partículas mayores a la malla No.40:	<input type="checkbox"/> Con la mano <input checked="" type="checkbox"/> Tamizado (seco) <input type="checkbox"/> Lavado
Realización <input type="checkbox"/> Manual	Dispositivo para Lim. Liq.: <input type="checkbox"/> Manual	Herramienta de Ranurado: <input checked="" type="checkbox"/> Metálica	<input type="checkbox"/> Plástica
Lim. Plas.: <input type="checkbox"/> Dispositivo de rolado	<input checked="" type="checkbox"/> Mecánico		

	LIMITE LIQUIDO		LIMITE PLÁSTICO	
Prueba No.				
No. de Golpes				
Cápsula No.				
Peso Húmedo + Tara, g				
Peso Seco + Tara, g	NO PRACTICABLE		NO PRACTICABLE	
Peso Agua, g				
Peso Tara, g				
Peso Seco, g				
Contenido de Agua %				

(*) Información proporcionada por el solicitante

Los resultados corresponden al material proporcionado por el solicitante.

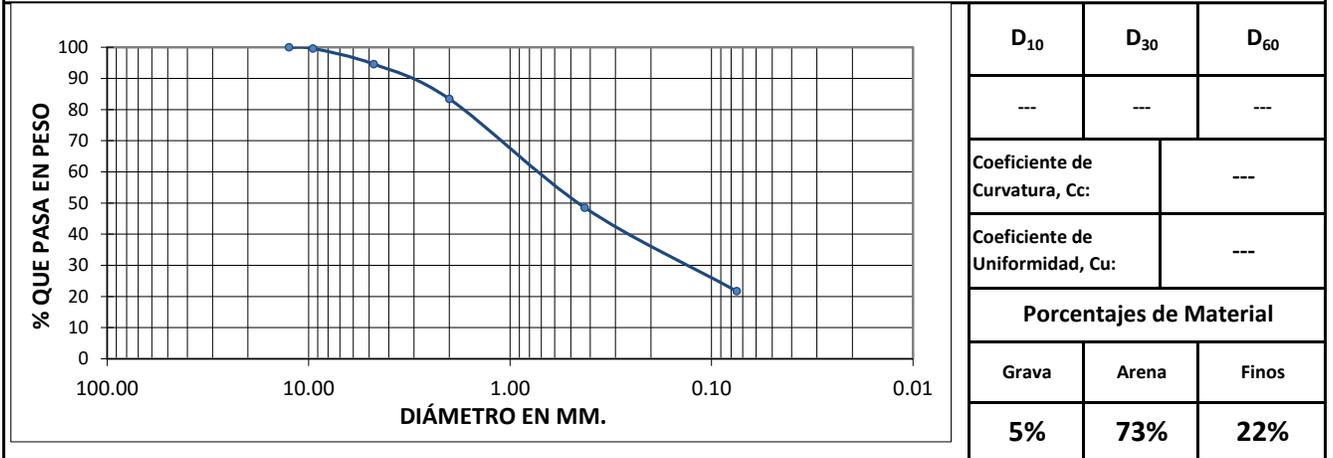


LIMITE LIQUIDO	----
LIMITE PLÁSTICO	----
ÍNDICE DE PLASTICIDAD	----

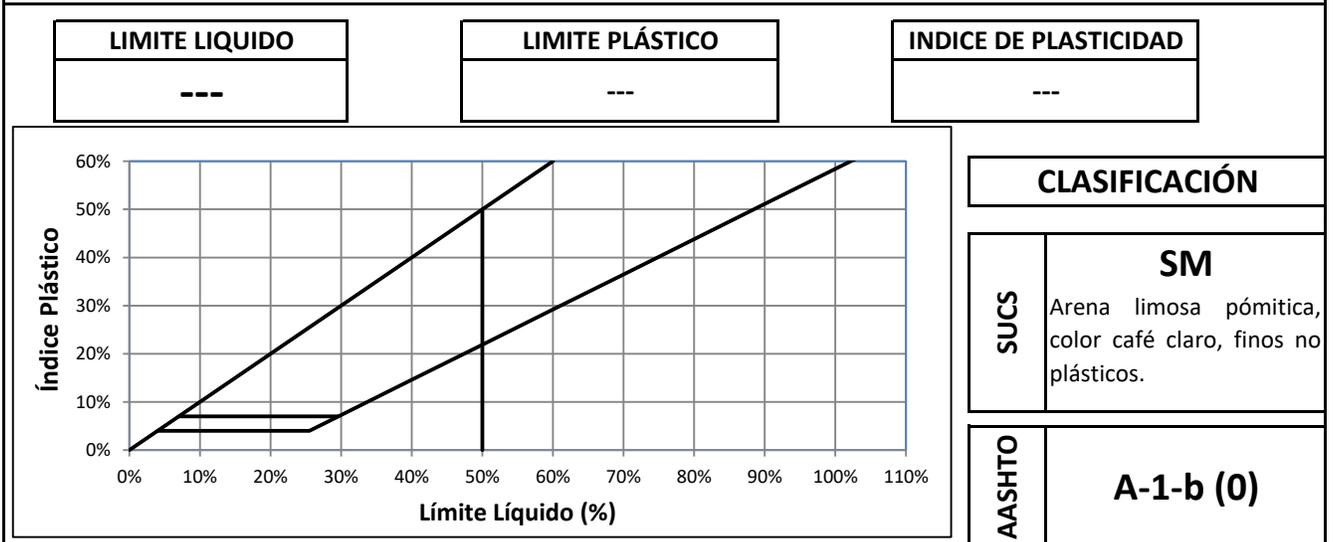
CLASIFICACIÓN DE SUELOS AASHTO M 145 (ASTM D 2487)

Proyecto: "CONSTRUCCIÓN DE PASO A DESNIVEL EN INTERSECCIÓN ENTRE LAS RUTAS CA04S - LIB04W, CARRETERA AL PUERTO DE LA LIBERTAD, SOBRE REDONDEL UTILA, MUNICIPIO DE SANTA TECLA, LA LIBERTAD."				
Solicitante: GRUPO ECON, S.A. DE C.V.				
Muestra No.: 15	Procedencia del Material: BARRENO SR - 3 Profundidad: 25.80 - 26.55 m		Coordenadas : N 13°39'46.70" O 89°16'39.71"	
Fecha de Ensayo: 6-dic-21	Fecha de Muestreo: 20-nov-21	Laboradorista: C. TORRES	Revisó: N.E.C.R.	

GRANULOMETRIA



LÍMITE LÍQUIDO, LÍMITE PLÁSTICO E ÍNDICE PLÁSTICO



ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO AASHTO T 27 (ASTM C 136)					
Proyecto: "CONSTRUCCIÓN DE PASO A DESNIVEL EN INTERSECCIÓN ENTRE LAS RUTAS CA04S - LIB04W, CARRETERA AL PUERTO DE LA LIBERTAD, SOBRE REDONDEL UTILA, MUNICIPIO DE SANTA TECLA, LA LIBERTAD."					
Solicitante: GRUPO ECON, S.A. DE C.V.					
Muestra No.: 15	Procedencia del Material: BARRENO SR- 3 Profundidad: 25.80 - 26.55 m			Coordenadas : N 13°39'46.70" O 89°16'39.71"	
Fecha de Ensayo: 25-nov-21	Fecha de Muestreo: 20-nov-21		Laboratorista: C. TORRES	Revisó: N.E.C.R.	

Peso Bruto (grs): 1,413.3 Tara (grs): 151.3 Peso Neto (grs): 1,262.0
MATERIAL GRUESO PSC (grs): 1,262.0

Malla	Peso Retenido Parcial (grs)	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% Que Pasa la Malla	Observaciones
2½"					Contenido de Humedad PH + Tara (grs): ---- PS + Tara (grs): ---- Humedad (grs): ---- PS Neto (grs): ---- Peso Tara (grs): ---- Humedad (%): ----
2"					
1½"					
1"					
¾"					
½"	0.0	0.0	0.0	100.0	
3/8"	5.0	0.4	0.4	99.6	
No. 4	62.5	5.0	5.4	94.6	
Pasa No. 4					
SUMAS					

MATERIAL TAMIZADO POR MALLA No. 4 Peso Neto (grs): --- PSC (grs): ---

Malla	Peso Retenido Parcial (grs)	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% Que Pasa la Malla	Observaciones
No. 10	141.6	11.2	16.6	83.4	GRAVA 5% ARENA 73% FINOS 22%
No. 40	440.8	34.9	51.5	48.5	
No. 200	338.3	26.8	78.3	21.7	
Pasa No. 200	273.8	21.7	100.0		
SUMAS	1262.0	100.0			

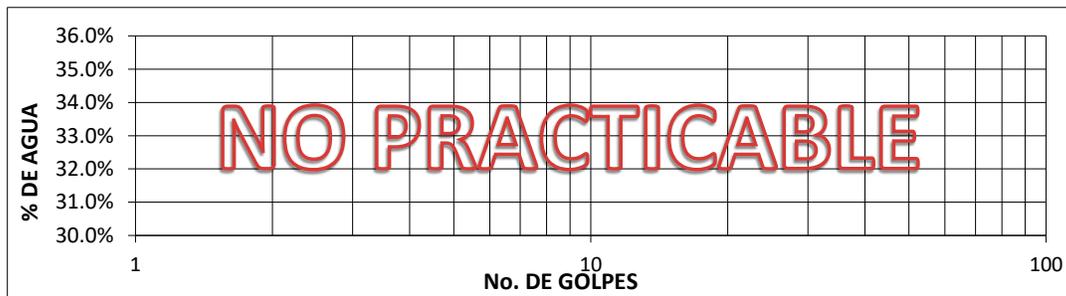


INFORME DE RESULTADOS DE LIMITES DE ATTERBERG ASTM D 4318-17			
Proyecto:* "CONSTRUCCIÓN DE PASO A DESNIVEL EN INTERSECCIÓN ENTRE LAS RUTAS CA04S - LIB04W, CARRETERA AL PUERTO DE LA LIBERTAD, SOBRE REDONDEL UTILA, MUNICIPIO DE SANTA TECLA, LA LIBERTAD."			
Solicitante:* GRUPO ECON, S.A. DE C.V.			
Ubicación:* DEPARTAMENTO DE LA LIBERTAD			
Procedencia del Material:* BARRENO SR- 3		profundidad:* 25.80 - 26.55 m	
Fecha de Ensayo: 25-nov-21	Laboratorista: C. TORRES	Revisó: N.E.C.R.	
Grano máximo Aproximado: 9.50 mm	Porcentaje Retenido en la malla No 40 (Aprox.): 51.5%	Contenido de agua de muestra como es recibida (%): ----	
Método de Preparación de la muestra:	<input type="checkbox"/> Húmedo <input type="checkbox"/> Secado al horno <input checked="" type="checkbox"/> Secado al aire	Método utilizado para remover las partículas mayores a la malla No.40:	<input type="checkbox"/> Con la mano <input checked="" type="checkbox"/> Tamizado (seco) <input type="checkbox"/> Lavado
Realización <input type="checkbox"/> Manual	Dispositivo para Lim. Liq.: <input checked="" type="checkbox"/> Manual	Herramienta de Ranurado: <input checked="" type="checkbox"/> Metálica	<input type="checkbox"/> Plástica
Lim. Plas.: <input type="checkbox"/> Dispositivo de rolado	<input type="checkbox"/> Mecánico		

	LIMITE LIQUIDO		LIMITE PLÁSTICO	
Prueba No.				
No. de Golpes				
Cápsula No.				
Peso Húmedo + Tara, g				
Peso Seco + Tara, g	NO PRACTICABLE		NO PRACTICABLE	
Peso Agua, g				
Peso Tara, g				
Peso Seco, g				
Contenido de Agua %				

(*) Información proporcionada por el solicitante

Los resultados corresponden al material proporcionado por el solicitante.

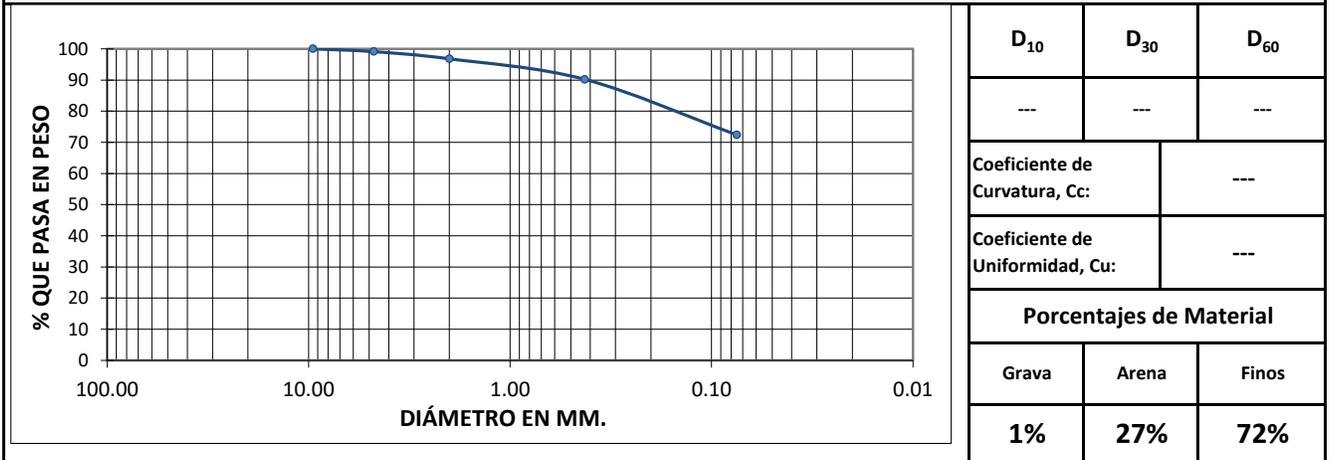


LIMITE LIQUIDO	----
LIMITE PLÁSTICO	----
ÍNDICE DE PLASTICIDAD	----

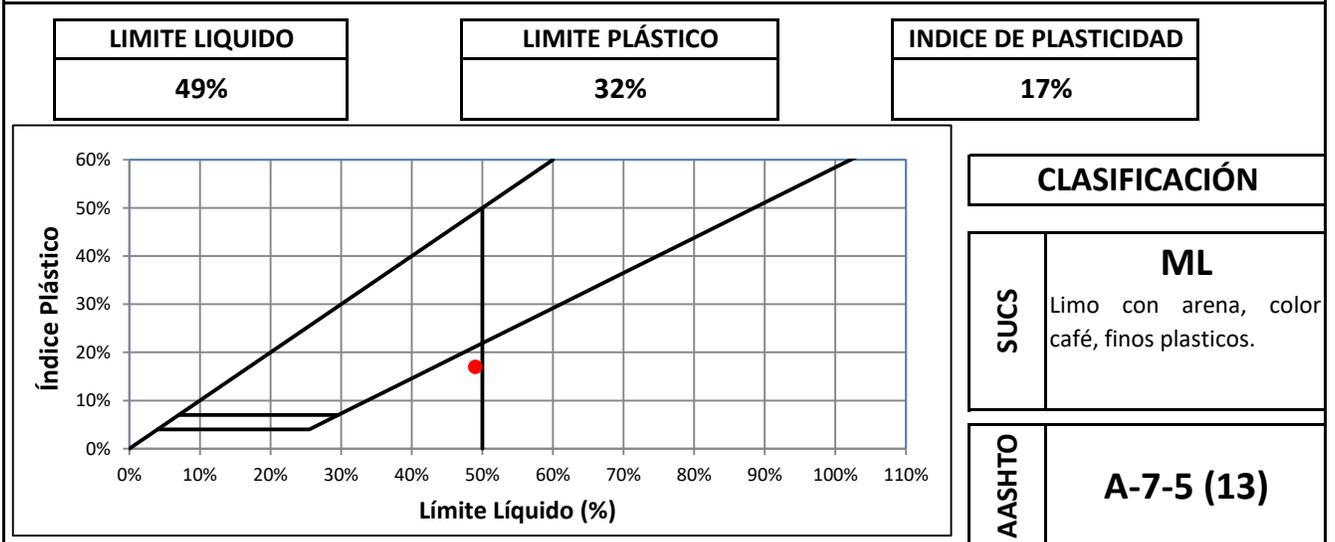
CLASIFICACIÓN DE SUELOS AASHTO M 145 (ASTM D 2487)

Proyecto: "CONSTRUCCIÓN DE PASO A DESNIVEL EN INTERSECCIÓN ENTRE LAS RUTAS CA04S - LIB04W, CARRETERA AL PUERTO DE LA LIBERTAD, SOBRE REDONDEL UTILA, MUNICIPIO DE SANTA TECLA, LA LIBERTAD."				
Solicitante: GRUPO ECON, S.A. DE C.V.				
Muestra No.: 16	Procedencia del Material: BARRENO SR - 3	Coordenadas : N 13°39'46.70"		
	Profundidad: 30.00 - 31.05 m	O 89°16'39.71"		
Fecha de Ensayo: 6-dic-21	Fecha de Muestreo: 21-nov-21	Laboratorista: C. TORRES	Revisó: N.E.C.R.	

GRANULOMETRIA



LÍMITE LÍQUIDO, LÍMITE PLÁSTICO E ÍNDICE PLÁSTICO



ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO AASHTO T 27 (ASTM C 136)					
Proyecto: "CONSTRUCCIÓN DE PASO A DESNIVEL EN INTERSECCIÓN ENTRE LAS RUTAS CA04S - LIB04W, CARRETERA AL PUERTO DE LA LIBERTAD, SOBRE REDONDEL UTILA, MUNICIPIO DE SANTA TECLA, LA LIBERTAD."					
Solicitante: GRUPO ECON, S.A. DE C.V.					
Muestra No.: 16	Procedencia del Material: BARRENO SR- 3 Profundidad: 30.00 - 31.05 m			Coordenadas : N 13°39'46.70" O 89°16'39.71"	
Fecha de Ensayo: 25-nov-21	Fecha de Muestreo: 21-nov-21	Laboratorista: C. TORRES	Revisó: N.E.C.R.		

Peso Bruto (grs): 1,187.8 Tara (grs): 165.8 Peso Neto (grs): 1,022.0
MATERIAL GRUESO PSC (grs): 1,022.0

Malla	Peso Retenido Parcial (grs)	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% Que Pasa la Malla	Observaciones
2½"					Contenido de Humedad PH + Tara (grs): ---- PS + Tara (grs): ---- Humedad (grs): ---- PS Neto (grs): ---- Peso Tara (grs): ---- Humedad (%): ----
2"					
1½"					
1"					
¾"					
½"					
3/8"	0.0	0.0	0.0	100.0	
No. 4	9.2	0.9	0.9	99.1	
Pasa No. 4					
SUMAS					

MATERIAL TAMIZADO POR MALLA No. 4 Peso Neto (grs): --- PSC (grs): ---

Malla	Peso Retenido Parcial (grs)	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% Que Pasa la Malla	Observaciones
No. 10	23.1	2.3	3.2	96.8	GRAVA 1%
No. 40	67.2	6.6	9.8	90.2	ARENA 27%
No. 200	182.4	17.8	27.6	72.4	FINOS 72%
Pasa No. 200	740.1	72.4	100.0	0.0	
SUMAS	1022.0	100.0			

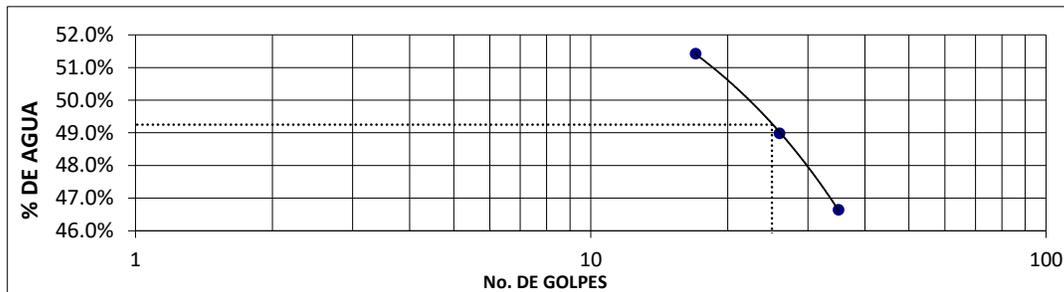


INFORME DE RESULTADOS DE LIMITE DE ATTERBERG ASTM D 4318-17					
Proyecto:* "CONSTRUCCIÓN DE PASO A DESNIVEL EN INTERSECCIÓN ENTRE LAS RUTAS CA04S - LIB04W, CARRETERA AL PUERTO DE LA LIBERTAD, SOBRE REDONDEL UTILA, MUNICIPIO DE SANTA TECLA, LA LIBERTAD."					
Solicitante:* GRUPO ECON, S.A. DE C.V.					
Ubicación:* DEPARTAMENTO DE LA LIBERTAD					
Procedencia del Material:* BARRENO SR- 3			profundidad:* 30.00 - 31.05 m		
Fecha de Ensayo: 25-nov-21		Laboratorista: D. FUENTES		Revisó: N.E.C.R.	
Grano máximo 9.50 mm		Porcentaje Retenido en la malla No 40 (Aprox.): 9.8%		Contenido de agua de muestra como es recibida (%): ----	
Método de Preparación de la muestra:		Método utilizado para remover las partículas mayores a la malla No.40:			
<input type="checkbox"/> Húmedo		<input type="checkbox"/> Con la mano			
<input type="checkbox"/> Secado al horno		<input checked="" type="checkbox"/> Tamizado (seco)			
<input checked="" type="checkbox"/> Secado al aire		<input type="checkbox"/> Lavado			
Realización <input checked="" type="checkbox"/> Manual		Dispositivo para Lim. Liq.: <input type="checkbox"/> Manual		Herramienta de Ranurado: <input checked="" type="checkbox"/> Metálica	
Lim. Plas.: <input type="checkbox"/> Dispositivo de rolado		<input checked="" type="checkbox"/> Mecánico		<input type="checkbox"/> Plástica	

Prueba No.	LIMITE LIQUIDO			LIMITE PLÁSTICO	
	1	2	3	1	2
No. de Golpes	35	26	17		
Cápsula No.	16	48	23	100	52
Peso Húmedo + Tara, g	24.15	24.58	24.54	20.88	20.67
Peso Seco + Tara, g	20.95	21.20	21.11	19.33	19.13
Peso Agua, g	3.20	3.38	3.43	1.55	1.54
Peso Tara, g	14.09	14.30	14.44	14.48	14.33
Peso Seco, g	6.86	6.90	6.67	4.85	4.80
Contenido de Agua %	46.6%	49.0%	51.4%	32.0%	32.1%

(*) Información proporcionada por el solicitante

Los resultados corresponden al material proporcionado por el solicitante

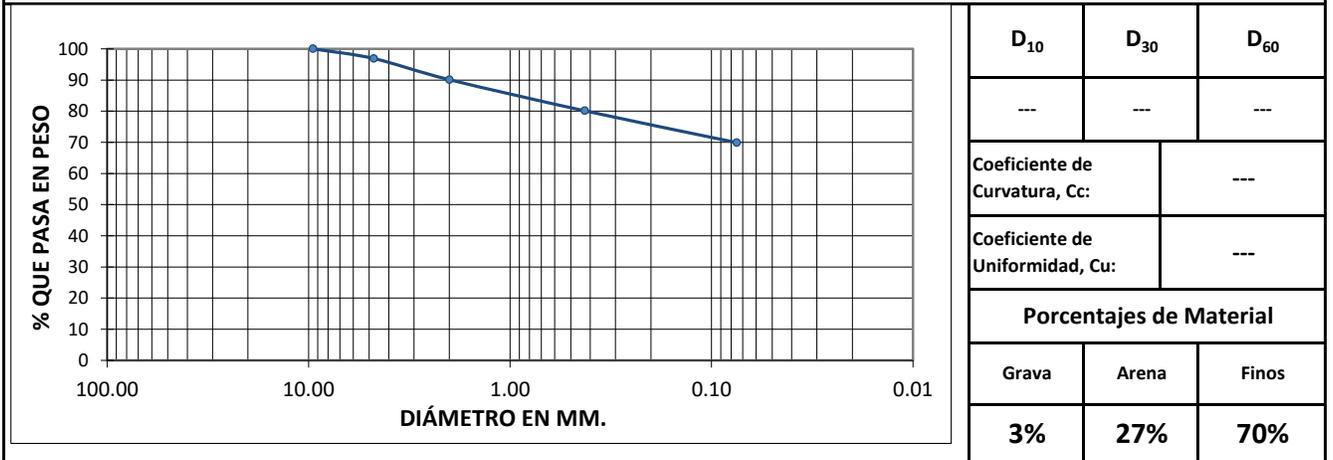


LIMITE LIQUIDO	49%
LIMITE PLÁSTICO	32%
ÍNDICE DE PLASTICIDAD	17%

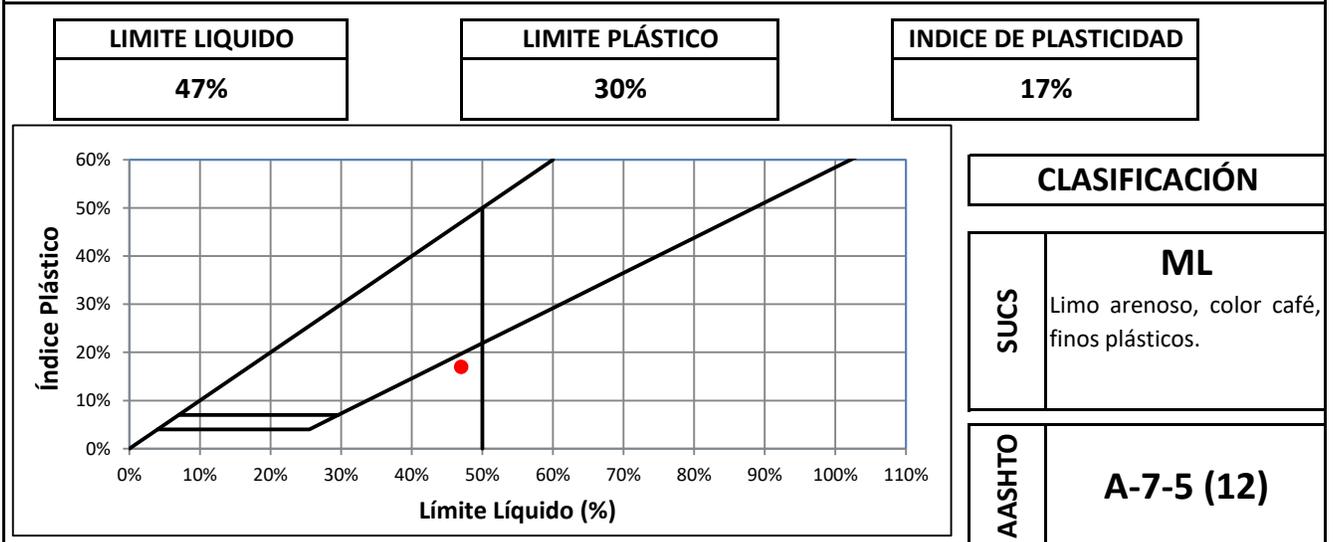
CLASIFICACIÓN DE SUELOS AASHTO M 145 (ASTM D 2487)

Proyecto: "CONSTRUCCIÓN DE PASO A DESNIVEL EN INTERSECCIÓN ENTRE LAS RUTAS CA04S - LIB04W, CARRETERA AL PUERTO DE LA LIBERTAD, SOBRE REDONDEL UTILA, MUNICIPIO DE SANTA TECLA, LA LIBERTAD."				
Solicitante: GRUPO ECON, S.A. DE C.V.				
Muestra No.: 17	Procedencia del Material: BARRENO SR - 3	Coordenadas : N 13°39'46.70"		
	Profundidad: 35.30 - 35.55 m	O 89°16'39.71"		
Fecha de Ensayo: 6-dic-21	Fecha de Muestreo: 21-nov-21	Laboratorista: C. TORRES	Revisó: N.E.C.R.	

GRANULOMETRIA



LÍMITE LÍQUIDO, LÍMITE PLÁSTICO E ÍNDICE PLÁSTICO



ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO AASHTO T 27 (ASTM C 136)					
Proyecto: "CONSTRUCCIÓN DE PASO A DESNIVEL EN INTERSECCIÓN ENTRE LAS RUTAS CA04S - LIB04W, CARRETERA AL PUERTO DE LA LIBERTAD, SOBRE REDONDEL UTILA, MUNICIPIO DE SANTA TECLA, LA LIBERTAD."					
Solicitante: GRUPO ECON, S.A. DE C.V.					
Muestra No.: 17	Procedencia del Material: BARRENO SR- 3 Profundidad: 35.30 - 35.55 m			Coordenadas : N 13°39'46.70" O 89°16'39.71"	
Fecha de Ensayo: 25-nov-21	Fecha de Muestreo: 21-nov-21		Laboratorista: C. TORRES	Revisó: N.E.C.R.	

Peso Bruto (grs): 1,111.3 Tara (grs): 140.0 Peso Neto (grs): 971.3
MATERIAL GRUESO PSC (grs): 971.3

Malla	Peso Retenido Parcial (grs)	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% Que Pasa la Malla	Observaciones
2½"					Contenido de Humedad PH + Tara (grs): ---- PS + Tara (grs): ---- Humedad (grs): ---- PS Neto (grs): ---- Peso Tara (grs): ---- Humedad (%): ----
2"					
1½"					
1"					
¾"					
½"					
3/8"	0.0	0.0	0.0	100.0	
No. 4	30.5	3.1	3.1	96.9	
Pasa No. 4					
SUMAS					

MATERIAL TAMIZADO POR MALLA No. 4 Peso Neto (grs): --- PSC (grs): ---

Malla	Peso Retenido Parcial (grs)	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% Que Pasa la Malla	Observaciones
No. 10	66.2	6.8	9.9	90.1	GRAVA 3% ARENA 27% FINOS 70%
No. 40	97.4	10.0	19.9	80.1	
No. 200	98.7	10.2	30.1	69.9	
Pasa No. 200	678.5	69.9	100.0	0.0	
SUMAS	971.3	100.0			

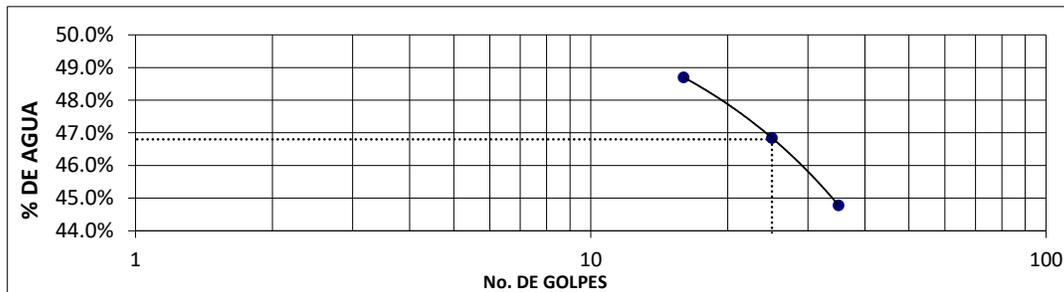


INFORME DE RESULTADOS DE LIMITES DE ATTERBERG ASTM D 4318-17					
Proyecto:* "CONSTRUCCIÓN DE PASO A DESNIVEL EN INTERSECCIÓN ENTRE LAS RUTAS CA04S - LIB04W, CARRETERA AL PUERTO DE LA LIBERTAD, SOBRE REDONDEL UTILA, MUNICIPIO DE SANTA TECLA, LA LIBERTAD."					
Solicitante:* GRUPO ECON, S.A. DE C.V.					
Ubicación:* DEPARTAMENTO DE LA LIBERTAD					
Procedencia del Material:* BARRENO SR- 3			profundidad:* 35.30 - 35.55 m		
Fecha de Ensayo: 26-nov-21		Laboratorista: D. FUENTES		Revisó: N.E.C.R.	
Grano máximo 9.50 mm		Porcentaje Retenido en la malla No 40 (Aprox.): 19.9%		Contenido de agua de muestra como es recibida (%): ----	
Método de Preparación de la muestra:		Método utilizado para remover las partículas mayores a la malla No.40:			
<input type="checkbox"/> Húmedo		<input type="checkbox"/> Con la mano			
<input type="checkbox"/> Secado al horno		<input checked="" type="checkbox"/> Tamizado (seco)			
<input checked="" type="checkbox"/> Secado al aire		<input type="checkbox"/> Lavado			
Realización <input checked="" type="checkbox"/> Manual		Dispositivo para Lim. Liq.: <input type="checkbox"/> Manual		Herramienta de Ranurado: <input checked="" type="checkbox"/> Metálica	
Lim. Plas.: <input type="checkbox"/> Dispositivo de rolado		<input checked="" type="checkbox"/> Mecánico		<input type="checkbox"/> Plástica	

Prueba No.	LIMITE LIQUIDO			LIMITE PLÁSTICO	
	1	2	3	1	2
No. de Golpes	35	25	16		
Cápsula No.	29	55	30	44	1
Peso Húmedo + Tara, g	24.80	24.71	24.75	20.78	20.44
Peso Seco + Tara, g	21.58	21.37	21.38	19.25	18.98
Peso Agua, g	3.22	3.34	3.37	1.53	1.46
Peso Tara, g	14.39	14.24	14.46	14.18	14.09
Peso Seco, g	7.19	7.13	6.92	5.07	4.89
Contenido de Agua %	44.8%	46.8%	48.7%	30.2%	29.9%

(*) Información proporcionada por el solicitante

Los resultados corresponden al material proporcionado por el solicitante



LIMITE LIQUIDO	47%
LIMITE PLÁSTICO	30%
ÍNDICE DE PLASTICIDAD	17%

CONTENIDO DE MATERIA ORGÁNICA DE LOS SUELOS ASTM D 2974					
Proyecto: "CONSTRUCCIÓN DE PASO A DESNIVEL EN INTERSECCIÓN ENTRE LAS RUTAS CA04S - LIB04W, CARRETERA AL PUERTO DE LA LIBERTAD, SOBRE REDONDEL UTILA, MUNICIPIO DE SANTA TECLA, LA LIBERTAD."					
Solicitante: GRUPO ECON, S.A. DE C.V.					
Muestra No.: ---	Procedencia del Material: BARRENO SR-3			Coordenadas: N 13°39'46.70" O 89°16'39.71"	
Fecha de Ensayo: 24-nov-21	Fecha de Muestreo: 19-nov-21	Laboratorista: C. TORRES	Revisó N.E.C.R.		

CONTENIDO DE HUMEDAD (Método A)

PROFUNDIDAD (m)	3.00 - 4.05	5.50 - 5.55		
RECIPIENTE No.	89	31		
PESO SUELO HUMEDO + TARA (grs.)	148.10	121.16		
PESO SUELO SECO + TARA (grs)	115.45	96.90		
TARA	13.95	12.90		
PESO SUELO HUMEDO - TARA (A) (grs.)	134.15	108.26		
PESO SUELO SECO - TARA (B) (grs)	101.50	84.00		
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	32.2	28.9		

CONTENIDO DE HUMEDAD (Método C)

RECIPIENTE No.	Y	G		
PESO SUELO SECO + TARA (grs)	137.26	128.58		
PESO SUELO CALCINADO + TARA (grs)	132.69	124.86		
TARA (grs)	57.40	72.04		
PESO SUELO CALCINADO - TARA grs. (C)	75.29	52.82		
% DE CENIZA, C X 100 / B (D)	94.28	93.42		
% DE MATERIA ORGANICA (100-D)	5.7	6.6		

Observaciones: ---

DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD DE LOS SUELOS ASTM D 2216

Proyecto :	"CONSTRUCCIÓN DE PASO A DESNIVEL EN INTERSECCIÓN ENTRE LAS RUTAS CA04S - LIB04W, CARRETERA AL PUERTO DE LA LIBERTAD, SOBRE REDONDEL UTILA, MUNICIPIO DE SANTA TECLA, LA LIBERTAD."	
Solicitante :	GRUPO ECON S.A. DE C.V.	
Fecha de ensayo :	23-nov-21	Actividad: HUMEDAD NATURAL DEL SUELO

Procedencia	BARRENO SR-3			
	1.05 - 1.50	2.55 - 3.00	4.05 - 4.50	5.55 - 6.00
Profundidad (m)	SPT No.1	SPT No.2	SPT No.3	SPT No.4
Peso humedo + tara	117.14	105.40	120.19	130.00
Peso seco + tara	96.86	84.47	88.74	93.40
Peso de agua	20.3	20.9	31.5	36.6
Peso de tara	12.60	15.10	12.50	12.80
Peso seco	84.3	69.4	76.2	80.6
humedad %	24.1	30.2	41.3	45.4

Procedencia	BARRENO SR-3			
	7.05 - 7.15	8.55 - 9.00	10.05 - 10.50	11.55 - 12.00
Profundidad (m)	SPT No.5	SPT No.6	SPT No.7	SPT No.8
Peso humedo + tara	127.44	142.11	134.71	125.58
Peso seco + tara	103.88	114.88	99.41	95.25
Peso de agua	23.6	27.2	35.3	30.3
Peso de tara	13.10	13.00	13.30	13.80
Peso seco	90.8	101.9	86.1	81.5
humedad %	26.0	26.7	41.0	37.2

Procedencia	BARRENO SR-3			
	13.05 - 13.50	14.55 - 15.00	16.05 - 16.50	17.55 - 18.00
Profundidad (m)	SPT No.9	SPT No.10	SPT No.11	SPT No.12
Peso humedo + tara	121.46	110.04	120.61	122.61
Peso seco + tara	93.77	83.09	90.30	84.25
Peso de agua	27.7	27.0	30.3	38.4
Peso de tara	13.10	13.30	13.30	13.00
Peso seco	80.7	69.8	77.0	71.3
humedad %	34.3	38.6	39.4	53.8

Observaciones: ----

DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD DE LOS SUELOS ASTM D 2216

Proyecto :	"CONSTRUCCIÓN DE PASO A DESNIVEL EN INTERSECCIÓN ENTRE LAS RUTAS CA04S - LIB04W, CARRETERA AL PUERTO DE LA LIBERTAD, SOBRE REDONDEL UTILA, MUNICIPIO DE SANTA TECLA, LA LIBERTAD."		
Solicitante :	GRUPO ECON S.A. DE C.V.		
Fecha de ensayo :	23-nov-21	Actividad: HUMEDAD NATURAL DEL SUELO	

Procedencia	BARRENO SR-3			
Profundidad (m)	19.05 - 19.50	20.55 - 21.00	22.05 - 22.50	23.55 - 24.00
	SPT No.13	SPT No.14	SPT No.15	SPT No.16
Peso humedo + tara	117.25	116.56	126.42	118.44
Peso seco + tara	84.66	87.91	96.51	83.27
Peso de agua	32.6	28.7	29.9	35.2
Peso de tara	13.10	13.10	12.90	13.30
Peso seco	71.6	74.8	83.6	70.0
humedad %	45.5	38.3	35.8	50.3

Procedencia	BARRENO SR-3			
Profundidad (m)	25.05 - 25.50	26.55 - 27.00	28.05 - 28.50	29.55 - 30.00
	SPT No.17	SPT No. 18	SPT No.19	SPT No.20
Peso humedo + tara	93.80	109.15	117.66	141.17
Peso seco + tara	58.29	80.62	77.82	96.86
Peso de agua	35.5	28.5	39.8	44.3
Peso de tara	15.20	12.80	13.12	13.00
Peso seco	43.1	67.8	64.7	83.9
humedad %	82.4	42.1	61.6	52.8

Procedencia	BARRENO SR-3			
Profundidad (m)	31.05 - 31.50	32.55 - 33.00	34.05 - 34.50	35.55 - 36.00
	SPT No.21	SPT No.22	SPT No.23	SPT No.24
Peso humedo + tara	120.00	133.59	120.30	121.47
Peso seco + tara	73.44	96.87	77.30	61.83
Peso de agua	46.6	36.7	43.0	59.6
Peso de tara	12.70	12.90	13.20	14.40
Peso seco	60.7	84.0	64.1	47.4
humedad %	76.7	43.7	67.1	125.7

Observaciones: ----

DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD DE LOS SUELOS ASTM D 2216

Proyecto :	"CONSTRUCCIÓN DE PASO A DESNIVEL EN INTERSECCIÓN ENTRE LAS RUTAS CA04S - LIB04W, CARRETERA AL PUERTO DE LA LIBERTAD, SOBRE REDONDEL UTILA, MUNICIPIO DE SANTA TECLA, LA LIBERTAD."		
Solicitante :	GRUPO ECON S.A. DE C.V.		
Fecha de ensayo :	23-nov-21	Actividad: HUMEDAD NATURAL DEL SUELO	

Procedencia	BARRENO SR-3			
Profundidad (m)	37.05 - 37.50	---	---	---
	SPT No.25	---	---	---
Peso humedo + tara	138.30	---	---	---
Peso seco + tara	94.11	---	---	---
Peso de agua	44.2	---	---	---
Peso de tara	13.00	---	---	---
Peso seco	81.1	---	---	---
humedad %	54.5	---	---	---

Observaciones: ----

**REPORTE DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE NÚCLEOS DE CONCRETO
ASTM C 39**

SOLICITANTE GRUPO ECON, S.A. DE C.V.
 PROYECTO CONSTRUCCIÓN DE PASO A DESNIVEL EN INTERSECCIÓN ENTRE LAS RUTAS CA04S - LIB04W, CARRETERA AL PUERTO DE LA LIBERTAD, SOBRE REDONDEL UTILA, MUNICIPIO DE SANTA TECLA, LA LIBERTAD.
 ASUNTO ENSAYOS A NÚCLEOS DE ROCA
 FECHA ENSAYO 24 DE NOVIEMBRE DE 2021
 REPORTE No. 1

RESULTADOS DE LABORATORIO

Núcleo No	Fecha de Ensayo	Diametro (cm)	Altura (cm)	H/D	Factor de Corrección	Carga (kg)	Peso Vol. (Ton/m3)	Esf. Rupt. (kg/cm ²)	Esf. Rupt. Corregido (kg/cm ²)	Elemento Estructural Colado
1	24/11/21	6.00	12.17	2.03	1.00	735.0	2.08	26.0	26.0	ROCA. SR-3. 6.90 - 7.05 m.

OBSERVACIONES:

Núcleos de Roca, ensayados conforme ASTM C 39-18.

Núcleos de Roca, procedete de SR-3, profundidad 6.90 - 7.05 m.

Rocas proporcionadas por el solicitante.

DETERMINACIÓN DEL PESO VOLUMÉTRICO DE LOS SUELOS ASTM D 7263	
Proyecto :	"CONSTRUCCIÓN DE PASO A DESNIVEL EN INTERSECCIÓN ENTRE LAS RUTAS CA04S - LIB04W, CARRETERA AL PUERTO DE LA LIBERTAD, SOBRE REDONDEL UTILA, MUNICIPIO DE SANTA TECLA, LA LIBERTAD."
Solicitante :	GRUPO ECON S.A. DE C.V.
Fecha ensayo : 25-nov-21	Fecha Muestre: 19-nov-21

SONDEO No	BARRENO SR-3		
PROFUNDIDAD (m)	6.90 - 7.05		
PESO SUELO HUMEDO (grs.)	716.10		
PESO SUELO SECO (grs)	568.78		
HUMEDAD %	25.90		
DIAMETRO (cm)	6.00	6.00	6.00
DIAMETRO PROMEDIO (cm)	6.00		
ALTURA (cm)	12.10	12.20	12.20
ALTURA PROMEDIO (cm)	12.17		
AREA (cm ²)	28.27		
VOLUMEN (cm ³)	344.01		
PESO VOUMÉTRICO HUMEDO (gr/cm ³)	2.082		
PESO VOLUMÉTRICO SECO (gr/cm ³)	1.653		

Observaciones: Método utilizado: "B".

DETERMINACIÓN DEL PESO VOLUMÉTRICO DE LOS SUELOS ASTM D 7263	
Proyecto :	"CONSTRUCCIÓN DE PASO A DESNIVEL EN INTERSECCIÓN ENTRE LAS RUTAS CA04S - LIB04W, CARRETERA AL PUERTO DE LA LIBERTAD, SOBRE REDONDEL UTILA, MUNICIPIO DE SANTA TECLA, LA LIBERTAD."
Solicitante :	GRUPO ECON S.A. DE C.V.
Fecha ensayo : 25-nov-21	Fecha Muestre: 21-nov-21

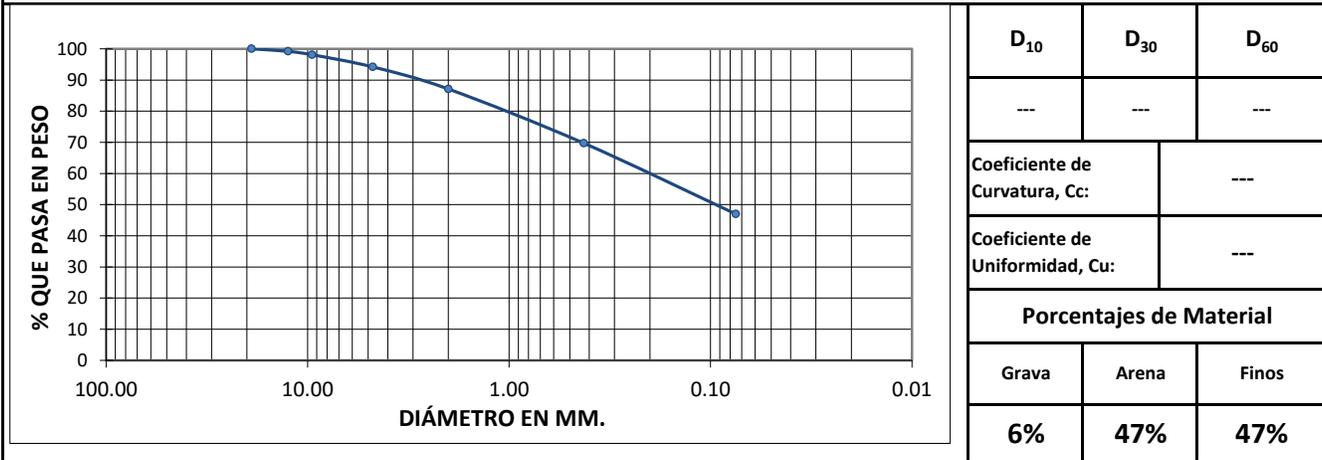
SONDEO No	BARRENO SR-3		
PROFUNDIDAD (m)	36.15 - 36.25		
PESO SUELO HUMEDO (grs.)	459.20		
PESO SUELO SECO (grs)	327.29		
HUMEDAD %	40.30		
DIAMETRO (cm)	6.00	6.00	6.00
DIAMETRO PROMEDIO (cm)	6.00		
ALTURA (cm)	8.40	8.30	8.30
ALTURA PROMEDIO (cm)	8.33		
AREA (cm ²)	28.27		
VOLUMEN (cm ³)	235.62		
PESO VOUMÉTRICO HUMEDO (gr/cm ³)	1.949		
PESO VOLUMÉTRICO SECO (gr/cm ³)	1.389		

Observaciones: Método utilizado: "B".

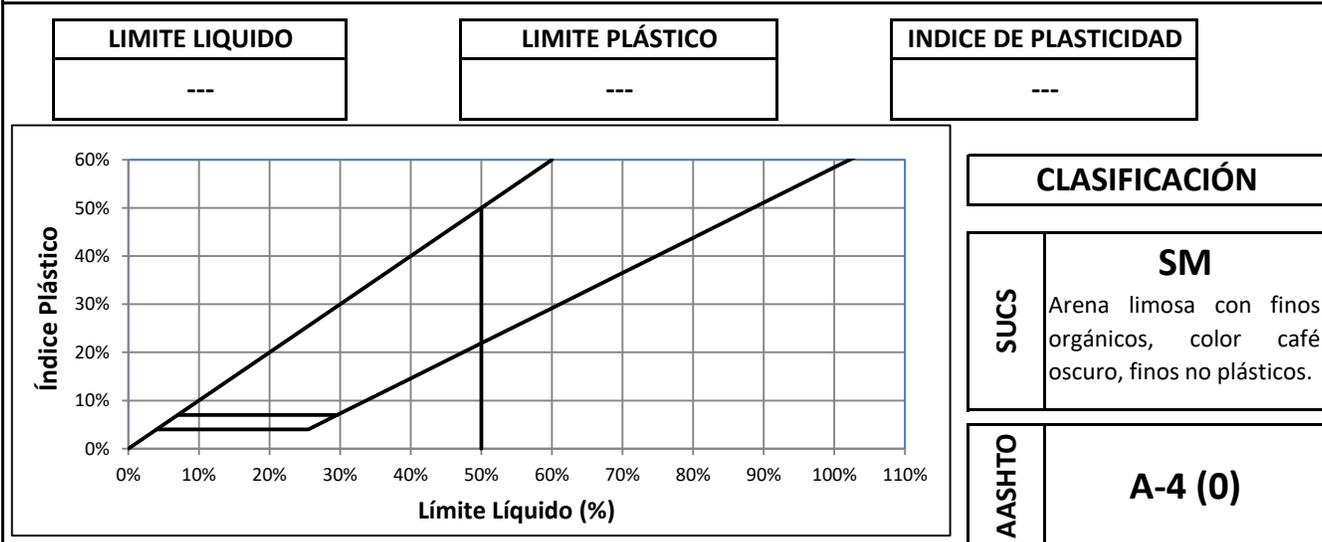
CLASIFICACIÓN DE SUELOS AASHTO M 145 (ASTM D 2487)

Proyecto: "CONSTRUCCIÓN DE PASO A DESNIVEL EN INTERSECCIÓN ENTRE LAS RUTAS CA04S - LIB04W, CARRETERA AL PUERTO DE LA LIBERTAD, SOBRE REDONDEL UTILA, MUNICIPIO DE SANTA TECLA, LA LIBERTAD."				
Solicitante: GRUPO ECON, S.A. DE C.V.				
Muestra No.: 1	Procedencia del Material: BARRENO SR - 4	Coordenadas : N 13°39'47.00"		
	Profundidad: 0.20 - 0.80 m	O 89°16'38.94"		
Fecha de Ensayo: 6-dic-21	Fecha de Muestreo: 28-nov-21	Laboratorista: C. TORRES	Revisó: N.E.C.R.	

GRANULOMETRIA



LÍMITE LÍQUIDO, LÍMITE PLÁSTICO E ÍNDICE PLÁSTICO



ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO AASHTO T 27 (ASTM C 136)					
Proyecto: "CONSTRUCCIÓN DE PASO A DESNIVEL EN INTERSECCIÓN ENTRE LAS RUTAS CA04S - LIB04W, CARRETERA AL PUERTO DE LA LIBERTAD, SOBRE REDONDEL UTILA, MUNICIPIO DE SANTA TECLA, LA LIBERTAD."					
Solicitante: GRUPO ECON, S.A. DE C.V.					
Muestra No.: 1	Procedencia del Material: BARRENO SR- 4 Profundidad: 0.20 - 0.80 m			Coordenadas : N 13°39'47.00" O 89°16'38.94"	
Fecha de Ensayo: 2-dic-21	Fecha de Muestreo: 28-nov-21		Laboratorista: C. TORRES	Revisó: N.E.C.R.	

Peso Bruto (grs): 1,252.5 Tara (grs): 163.8 Peso Neto (grs): 1,088.7
MATERIAL GRUESO PSC (grs): 1,088.7

Malla	Peso Retenido Parcial (grs)	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% Que Pasa la Malla	Observaciones
2½"					Contenido de Humedad PH + Tara (grs): ---- PS + Tara (grs): ---- Humedad (grs): ---- PS Neto (grs): ---- Peso Tara (grs): ---- Humedad (%): ----
2"					
1½"					
1"					
¾"	0.0	0.0	0.0	100.0	
½"	9.0	0.8	0.8	99.2	
3/8"	12.3	1.1	1.9	98.1	
No. 4	42.6	3.9	5.8	94.2	
Pasa No. 4					
SUMAS					

MATERIAL TAMIZADO POR MALLA No. 4 Peso Neto (grs): --- PSC (grs): ---

Malla	Peso Retenido Parcial (grs)	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% Que Pasa la Malla	Observaciones
No. 10	76.9	7.1	12.9	87.1	GRAVA 6% ARENA 47% FINOS 47%
No. 40	188.9	17.4	30.3	69.7	
No. 200	247.4	22.7	53.0	47.0	
Pasa No. 200	511.6	47.0	100.0		
SUMAS	1088.7	100.0			

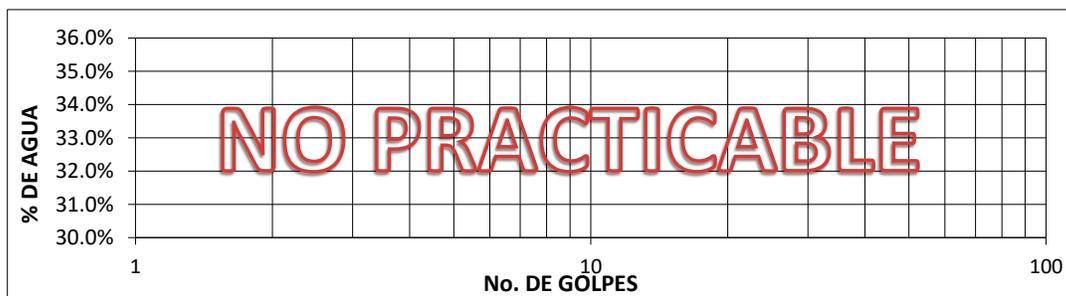


INFORME DE RESULTADOS DE LIMITE DE ATTERBERG ASTM D 4318-17			
Proyecto:* "CONSTRUCCIÓN DE PASO A DESNIVEL EN INTERSECCIÓN ENTRE LAS RUTAS CA04S - LIB04W, CARRETERA AL PUERTO DE LA LIBERTAD, SOBRE REDONDEL UTILA, MUNICIPIO DE SANTA TECLA, LA LIBERTAD."			
Solicitante:* GRUPO ECON, S.A. DE C.V.			
Ubicación:* DEPARTAMENTO DE LA LIBERTAD			
Procedencia del Material:* BARRENO SR- 4		profundidad:* 0.20 - 0.80 m	
Fecha de Ensayo: 2-dic-21	Laboratorista: DENIS FUENTES	Revisó: N.E.C.R.	
Grano máximo Aproximado: 12.50 mm	Porcentaje Retenido en la malla No 40 (Aprox.): 30.3%	Contenido de agua de muestra como es recibida (%): ----	
Método de Preparación de la muestra:	<input type="checkbox"/> Húmedo <input type="checkbox"/> Secado al horno <input checked="" type="checkbox"/> Secado al aire	Método utilizado para remover las partículas mayores a la malla No.40:	<input type="checkbox"/> Con la mano <input checked="" type="checkbox"/> Tamizado (seco) <input type="checkbox"/> Lavado
Realización <input checked="" type="checkbox"/> Manual	Dispositivo para Lim. Liq.: <input type="checkbox"/> Manual	Herramienta de Ranurado: <input checked="" type="checkbox"/> Metálica	<input type="checkbox"/> Plástica
Lim. Plas.: <input type="checkbox"/> Dispositivo de rolado	<input checked="" type="checkbox"/> Mecánico		

	LIMITE LIQUIDO		LIMITE PLÁSTICO	
Prueba No.				
No. de Golpes				
Cápsula No.				
Peso Húmedo + Tara, g				
Peso Seco + Tara, g	NO PRACTICABLE		NO PRACTICABLE	
Peso Agua, g				
Peso Tara, g				
Peso Seco, g				
Contenido de Agua %				

(*) Información proporcionada por el solicitante

Los resultados corresponden al material proporcionado por el solicitante.



LIMITE LIQUIDO	---
LIMITE PLÁSTICO	---
ÍNDICE DE PLASTICIDAD	---

CONTENIDO DE MATERIA ORGÁNICA DE LOS SUELOS ASTM D 2974				
Proyecto: "CONSTRUCCIÓN DE PASO A DESNIVEL EN INTERSECCIÓN ENTRE LAS RUTAS CA04S - LIB04W, CARRETERA AL PUERTO DE LA LIBERTAD, SOBRE REDONDEL UTILA, MUNICIPIO DE SANTA TECLA, LA LIBERTAD."				
Solicitante: GRUPO ECON, S.A. DE C.V.				
Muestra No.: 1	Procedencia del Material: BARRENO SR- 4.	Coordenadas : N 13°39'47.00"		
	Profundidad: 0.20 - 0.80 m	O 89°16'38.94"		
Fecha de Ensayo: 3-dic-21	Fecha de Muestreo: 28-nov-21	Laboratorista: C. TORRES	Revisó: N.E.C.R.	

CONTENIDO DE HUMEDAD (Método A)

MUESTRA No	1			
RECIPIENTE No.	---			
PESO SUELO HUMEDO + TARA (grs.)	155.90			
PESO SUELO SECO + TARA (grs)	119.10			
TARA	13.50			
PESO SUELO HUMEDO - TARA (A) (grs.)	142.40			
PESO SUELO SECO - TARA (B) (grs)	105.60			
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	34.8			

CONTENIDO DE HUMEDAD (Método C)

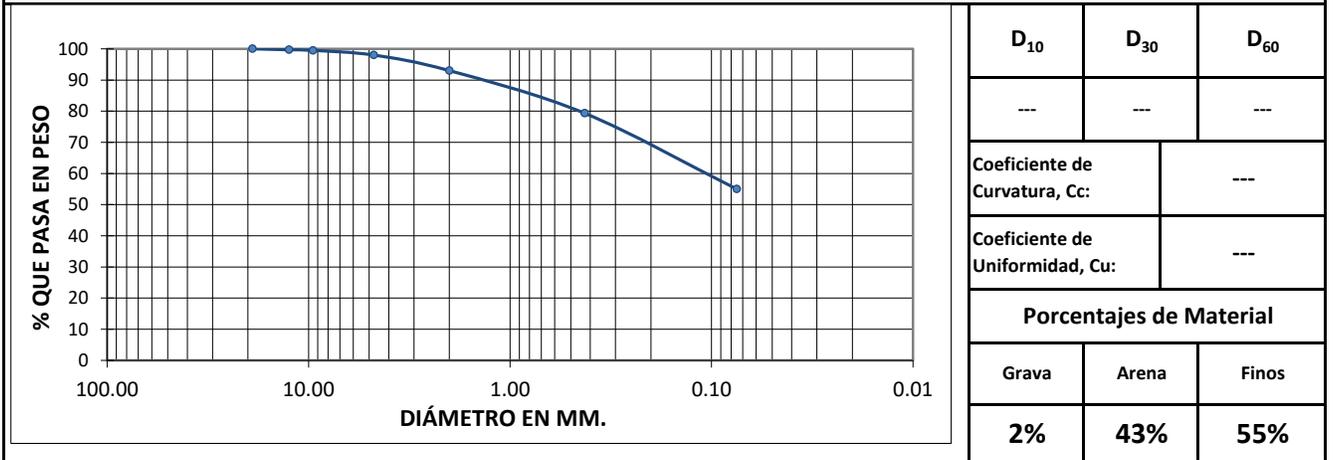
RECIPIENTE No.	1-A			
PESO SUELO SECO + TARA (grs)	88.11			
PESO SUELO CALCINADO + TARA (grs)	86.24			
TARA (grs)	34.26			
PESO SUELO CALCINADO - TARA grs. (C)	51.98			
% DE CENIZA, C X 100 / B (D)	96.53			
% DE MATERIA ORGANICA (100-D)	3.5			

Observaciones: ---

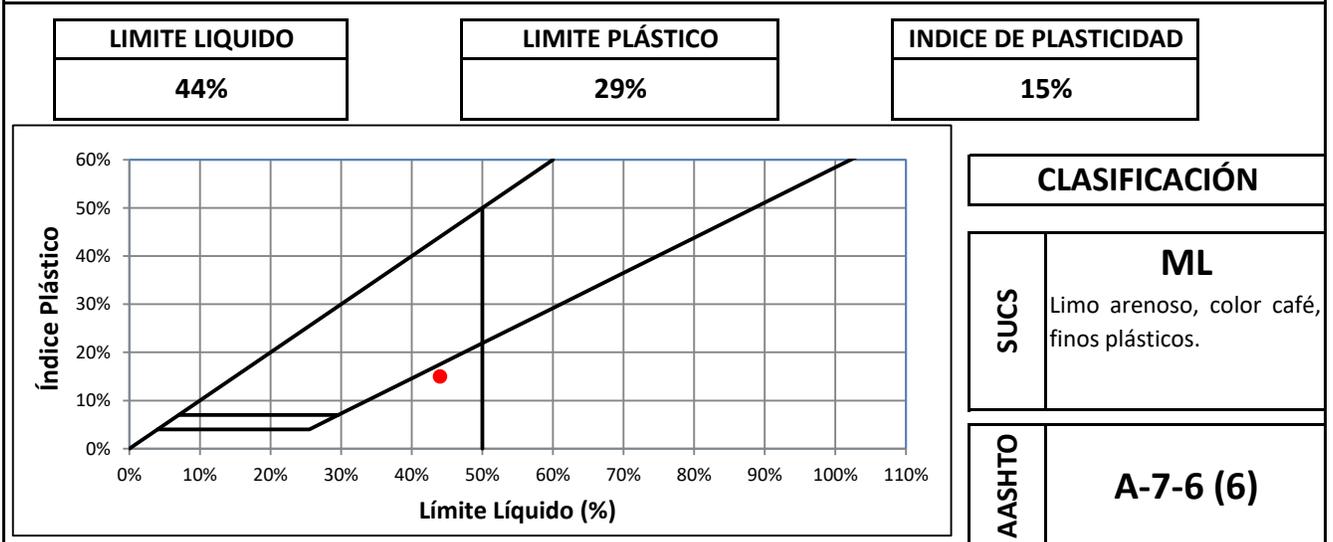
CLASIFICACIÓN DE SUELOS AASHTO M 145 (ASTM D 2487)

Proyecto: "CONSTRUCCIÓN DE PASO A DESNIVEL EN INTERSECCIÓN ENTRE LAS RUTAS CA04S - LIB04W, CARRETERA AL PUERTO DE LA LIBERTAD, SOBRE REDONDEL UTILA, MUNICIPIO DE SANTA TECLA, LA LIBERTAD."				
Solicitante: GRUPO ECON, S.A. DE C.V.				
Muestra No.: 2	Procedencia del Material: BARRENO SR - 4	Coordenadas : N 13°39'47.00"		
	Profundidad: 1.50 - 2.35 m	O 89°16'38.94"		
Fecha de Ensayo: 6-dic-21	Fecha de Muestreo: 28-nov-21	Laboratorista: C. TORRES	Revisó: N.E.C.R.	

GRANULOMETRIA



LÍMITE LÍQUIDO, LÍMITE PLÁSTICO E ÍNDICE PLÁSTICO



ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO AASHTO T 27 (ASTM C 136)					
Proyecto: "CONSTRUCCIÓN DE PASO A DESNIVEL EN INTERSECCIÓN ENTRE LAS RUTAS CA04S - LIB04W, CARRETERA AL PUERTO DE LA LIBERTAD, SOBRE REDONDEL UTILA, MUNICIPIO DE SANTA TECLA, LA LIBERTAD."					
Solicitante: GRUPO ECON, S.A. DE C.V.					
Muestra No.: 2	Procedencia del Material: BARRENO SR- 4 Profundidad: 1.50 - 2.35 m			Coordenadas : N 13°39'47.00" O 89°16'38.94"	
Fecha de Ensayo: 2-dic-21	Fecha de Muestreo: 28-nov-21		Laboratorista: C. TORRES	Revisó: N.E.C.R.	

Peso Bruto (grs): 1,093.8 Tara (grs): 156.1 Peso Neto (grs): 937.7
MATERIAL GRUESO PSC (grs): 937.7

Malla	Peso Retenido Parcial (grs)	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% Que Pasa la Malla	Observaciones
2½"					Contenido de Humedad PH + Tara (grs): ---- PS + Tara (grs): ---- Humedad grs): ---- PS Neto (grs): ---- Peso Tara (grs): ---- Humedad (%): ----
2"					
1½"					
1"					
¾"	0.0	0.0	0.0	100.0	
½"	2.7	0.3	0.3	99.7	
⅜"	2.1	0.2	0.5	99.5	
No. 4	14.5	1.5	2.0	98.0	
Pasa No. 4					
SUMAS					

MATERIAL TAMIZADO POR MALLA No. 4 Peso Neto (grs): --- PSC (grs): ---

Malla	Peso Retenido Parcial (grs)	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% Que Pasa la Malla	Observaciones
No. 10	46.5	5.0	7.0	93.0	GRAVA 2%
No. 40	128.3	13.7	20.7	79.3	ARENA 43%
No. 200	227.5	24.3	45.0	55.0	FINOS 55%
Pasa No. 200	516.1	55.0	100.0		
SUMAS	937.7	100.0			

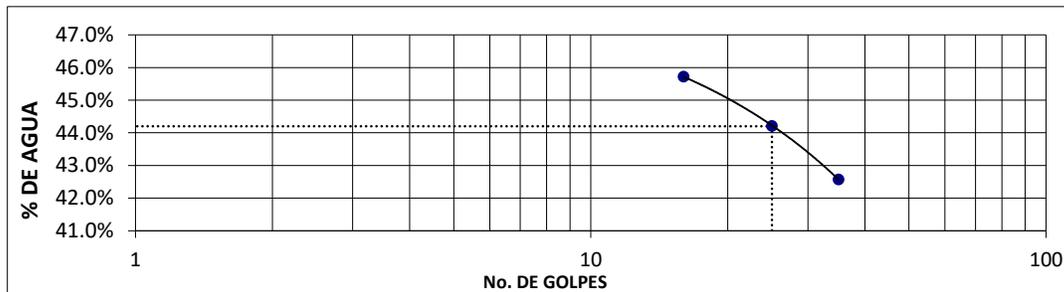


INFORME DE RESULTADOS DE LIMITE DE ATTERBERG ASTM D 4318-17					
Proyecto:* "CONSTRUCCIÓN DE PASO A DESNIVEL EN INTERSECCIÓN ENTRE LAS RUTAS CA04S - LIB04W, CARRETERA AL PUERTO DE LA LIBERTAD, SOBRE REDONDEL UTILA, MUNICIPIO DE SANTA TECLA, LA LIBERTAD."					
Solicitante:* GRUPO ECON, S.A. DE C.V.					
Ubicación:* DEPARTAMENTO DE LA LIBERTAD					
Procedencia del Material:* BARRENO SR- 4			profundidad:* 1.50 - 2.35 m		
Fecha de Ensayo: 3-dic-21		Laboratorista: D. FUENTES		Revisó: N.E.C.R.	
Grano máximo Aproximado: 12.50 mm		Porcentaje Retenido en la malla No 40 (Aprox.): 20.7%		Contenido de agua de muestra como es recibida (%): ----	
Método de Preparación de la muestra:		Método utilizado para remover las partículas mayores a la malla No.40:			
<input type="checkbox"/> Húmedo		<input type="checkbox"/> Con la mano			
<input type="checkbox"/> Secado al horno		<input checked="" type="checkbox"/> Tamizado (seco)			
<input checked="" type="checkbox"/> Secado al aire		<input type="checkbox"/> Lavado			
Realización <input checked="" type="checkbox"/> Manual		Dispositivo para Lim. Liq.: <input type="checkbox"/> Manual		Herramienta de Ranurado: <input checked="" type="checkbox"/> Metálica	
Lim. Plas.: <input type="checkbox"/> Dispositivo de rolado		<input checked="" type="checkbox"/> Mecánico		<input type="checkbox"/> Plástica	

Prueba No.	LIMITE LIQUIDO			LIMITE PLÁSTICO	
	1	2	3	1	2
No. de Golpes	35	25	16		
Cápsula No.	5	53	45	42	23
Peso Húmedo + Tara, g	24.52	24.23	24.71	20.51	20.74
Peso Seco + Tara, g	21.25	21.25	21.29	19.07	19.33
Peso Agua, g	3.27	2.98	3.42	1.44	1.41
Peso Tara, g	13.57	14.51	13.81	14.05	14.44
Peso Seco, g	7.68	6.74	7.48	5.02	4.89
Contenido de Agua %	42.6%	44.2%	45.7%	28.7%	28.8%

(*) Información proporcionada por el solicitante

Los resultados corresponden al material proporcionado por el solicitante

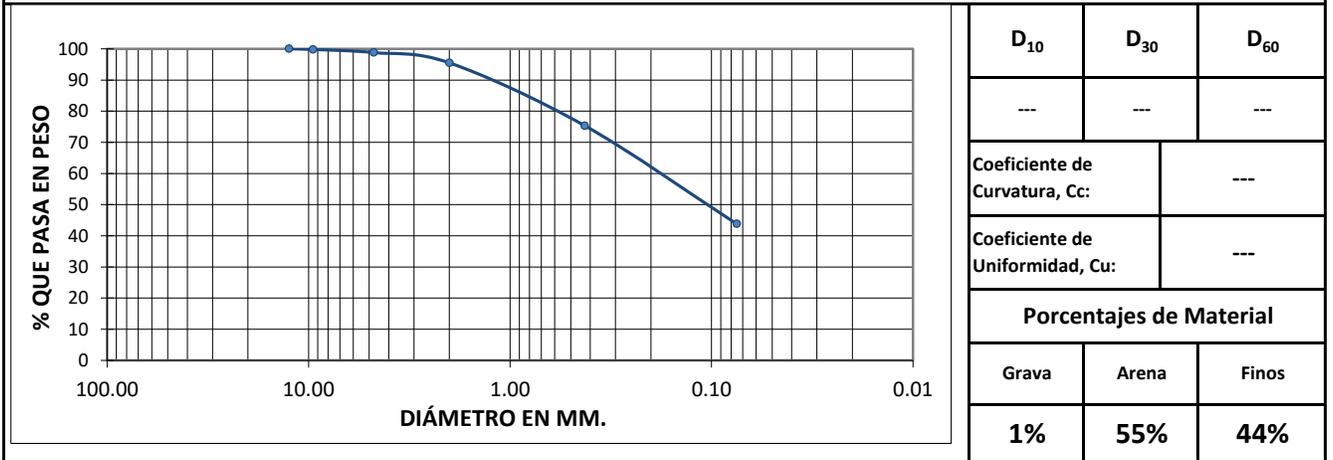


LIMITE LIQUIDO	44%
LIMITE PLÁSTICO	29%
ÍNDICE DE PLASTICIDAD	15%

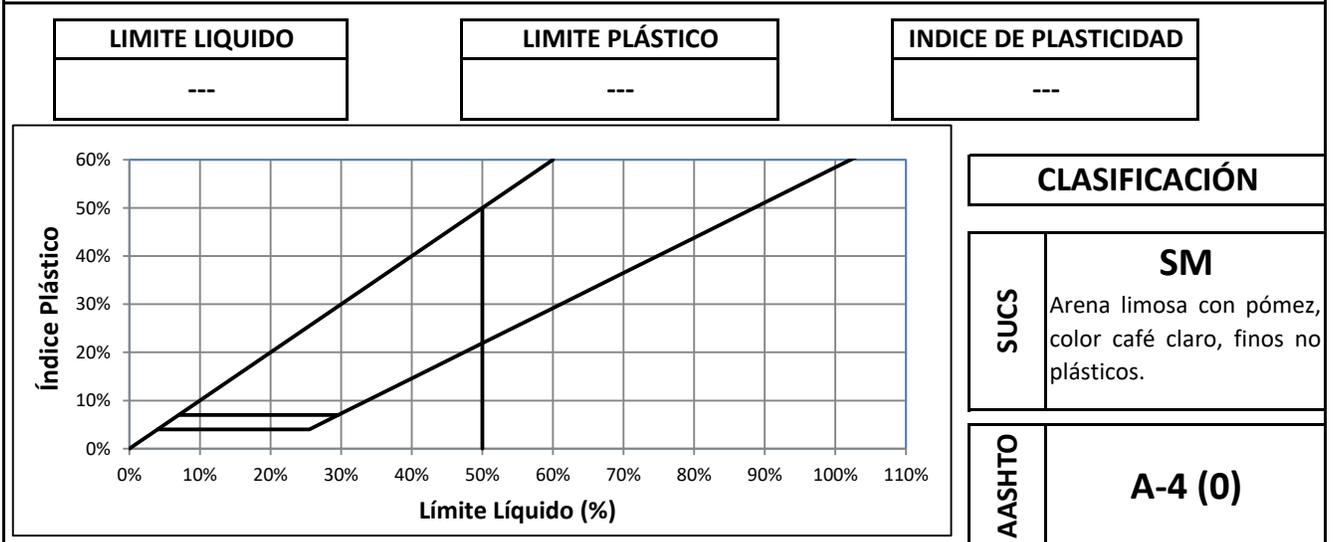
CLASIFICACIÓN DE SUELOS AASHTO M 145 (ASTM D 2487)

Proyecto: "CONSTRUCCIÓN DE PASO A DESNIVEL EN INTERSECCIÓN ENTRE LAS RUTAS CA04S - LIB04W, CARRETERA AL PUERTO DE LA LIBERTAD, SOBRE REDONDEL UTILA, MUNICIPIO DE SANTA TECLA, LA LIBERTAD."				
Solicitante: GRUPO ECON, S.A. DE C.V.				
Muestra No.: 3	Procedencia del Material: BARRENO SR - 4	Coordenadas : N 13°39'47.00"		
	Profundidad: 4.50 - 5.20 m	O 89°16'38.94"		
Fecha de Ensayo: 6-dic-21	Fecha de Muestreo: 29-nov-21	Laboratorista: C. TORRES	Revisó: N.E.C.R.	

GRANULOMETRIA



LÍMITE LÍQUIDO, LÍMITE PLÁSTICO E ÍNDICE PLÁSTICO



ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO AASHTO T 27 (ASTM C 136)					
Proyecto: "CONSTRUCCIÓN DE PASO A DESNIVEL EN INTERSECCIÓN ENTRE LAS RUTAS CA04S - LIB04W, CARRETERA AL PUERTO DE LA LIBERTAD, SOBRE REDONDEL UTILA, MUNICIPIO DE SANTA TECLA, LA LIBERTAD."					
Solicitante: GRUPO ECON, S.A. DE C.V.					
Muestra No.:	Procedencia del Material: BARRENO SR- 4			Coordenadas : N 13°39'47.00"	
3	Profundidad: 4.50 - 5.20 m			O 89°16'38.94"	
Fecha de Ensayo:	3-dic-21	Fecha de Muestreo:	29-nov-21	Laboratorista:	C. TORRES
				Revisó:	N.E.C.R.

Peso Bruto (grs): 1,098.0 Tara (grs): 165.8 Peso Neto (grs): 932.2
MATERIAL GRUESO PSC (grs): 932.2

Malla	Peso Retenido Parcial (grs)	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% Que Pasa la Malla	Observaciones
2½"					Contenido de Humedad PH + Tara (grs): ---- PS + Tara (grs): ---- Humedad (grs): ---- PS Neto (grs): ---- Peso Tara (grs): ---- Humedad (%): ----
2"					
1½"					
1"					
¾"					
½"	0.0	0.0	0.0	100.0	
3/8"	2.1	0.2	0.2	99.8	
No. 4	9.0	1.0	1.2	98.8	
Pasa No. 4					
SUMAS					

MATERIAL TAMIZADO POR MALLA No. 4 Peso Neto (grs): --- PSC (grs): ---

Malla	Peso Retenido Parcial (grs)	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% Que Pasa la Malla	Observaciones
No. 10	31.0	3.3	4.5	95.5	GRAVA 1%
No. 40	188.2	20.2	24.7	75.3	ARENA 55%
No. 200	293.2	31.5	56.2	43.8	FINOS 44%
Pasa No. 200	408.7	43.8	100.0		
SUMAS	932.2	100.0			

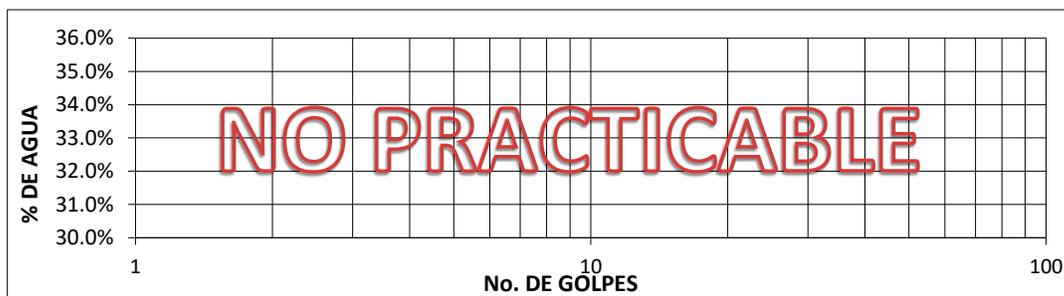


INFORME DE RESULTADOS DE LIMITES DE ATTERBERG ASTM D 4318-17			
Proyecto:* "CONSTRUCCIÓN DE PASO A DESNIVEL EN INTERSECCIÓN ENTRE LAS RUTAS CA04S - LIB04W, CARRETERA AL PUERTO DE LA LIBERTAD, SOBRE REDONDEL UTILA, MUNICIPIO DE SANTA TECLA, LA LIBERTAD."			
Solicitante:* GRUPO ECON, S.A. DE C.V.			
Ubicación:* DEPARTAMENTO DE LA LIBERTAD			
Procedencia del Material:* BARRENO SR- 4		profundidad:* 4.50 - 5.20 m	
Fecha de Ensayo: 3-dic-21	Laboratorista: DENIS FUENTES	Revisó: N.E.C.R.	
Grano máximo Aproximado: 9.50 mm	Porcentaje Retenido en la malla No 40 (Aprox.): 24.7%	Contenido de agua de muestra como es recibida (%): ----	
Método de Preparación de la muestra:	<input type="checkbox"/> Húmedo <input type="checkbox"/> Secado al horno <input checked="" type="checkbox"/> Secado al aire	Método utilizado para remover las partículas mayores a la malla No.40:	<input type="checkbox"/> Con la mano <input checked="" type="checkbox"/> Tamizado (seco) <input type="checkbox"/> Lavado
Realización <input checked="" type="checkbox"/> Manual Lim. Plas.: <input type="checkbox"/> Dispositivo de rolado	Dispositivo para Lim. Liq.: <input type="checkbox"/> Manual <input checked="" type="checkbox"/> Mecánico	Herramienta de Ranurado: <input checked="" type="checkbox"/> Metálica <input type="checkbox"/> Plástica	

	LIMITE LIQUIDO		LIMITE PLÁSTICO	
Prueba No.				
No. de Golpes				
Cápsula No.				
Peso Húmedo + Tara, g				
Peso Seco + Tara, g	NO PRACTICABLE		NO PRACTICABLE	
Peso Agua, g				
Peso Tara, g				
Peso Seco, g				
Contenido de Agua %				

(*) Información proporcionada por el solicitante

Los resultados corresponden al material proporcionado por el solicitante.

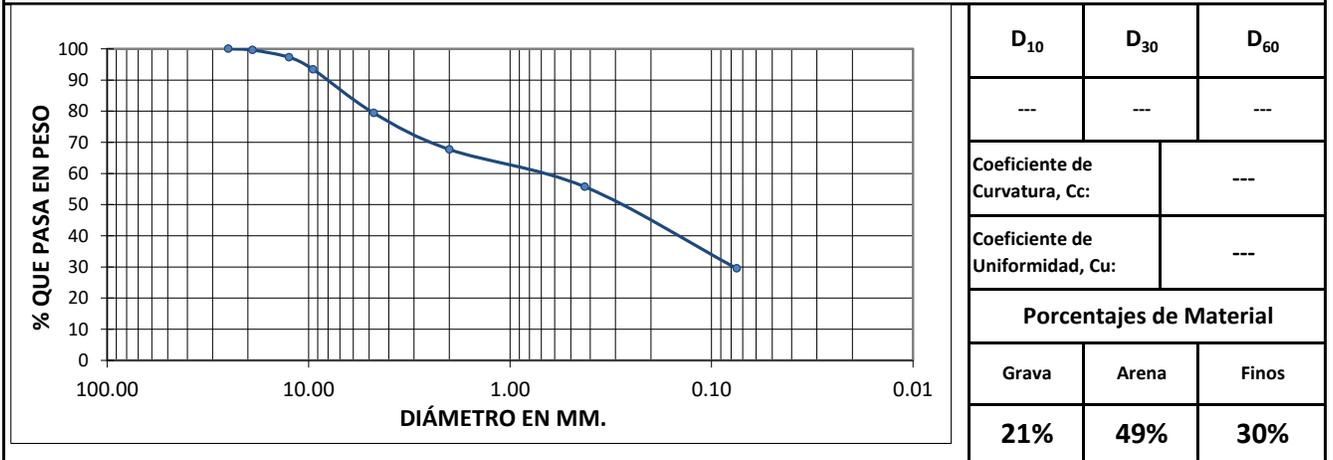


LIMITE LIQUIDO	---
LIMITE PLÁSTICO	---
ÍNDICE DE PLASTICIDAD	---

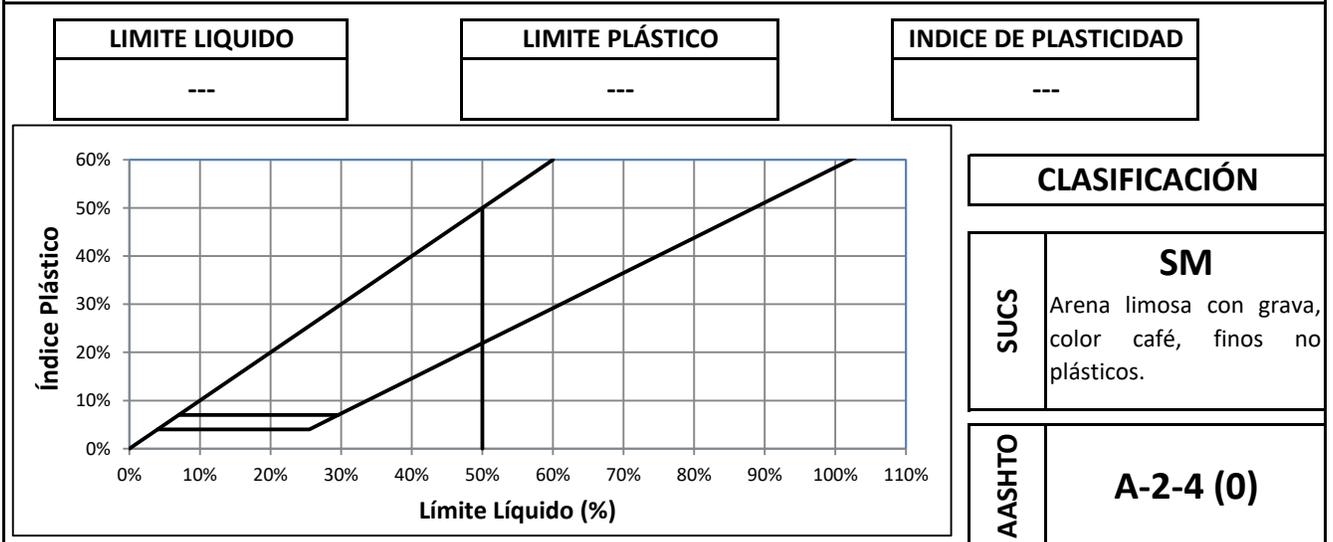
CLASIFICACIÓN DE SUELOS AASHTO M 145 (ASTM D 2487)

Proyecto: "CONSTRUCCIÓN DE PASO A DESNIVEL EN INTERSECCIÓN ENTRE LAS RUTAS CA04S - LIB04W, CARRETERA AL PUERTO DE LA LIBERTAD, SOBRE REDONDEL UTILA, MUNICIPIO DE SANTA TECLA, LA LIBERTAD."				
Solicitante: GRUPO ECON, S.A. DE C.V.				
Muestra No.: 4	Procedencia del Material: BARRENO SR - 4	Coordenadas : N 13°39'47.00"		
	Profundidad: 10.50 - 11.55 m	O 89°16'38.94"		
Fecha de Ensayo: 6-dic-21	Fecha de Muestreo: 29-nov-21	Laboratorista: C. TORRES	Revisó: N.E.C.R.	

GRANULOMETRIA



LÍMITE LÍQUIDO, LÍMITE PLÁSTICO E ÍNDICE PLÁSTICO



ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO AASHTO T 27 (ASTM C 136)					
Proyecto: "CONSTRUCCIÓN DE PASO A DESNIVEL EN INTERSECCIÓN ENTRE LAS RUTAS CA04S - LIB04W, CARRETERA AL PUERTO DE LA LIBERTAD, SOBRE REDONDEL UTILA, MUNICIPIO DE SANTA TECLA, LA LIBERTAD."					
Solicitante: GRUPO ECON, S.A. DE C.V.					
Muestra No.: 4	Procedencia del Material: BARRENO SR- 4 Profundidad: 10.50 - 11.55 m			Coordenadas : N 13°39'47.00" O 89°16'38.94"	
Fecha de Ensayo: 3-dic-21	Fecha de Muestreo: 29-nov-21		Laboratorista: C. TORRES	Revisó: N.E.C.R.	

Peso Bruto (grs): 1,122.7 Tara (grs): 140.0 Peso Neto (grs): 982.7
MATERIAL GRUESO PSC (grs): 982.7

Malla	Peso Retenido Parcial (grs)	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% Que Pasa la Malla	Observaciones
2½"					Contenido de Humedad PH + Tara (grs): ---- PS + Tara (grs): ---- Humedad grs): ---- PS Neto (grs): ---- Peso Tara (grs): ---- Humedad (%): ----
2"					
1½"					
1"	0.0	0.0	0.0	100.0	
¾"	3.7	0.4	0.4	99.6	
½"	22.7	2.3	2.7	97.3	
3/8"	38.5	3.9	6.6	93.4	
No. 4	137.2	14.0	20.6	79.4	
Pasa No. 4					
SUMAS					

MATERIAL TAMIZADO POR MALLA No. 4 Peso Neto (grs): --- PSC (grs): ---

Malla	Peso Retenido Parcial (grs)	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% Que Pasa la Malla	Observaciones
No. 10	114.6	11.7	32.3	67.7	GRAVA 21% ARENA 49% FINOS 30%
No. 40	118.3	12.0	44.3	55.7	
No. 200	257.7	26.2	70.5	29.5	
Pasa No. 200	290.0	29.5	100.0		
SUMAS	982.7	100.0			

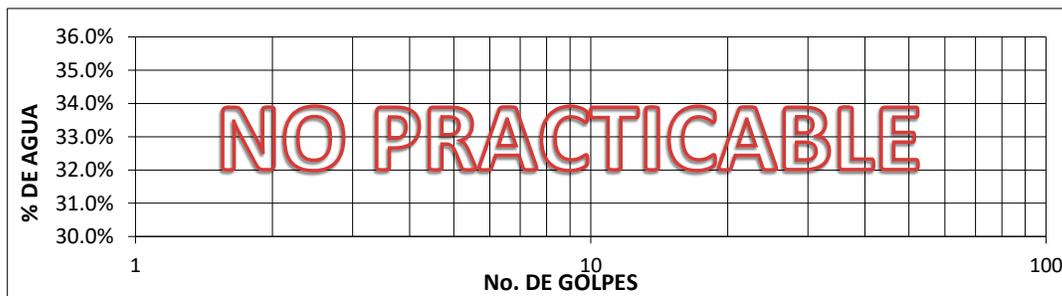


INFORME DE RESULTADOS DE LIMITE DE ATTERBERG ASTM D 4318-17			
Proyecto:* "CONSTRUCCIÓN DE PASO A DESNIVEL EN INTERSECCIÓN ENTRE LAS RUTAS CA04S - LIB04W, CARRETERA AL PUERTO DE LA LIBERTAD, SOBRE REDONDEL UTILA, MUNICIPIO DE SANTA TECLA, LA LIBERTAD."			
Solicitante:* GRUPO ECON, S.A. DE C.V.			
Ubicación:* DEPARTAMENTO DE LA LIBERTAD			
Procedencia del Material:* BARRENO SR- 4		profundidad:* 10.50 - 11.55 m	
Fecha de Ensayo: 3-dic-21	Laboratorista: DENIS FUENTES	Revisó: N.E.C.R.	
Grano máximo Aproximado: 9.50 mm	Porcentaje Retenido en la malla No 40 (Aprox.): 44.3%	Contenido de agua de muestra como es recibida (%): ----	
Método de Preparación de la muestra:	<input type="checkbox"/> Húmedo <input type="checkbox"/> Secado al horno <input checked="" type="checkbox"/> Secado al aire	Método utilizado para remover las partículas mayores a la malla No.40:	<input type="checkbox"/> Con la mano <input checked="" type="checkbox"/> Tamizado (seco) <input type="checkbox"/> Lavado
Realización <input checked="" type="checkbox"/> Manual Lim. Plas.: <input type="checkbox"/> Dispositivo de rolado	Dispositivo para Lim. Liq.: <input type="checkbox"/> Manual <input checked="" type="checkbox"/> Mecánico	Herramienta de Ranurado: <input checked="" type="checkbox"/> Metálica <input type="checkbox"/> Plástica	

	LIMITE LIQUIDO		LIMITE PLÁSTICO	
Prueba No.				
No. de Golpes				
Cápsula No.				
Peso Húmedo + Tara, g				
Peso Seco + Tara, g	NO PRACTICABLE		NO PRACTICABLE	
Peso Agua, g				
Peso Tara, g				
Peso Seco, g				
Contenido de Agua %				

(*) Información proporcionada por el solicitante

Los resultados corresponden al material proporcionado por el solicitante.

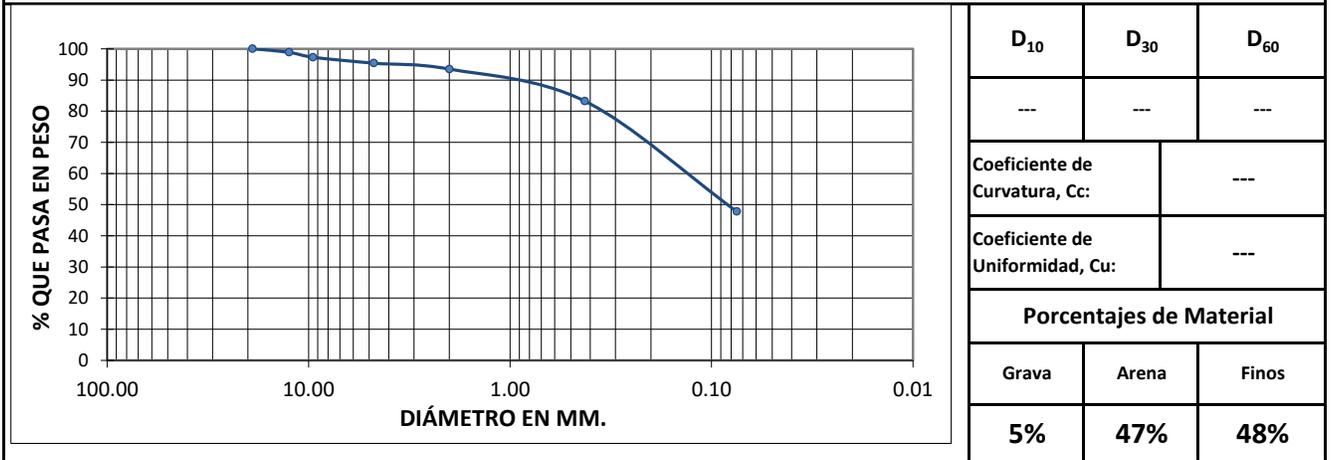


LIMITE LIQUIDO	---
LIMITE PLÁSTICO	---
ÍNDICE DE PLASTICIDAD	---

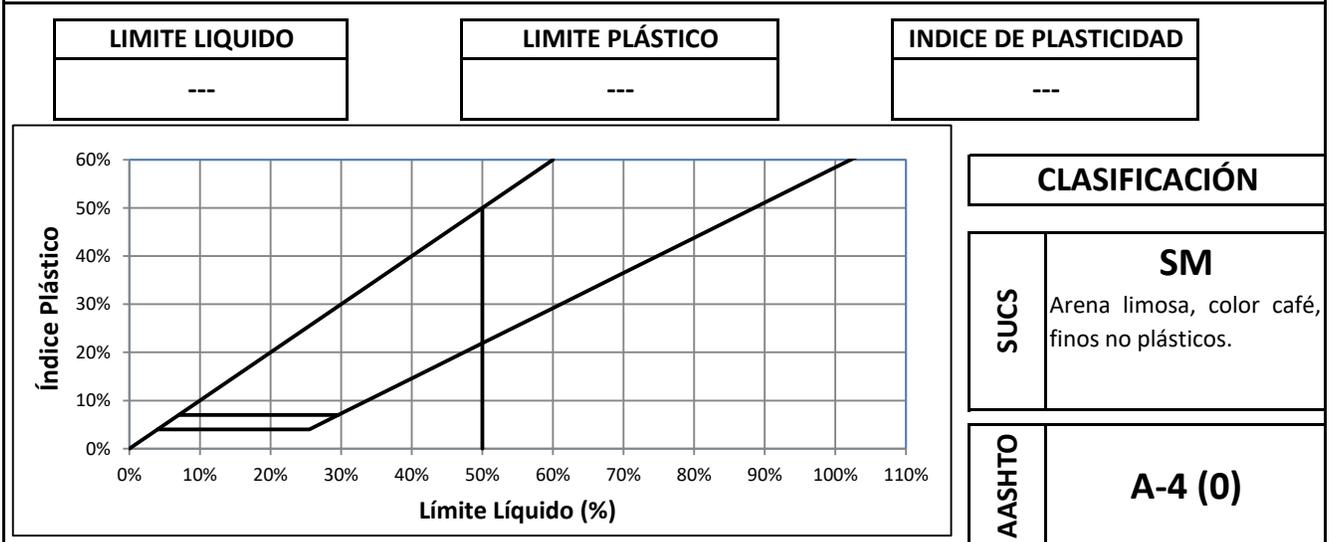
CLASIFICACIÓN DE SUELOS AASHTO M 145 (ASTM D 2487)

Proyecto: "CONSTRUCCIÓN DE PASO A DESNIVEL EN INTERSECCIÓN ENTRE LAS RUTAS CA04S - LIB04W, CARRETERA AL PUERTO DE LA LIBERTAD, SOBRE REDONDEL UTILA, MUNICIPIO DE SANTA TECLA, LA LIBERTAD."				
Solicitante: GRUPO ECON, S.A. DE C.V.				
Muestra No.: 5	Procedencia del Material: BARRENO SR - 4	Coordenadas : N 13°39'47.00"		
	Profundidad: 13.50 - 14.55 m	O 89°16'38.94"		
Fecha de Ensayo: 6-dic-21	Fecha de Muestreo: 29-nov-21	Laboratorista: C. TORRES	Revisó: N.E.C.R.	

GRANULOMETRIA



LÍMITE LÍQUIDO, LÍMITE PLÁSTICO E ÍNDICE PLÁSTICO



ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO AASHTO T 27 (ASTM C 136)					
Proyecto: "CONSTRUCCIÓN DE PASO A DESNIVEL EN INTERSECCIÓN ENTRE LAS RUTAS CA04S - LIB04W, CARRETERA AL PUERTO DE LA LIBERTAD, SOBRE REDONDEL UTILA, MUNICIPIO DE SANTA TECLA, LA LIBERTAD."					
Solicitante: GRUPO ECON, S.A. DE C.V.					
Muestra No.: 5	Procedencia del Material: BARRENO SR- 4 Profundidad: 13.50 - 14.55 m			Coordenadas : N 13°39'47.00" O 89°16'38.94"	
Fecha de Ensayo: 3-dic-21	Fecha de Muestreo: 29-nov-21		Laboratorista: C. TORRES	Revisó: N.E.C.R.	

Peso Bruto (grs): 767.3 Tara (grs): 148.3 Peso Neto (grs): 619.0
MATERIAL GRUESO PSC (grs): 619.0

Malla	Peso Retenido Parcial (grs)	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% Que Pasa la Malla	Observaciones
2½"					Contenido de Humedad PH + Tara (grs): ---- PS + Tara (grs): ---- Humedad (grs): ---- PS Neto (grs): ---- Peso Tara (grs): ---- Humedad (%): ----
2"					
1½"					
1"					
¾"	0.0	0.0	0.0	100.0	
½"	6.9	1.1	1.1	98.9	
⅜"	9.8	1.6	2.7	97.3	
No. 4	12.0	1.9	4.6	95.4	
Pasa No. 4					
SUMAS					

MATERIAL TAMIZADO POR MALLA No. 4 Peso Neto (grs): --- PSC (grs): ---

Malla	Peso Retenido Parcial (grs)	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% Que Pasa la Malla	Observaciones
No. 10	11.6	1.9	6.5	93.5	GRAVA 5% ARENA 47% FINOS 48%
No. 40	63.9	10.3	16.8	83.2	
No. 200	219.1	35.4	52.2	47.8	
Pasa No. 200	295.7	47.8	100.0		
SUMAS	619.0	100.0			

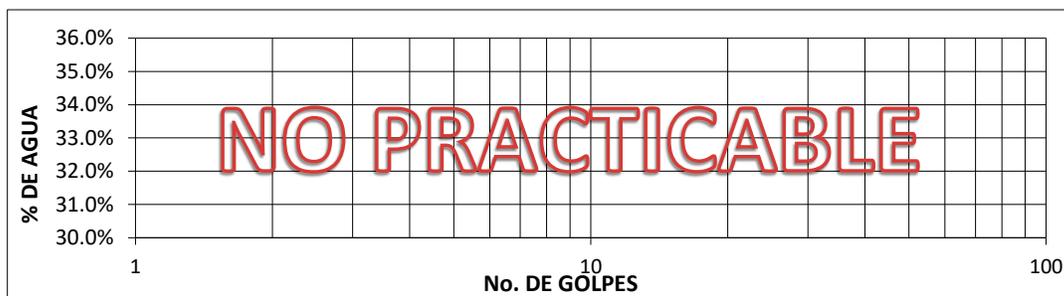


INFORME DE RESULTADOS DE LIMITES DE ATTERBERG ASTM D 4318-17			
Proyecto:* "CONSTRUCCIÓN DE PASO A DESNIVEL EN INTERSECCIÓN ENTRE LAS RUTAS CA04S - LIB04W, CARRETERA AL PUERTO DE LA LIBERTAD, SOBRE REDONDEL UTILA, MUNICIPIO DE SANTA TECLA, LA LIBERTAD."			
Solicitante:* GRUPO ECON, S.A. DE C.V.			
Ubicación:* DEPARTAMENTO DE LA LIBERTAD			
Procedencia del Material:* BARRENO SR- 4		profundidad:* 13.50 - 14.55 m	
Fecha de Ensayo: 3-dic-21	Laboratorista: DENIS FUENTES	Revisó: N.E.C.R.	
Grano máximo Aproximado: 12.50 mm	Porcentaje Retenido en la malla No 40 (Aprox.): 16.8%	Contenido de agua de muestra como es recibida (%): ----	
Método de Preparación de la muestra:	<input type="checkbox"/> Húmedo <input type="checkbox"/> Secado al horno <input checked="" type="checkbox"/> Secado al aire	Método utilizado para remover las partículas mayores a la malla No.40:	<input type="checkbox"/> Con la mano <input checked="" type="checkbox"/> Tamizado (seco) <input type="checkbox"/> Lavado
Realización <input checked="" type="checkbox"/> Manual Lim. Plas.: <input type="checkbox"/> Dispositivo de rolado	Dispositivo para Lim. Liq.: <input type="checkbox"/> Manual <input checked="" type="checkbox"/> Mecánico	Herramienta de Ranurado: <input checked="" type="checkbox"/> Metálica <input type="checkbox"/> Plástica	

	LIMITE LIQUIDO		LIMITE PLÁSTICO	
Prueba No.				
No. de Golpes				
Cápsula No.				
Peso Húmedo + Tara, g				
Peso Seco + Tara, g	NO PRACTICABLE		NO PRACTICABLE	
Peso Agua, g				
Peso Tara, g				
Peso Seco, g				
Contenido de Agua %				

(*) Información proporcionada por el solicitante

Los resultados corresponden al material proporcionado por el solicitante.

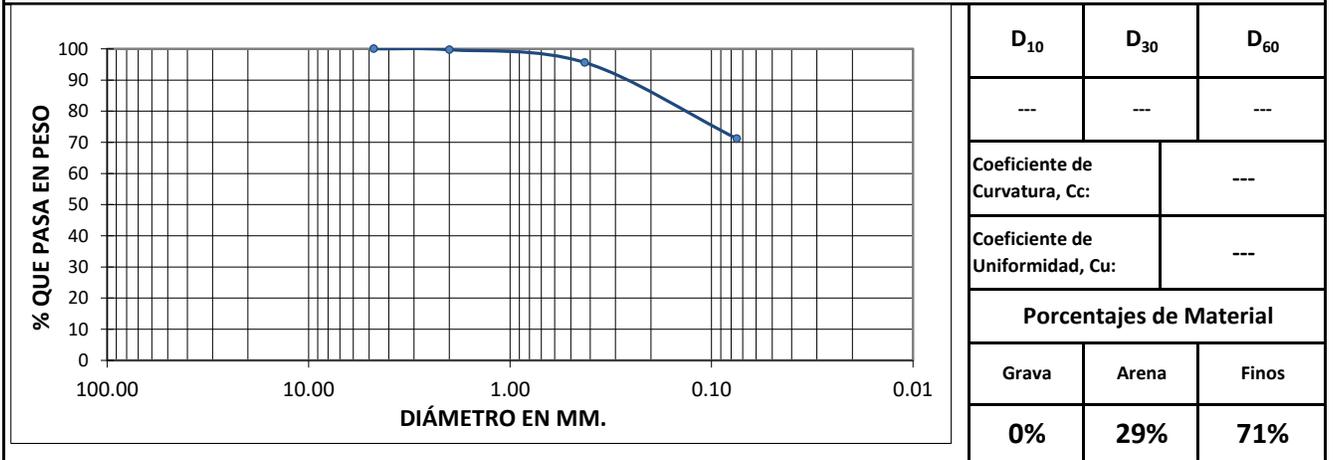


LIMITE LIQUIDO	---
LIMITE PLÁSTICO	---
ÍNDICE DE PLASTICIDAD	---

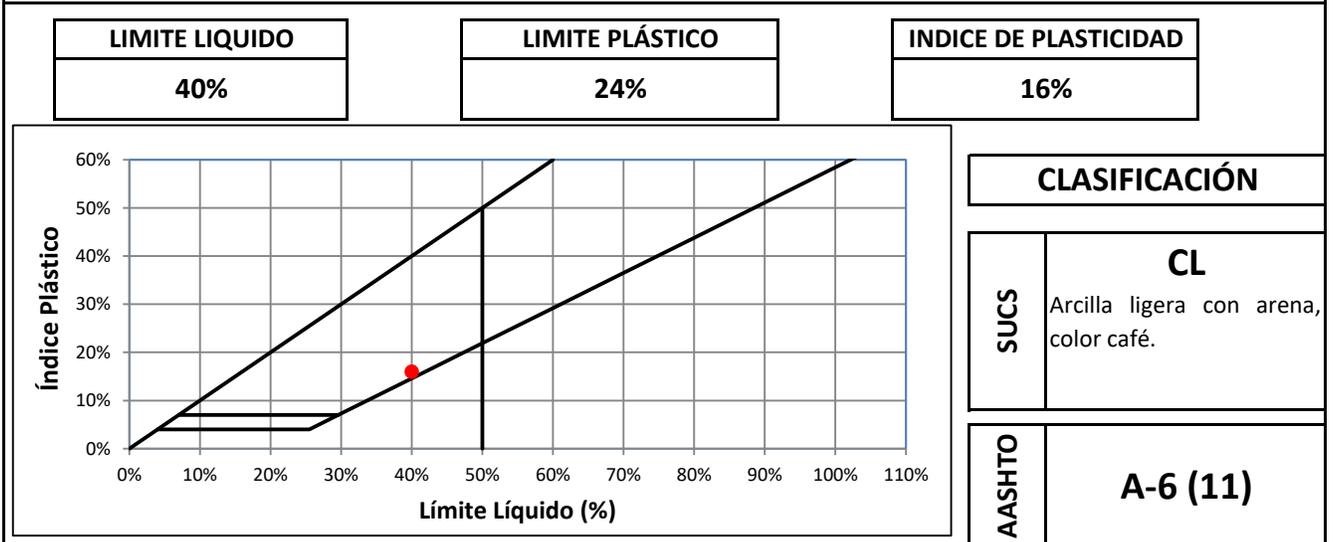
CLASIFICACIÓN DE SUELOS AASHTO M 145 (ASTM D 2487)

Proyecto: "CONSTRUCCIÓN DE PASO A DESNIVEL EN INTERSECCIÓN ENTRE LAS RUTAS CA04S - LIB04W, CARRETERA AL PUERTO DE LA LIBERTAD, SOBRE REDONDEL UTILA, MUNICIPIO DE SANTA TECLA, LA LIBERTAD."				
Solicitante: GRUPO ECON, S.A. DE C.V.				
Muestra No.: 6	Procedencia del Material: BARRENO SR - 4	Coordenadas : N 13°39'47.00"		
	Profundidad: 16.50 - 17.10 m	O 89°16'38.94"		
Fecha de Ensayo: 6-dic-21	Fecha de Muestreo: 29-nov-21	Laboratorista: C. TORRES	Revisó: N.E.C.R.	

GRANULOMETRIA



LÍMITE LÍQUIDO, LÍMITE PLÁSTICO E ÍNDICE PLÁSTICO



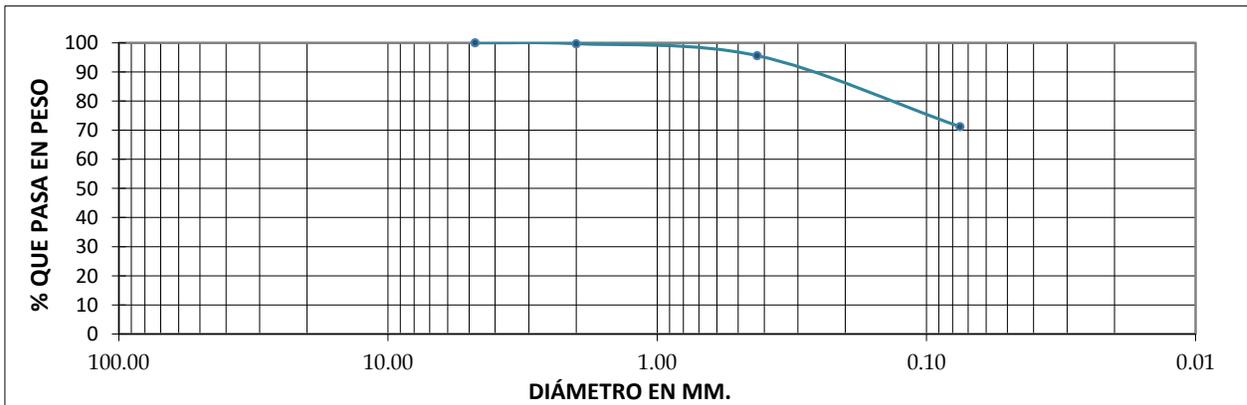
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO AASHTO T 27 (ASTM C 136)					
Proyecto: "CONSTRUCCIÓN DE PASO A DESNIVEL EN INTERSECCIÓN ENTRE LAS RUTAS CA04S - LIB04W, CARRETERA AL PUERTO DE LA LIBERTAD, SOBRE REDONDEL UTILA, MUNICIPIO DE SANTA TECLA, LA LIBERTAD."					
Solicitante: GRUPO ECON, S.A. DE C.V.					
Muestra No.: 6	Procedencia del Material: BARRENO SR- 4 Profundidad: 16.50 - 17.10 m			Coordenadas : N 13°39'47.00" O 89°16'38.94"	
Fecha de Ensayo: 3-dic-21	Fecha de Muestreo: 29-nov-21		Laboratorista: C. TORRES	Revisó: N.E.C.R.	

Peso Bruto (grs): 864.9 Tara (grs): 149.8 Peso Neto (grs): 715.1
MATERIAL GRUESO PSC (grs): 715.1

Malla	Peso Retenido Parcial (grs)	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% Que Pasa la Malla	Observaciones
2½"					Contenido de Humedad PH + Tara (grs): ---- PS + Tara (grs): ---- Humedad (grs): ---- PS Neto (grs): ---- Peso Tara (grs): ---- Humedad (%): ----
2"					
1½"					
1"					
¾"					
½"					
⅜"					
No. 4	0.0	0.0	0.0	100.0	
Pasa No. 4					
SUMAS					

MATERIAL TAMIZADO POR MALLA No. 4 Peso Neto (grs): --- PSC (grs): ---

Malla	Peso Retenido Parcial (grs)	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% Que Pasa la Malla	Observaciones
No. 10	2.0	0.3	0.3	99.7	GRAVA 0%
No. 40	29.6	4.1	4.4	95.6	ARENA 29%
No. 200	174.5	24.4	28.8	71.2	FINOS 71%
Pasa No. 200	509.0	71.2	100.0		
SUMAS	715.1	100.0			

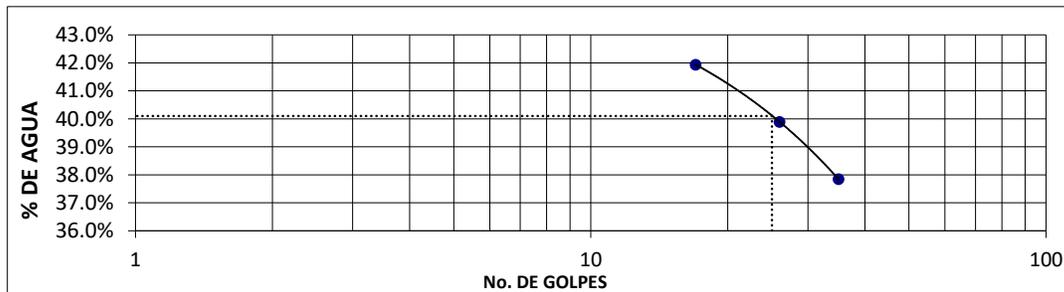


INFORME DE RESULTADOS DE LIMITES DE ATTERBERG ASTM D 4318-17			
Proyecto:* "CONSTRUCCIÓN DE PASO A DESNIVEL EN INTERSECCIÓN ENTRE LAS RUTAS CA04S - LIB04W, CARRETERA AL PUERTO DE LA LIBERTAD, SOBRE REDONDEL UTILA, MUNICIPIO DE SANTA TECLA, LA LIBERTAD."			
Solicitante:* GRUPO ECON, S.A. DE C.V.			
Ubicación:* DEPARTAMENTO DE LA LIBERTAD			
Procedencia del Material:* BARRENO SR- 4		profundidad:* 16.50 - 17.10 m	
Fecha de Ensayo: 3-dic-21	Laboratorista: D. FUENTES	Revisó: N.E.C.R.	
Grano máximo 2.00 mm	Porcentaje Retenido en la malla No 40 (Aprox.): 4.4%	Contenido de agua de muestra como es recibida (%): ----	
Método de Preparación de la muestra:	<input type="checkbox"/> Húmedo <input type="checkbox"/> Secado al horno <input checked="" type="checkbox"/> Secado al aire	Método utilizado para remover las partículas mayores a la malla No.40:	<input type="checkbox"/> Con la mano <input checked="" type="checkbox"/> Tamizado (seco) <input type="checkbox"/> Lavado
Realización <input checked="" type="checkbox"/> Manual Lim. Plas.: <input type="checkbox"/> Dispositivo de rolado	Dispositivo para Lim. Liq.: <input type="checkbox"/> Manual <input checked="" type="checkbox"/> Mecánico	Herramienta de Ranurado: <input checked="" type="checkbox"/> Metálica <input type="checkbox"/> Plástica	

Prueba No.	LIMITE LIQUIDO			LIMITE PLÁSTICO	
	1	2	3	1	2
No. de Golpes	35	26	17		
Cápsula No.	16	59	9	100	41
Peso Húmedo + Tara, g	24.59	24.29	24.63	20.59	20.58
Peso Seco + Tara, g	21.71	21.37	21.38	19.40	19.36
Peso Agua, g	2.88	2.92	3.25	1.19	1.22
Peso Tara, g	14.10	14.05	13.63	14.48	14.28
Peso Seco, g	7.61	7.32	7.75	4.92	5.08
Contenido de Agua %	37.8%	39.9%	41.9%	24.2%	24.0%

(*) Información proporcionada por el solicitante

Los resultados corresponden al material proporcionado por el solicitante

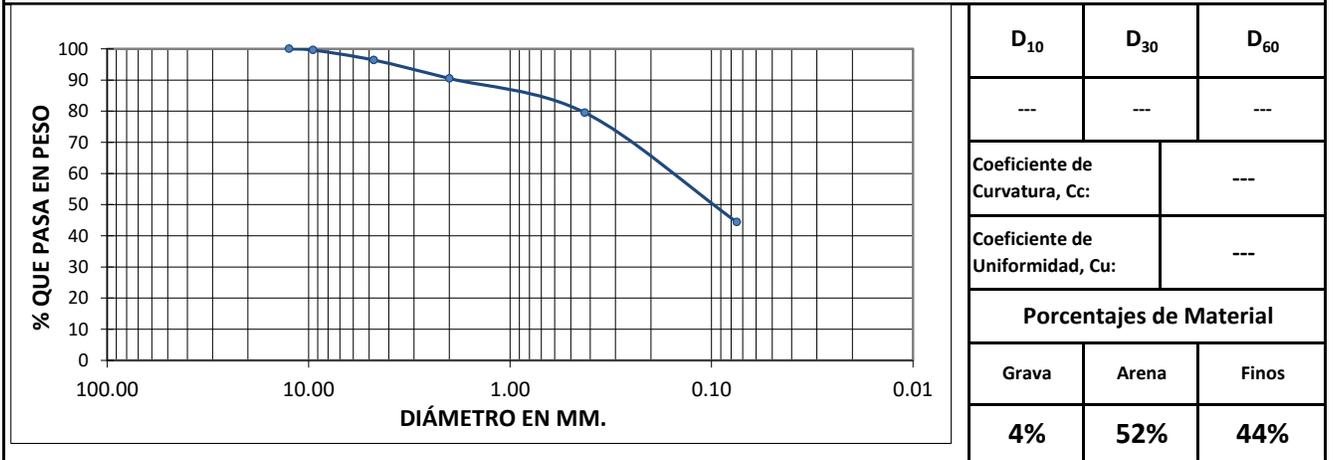


LIMITE LIQUIDO	40%
LIMITE PLÁSTICO	24%
ÍNDICE DE PLASTICIDAD	16%

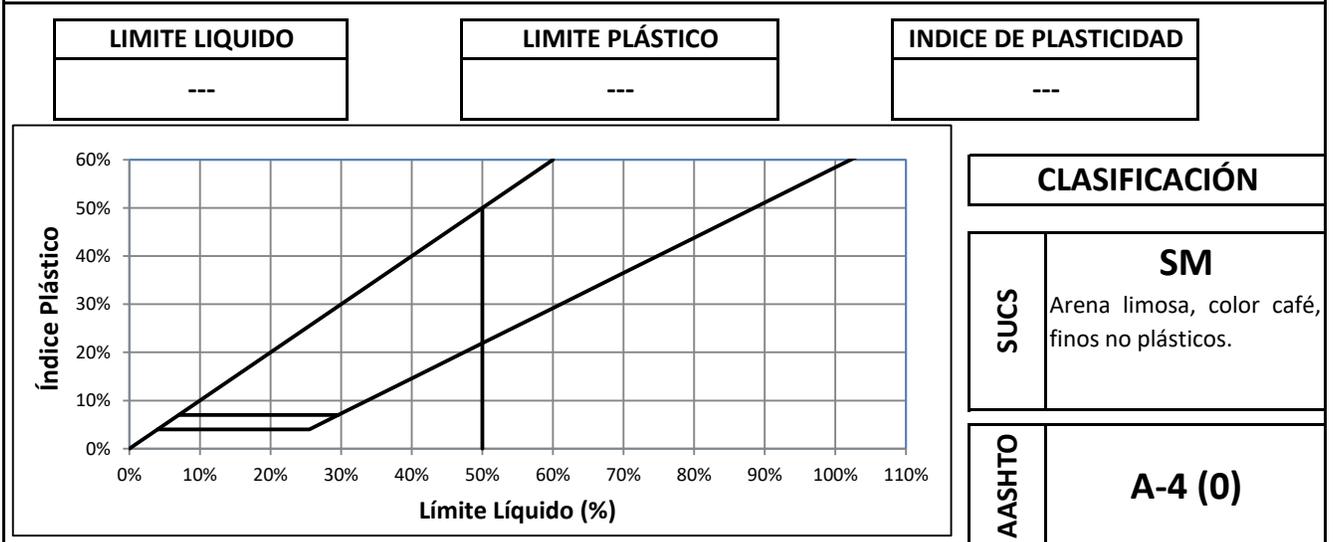
CLASIFICACIÓN DE SUELOS AASHTO M 145 (ASTM D 2487)

Proyecto: "CONSTRUCCIÓN DE PASO A DESNIVEL EN INTERSECCIÓN ENTRE LAS RUTAS CA04S - LIB04W, CARRETERA AL PUERTO DE LA LIBERTAD, SOBRE REDONDEL UTILA, MUNICIPIO DE SANTA TECLA, LA LIBERTAD."				
Solicitante: GRUPO ECON, S.A. DE C.V.				
Muestra No.: 7	Procedencia del Material: BARRENO SR - 4	Coordenadas : N 13°39'47.00"		
	Profundidad: 19.90 - 20.35 m	O 89°16'38.94"		
Fecha de Ensayo: 6-dic-21	Fecha de Muestreo: 29-nov-21	Laboratorista: C. TORRES	Revisó: N.E.C.R.	

GRANULOMETRIA



LÍMITE LÍQUIDO, LÍMITE PLÁSTICO E ÍNDICE PLÁSTICO



ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO AASHTO T 27 (ASTM C 136)					
Proyecto: "CONSTRUCCIÓN DE PASO A DESNIVEL EN INTERSECCIÓN ENTRE LAS RUTAS CA04S - LIB04W, CARRETERA AL PUERTO DE LA LIBERTAD, SOBRE REDONDEL UTILA, MUNICIPIO DE SANTA TECLA, LA LIBERTAD."					
Solicitante: GRUPO ECON, S.A. DE C.V.					
Muestra No.: 7	Procedencia del Material: BARRENO SR- 4 Profundidad: 19.90 - 20.35 m			Coordenadas : N 13°39'47.00" O 89°16'38.94"	
Fecha de Ensayo: 4-dic-21	Fecha de Muestreo: 29-nov-21	Laboratorista: C. TORRES	Revisó: N.E.C.R.		

Peso Bruto (grs): 1,005.1 Tara (grs): 151.3 Peso Neto (grs): 853.8
MATERIAL GRUESO PSC (grs): 853.8

Malla	Peso Retenido Parcial (grs)	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% Que Pasa la Malla	Observaciones
2½"					Contenido de Humedad PH + Tara (grs): ---- PS + Tara (grs): ---- Humedad (grs): ---- PS Neto (grs): ---- Peso Tara (grs): ---- Humedad (%): ----
2"					
1½"					
1"					
¾"					
½"	0.0	0.0	0.0	100.0	
3/8"	3.1	0.4	0.4	99.6	
No. 4	27.0	3.2	3.6	96.4	
Pasa No. 4					
SUMAS					

MATERIAL TAMIZADO POR MALLA No. 4 Peso Neto (grs): --- PSC (grs): ---

Malla	Peso Retenido Parcial (grs)	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% Que Pasa la Malla	Observaciones
No. 10	50.0	5.9	9.5	90.5	GRAVA 4%
No. 40	93.8	11.0	20.5	79.5	ARENA 52%
No. 200	299.5	35.1	55.6	44.4	FINOS 44%
Pasa No. 200	380.4	44.4	100.0		
SUMAS	853.8	100.0			

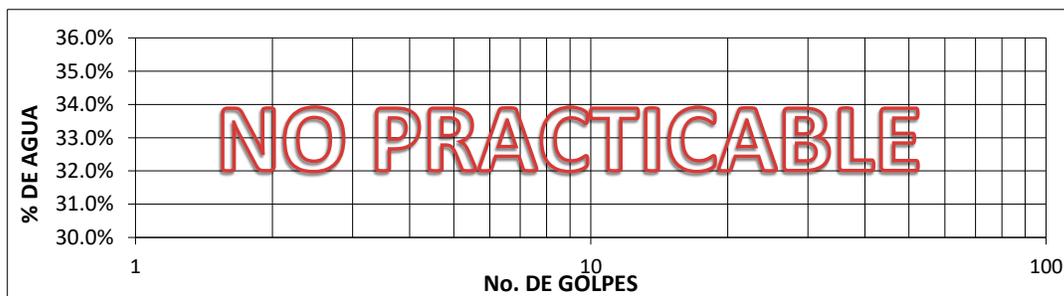


INFORME DE RESULTADOS DE LIMITES DE ATTERBERG ASTM D 4318-17			
Proyecto:* "CONSTRUCCIÓN DE PASO A DESNIVEL EN INTERSECCIÓN ENTRE LAS RUTAS CA04S - LIB04W, CARRETERA AL PUERTO DE LA LIBERTAD, SOBRE REDONDEL UTILA, MUNICIPIO DE SANTA TECLA, LA LIBERTAD."			
Solicitante:* GRUPO ECON, S.A. DE C.V.			
Ubicación:* DEPARTAMENTO DE LA LIBERTAD			
Procedencia del Material:* BARRENO SR- 4		profundidad:* 19.90 - 20.35 m	
Fecha de Ensayo: 4-dic-21	Laboratorista: DENIS FUENTES	Revisó: N.E.C.R.	
Grano máximo Aproximado: 9.50 mm	Porcentaje Retenido en la malla No 40 (Aprox.): 20.5%	Contenido de agua de muestra como es recibida (%): ----	
Método de Preparación de la muestra:	<input type="checkbox"/> Húmedo <input type="checkbox"/> Secado al horno <input checked="" type="checkbox"/> Secado al aire	Método utilizado para remover las partículas mayores a la malla No.40:	<input type="checkbox"/> Con la mano <input checked="" type="checkbox"/> Tamizado (seco) <input type="checkbox"/> Lavado
Realización <input checked="" type="checkbox"/> Manual	Dispositivo para Lim. Liq.: <input type="checkbox"/> Manual	Herramienta de Ranurado: <input checked="" type="checkbox"/> Metálica	<input type="checkbox"/> Plástica
Lim. Plas.: <input type="checkbox"/> Dispositivo de rolado	<input checked="" type="checkbox"/> Mecánico		

	LIMITE LIQUIDO		LIMITE PLÁSTICO	
Prueba No.				
No. de Golpes				
Cápsula No.				
Peso Húmedo + Tara, g				
Peso Seco + Tara, g	NO PRACTICABLE		NO PRACTICABLE	
Peso Agua, g				
Peso Tara, g				
Peso Seco, g				
Contenido de Agua %				

(*) Información proporcionada por el solicitante

Los resultados corresponden al material proporcionado por el solicitante.

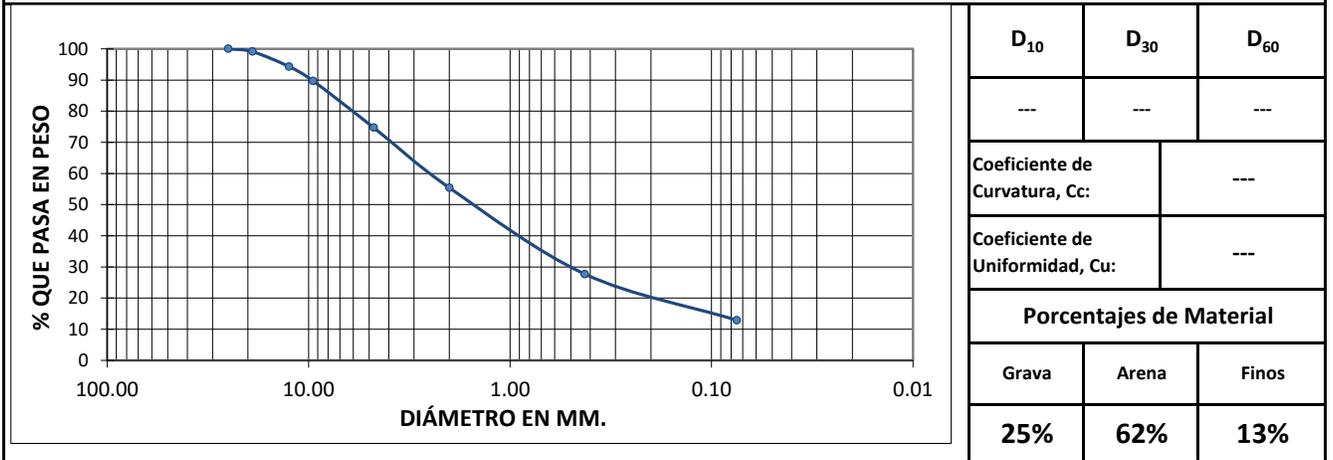


LIMITE LIQUIDO	---
LIMITE PLÁSTICO	---
ÍNDICE DE PLASTICIDAD	---

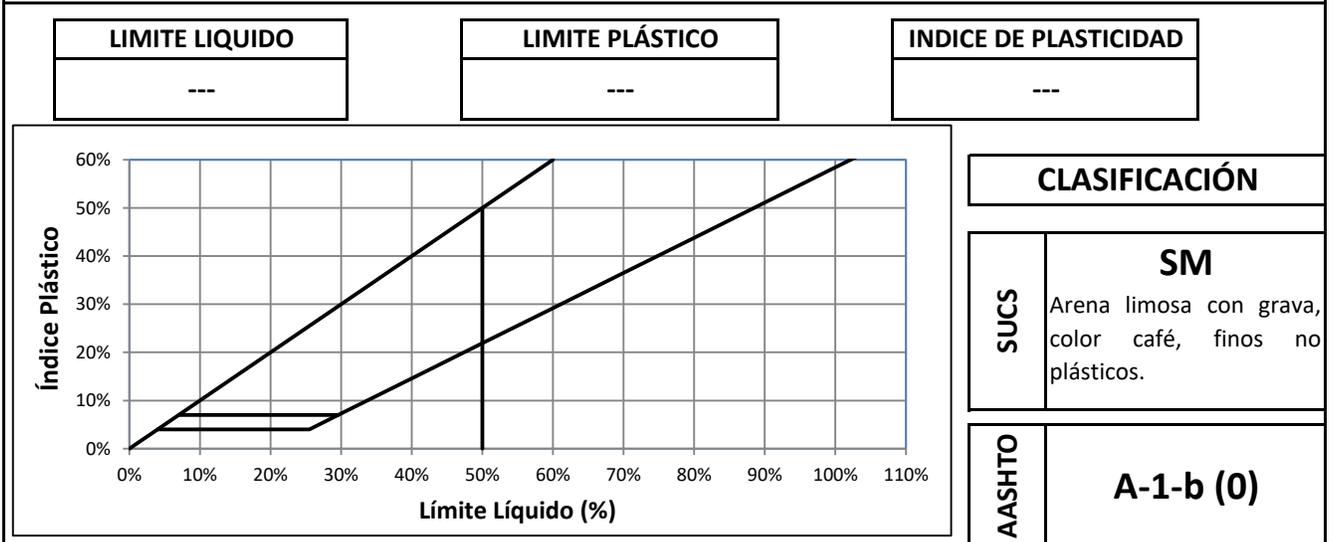
CLASIFICACIÓN DE SUELOS AASHTO M 145 (ASTM D 2487)

Proyecto: "CONSTRUCCIÓN DE PASO A DESNIVEL EN INTERSECCIÓN ENTRE LAS RUTAS CA04S - LIB04W, CARRETERA AL PUERTO DE LA LIBERTAD, SOBRE REDONDEL UTILA, MUNICIPIO DE SANTA TECLA, LA LIBERTAD."				
Solicitante: GRUPO ECON, S.A. DE C.V.				
Muestra No.: 8	Procedencia del Material: BARRENO SR - 4	Coordenadas : N 13°39'47.00"		
	Profundidad: 23.00 - 23.55 m	O 89°16'38.94"		
Fecha de Ensayo: 6-dic-21	Fecha de Muestreo: 30-nov-21	Laboratorista: C. TORRES	Revisó: N.E.C.R.	

GRANULOMETRIA



LÍMITE LÍQUIDO, LÍMITE PLÁSTICO E ÍNDICE PLÁSTICO



ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO AASHTO T 27 (ASTM C 136)					
Proyecto: "CONSTRUCCIÓN DE PASO A DESNIVEL EN INTERSECCIÓN ENTRE LAS RUTAS CA04S - LIB04W, CARRETERA AL PUERTO DE LA LIBERTAD, SOBRE REDONDEL UTILA, MUNICIPIO DE SANTA TECLA, LA LIBERTAD."					
Solicitante: GRUPO ECON, S.A. DE C.V.					
Muestra No.: 8	Procedencia del Material: BARRENO SR- 4 Profundidad: 23.00 - 23.55 m			Coordenadas : N 13°39'47.00" O 89°16'38.94"	
Fecha de Ensayo: 4-dic-21	Fecha de Muestreo: 30-nov-21		Laboratorista: C. TORRES	Revisó: N.E.C.R.	

Peso Bruto (grs): 1,085.9 Tara (grs): 140.4 Peso Neto (grs): 945.5
MATERIAL GRUESO PSC (grs): 945.5

Malla	Peso Retenido Parcial (grs)	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% Que Pasa la Malla	Observaciones
2½"					Contenido de Humedad PH + Tara (grs): ---- PS + Tara (grs): ---- Humedad grs): ---- PS Neto (grs): ---- Peso Tara (grs): ---- Humedad (%): ----
2"					
1½"					
1"	0.0	0.0	0.0	100.0	
¾"	8.2	0.9	0.9	99.1	
½"	45.4	4.8	5.7	94.3	
3/8"	43.6	4.6	10.3	89.7	
No. 4	142.1	15.0	25.3	74.7	
Pasa No. 4					
SUMAS					

MATERIAL TAMIZADO POR MALLA No. 4 Peso Neto (grs): --- PSC (grs): ---

Malla	Peso Retenido Parcial (grs)	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% Que Pasa la Malla	Observaciones
No. 10	182.3	19.3	44.6	55.4	GRAVA 25% ARENA 62% FINOS 13%
No. 40	261.9	27.7	72.3	27.7	
No. 200	140.4	14.8	87.1	12.9	
Pasa No. 200	121.6	12.9	100.0		
SUMAS	945.5	100.0			

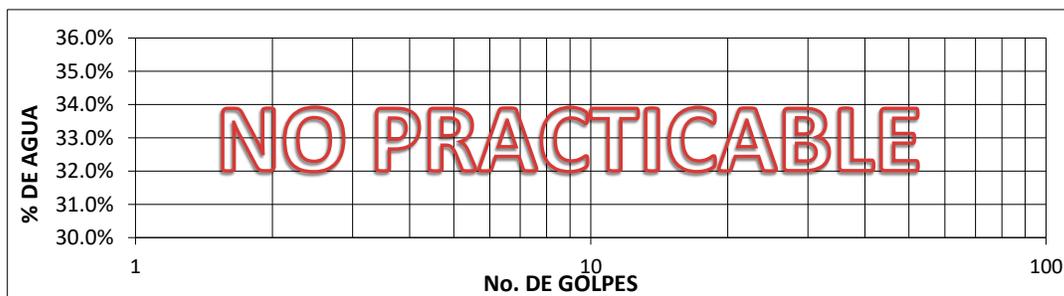


INFORME DE RESULTADOS DE LIMITES DE ATTERBERG ASTM D 4318-17			
Proyecto:* "CONSTRUCCIÓN DE PASO A DESNIVEL EN INTERSECCIÓN ENTRE LAS RUTAS CA04S - LIB04W, CARRETERA AL PUERTO DE LA LIBERTAD, SOBRE REDONDEL UTILA, MUNICIPIO DE SANTA TECLA, LA LIBERTAD."			
Solicitante:* GRUPO ECON, S.A. DE C.V.			
Ubicación:* DEPARTAMENTO DE LA LIBERTAD			
Procedencia del Material:* BARRENO SR- 4		profundidad:* 23.00 - 23.55 m	
Fecha de Ensayo: 4-dic-21	Laboratorista: D. FUENTES	Revisó: N.E.C.R.	
Grano máximo Aproximado: 12.50 mm	Porcentaje Retenido en la malla No 40 (Aprox.): 72.3%	Contenido de agua de muestra como es recibida (%): ----	
Método de Preparación de la muestra:	<input type="checkbox"/> Húmedo <input type="checkbox"/> Secado al horno <input checked="" type="checkbox"/> Secado al aire	Método utilizado para remover las partículas mayores a la malla No.40:	<input type="checkbox"/> Con la mano <input checked="" type="checkbox"/> Tamizado (seco) <input type="checkbox"/> Lavado
Realización <input checked="" type="checkbox"/> Manual Lim. Plas.: <input type="checkbox"/> Dispositivo de rolado	Dispositivo para Lim. Liq.: <input type="checkbox"/> Manual <input checked="" type="checkbox"/> Mecánico	Herramienta de Ranurado: <input checked="" type="checkbox"/> Metálica <input type="checkbox"/> Plástica	

	LIMITE LIQUIDO		LIMITE PLÁSTICO	
Prueba No.				
No. de Golpes				
Cápsula No.				
Peso Húmedo + Tara, g				
Peso Seco + Tara, g	NO PRACTICABLE		NO PRACTICABLE	
Peso Agua, g				
Peso Tara, g				
Peso Seco, g				
Contenido de Agua %				

(*) Información proporcionada por el solicitante

Los resultados corresponden al material proporcionado por el solicitante.

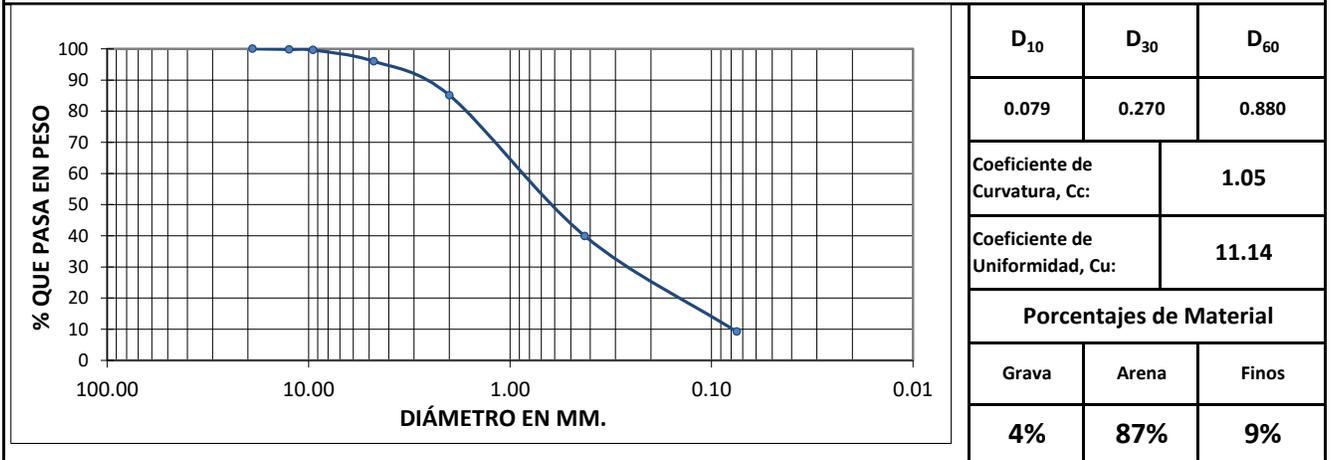


LIMITE LIQUIDO	---
LIMITE PLÁSTICO	---
ÍNDICE DE PLASTICIDAD	---

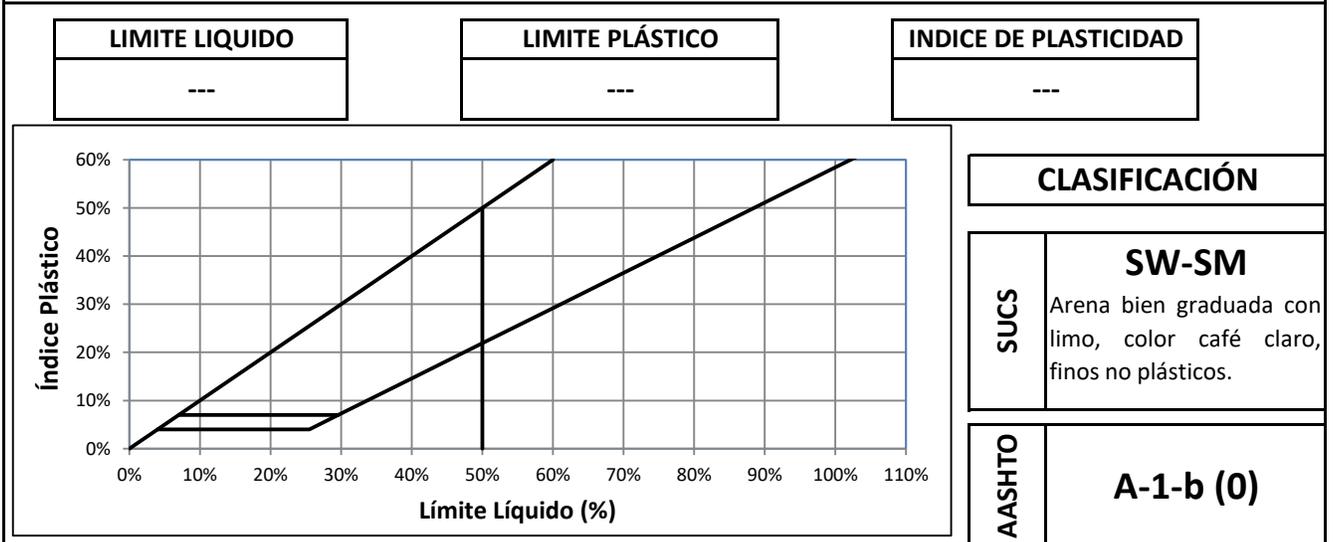
CLASIFICACIÓN DE SUELOS AASHTO M 145 (ASTM D 2487)

Proyecto: "CONSTRUCCIÓN DE PASO A DESNIVEL EN INTERSECCIÓN ENTRE LAS RUTAS CA04S - LIB04W, CARRETERA AL PUERTO DE LA LIBERTAD, SOBRE REDONDEL UTILA, MUNICIPIO DE SANTA TECLA, LA LIBERTAD."				
Solicitante: GRUPO ECON, S.A. DE C.V.				
Muestra No.: 9	Procedencia del Material: BARRENO SR - 4	Coordenadas : N 13°39'47.00"		
	Profundidad: 27.30 - 28.05 m	O 89°16'38.94"		
Fecha de Ensayo: 6-dic-21	Fecha de Muestreo: 30-nov-21	Laboratorista: C. TORRES	Revisó: N.E.C.R.	

GRANULOMETRIA



LÍMITE LÍQUIDO, LÍMITE PLÁSTICO E ÍNDICE PLÁSTICO



ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO AASHTO T 27 (ASTM C 136)					
Proyecto: "CONSTRUCCIÓN DE PASO A DESNIVEL EN INTERSECCIÓN ENTRE LAS RUTAS CA04S - LIB04W, CARRETERA AL PUERTO DE LA LIBERTAD, SOBRE REDONDEL UTILA, MUNICIPIO DE SANTA TECLA, LA LIBERTAD."					
Solicitante: GRUPO ECON, S.A. DE C.V.					
Muestra No.: 9	Procedencia del Material: BARRENO SR- 4 Profundidad: 27.30 - 28.05 m			Coordenadas : N 13°39'47.00" O 89°16'38.94"	
Fecha de Ensayo: 4-dic-21	Fecha de Muestreo: 30-nov-21		Laboratorista: C. TORRES	Revisó: N.E.C.R.	

Peso Bruto (grs): 1,114.5 Tara (grs): 153.6 Peso Neto (grs): 960.9
MATERIAL GRUESO PSC (grs): 960.9

Malla	Peso Retenido Parcial (grs)	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% Que Pasa la Malla	Observaciones
2½"					Contenido de Humedad PH + Tara (grs): ---- PS + Tara (grs): ---- Humedad (grs): ---- PS Neto (grs): ---- Peso Tara (grs): ---- Humedad (%): ----
2"					
1½"					
1"					
¾"	0.0	0.0	0.0	100.0	
½"	2.4	0.2	0.2	99.8	
⅜"	1.6	0.2	0.4	99.6	
No. 4	34.8	3.6	4.0	96.0	
Pasa No. 4					
SUMAS					

MATERIAL TAMIZADO POR MALLA No. 4 Peso Neto (grs): --- PSC (grs): ---

Malla	Peso Retenido Parcial (grs)	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% Que Pasa la Malla	Observaciones
No. 10	104.5	10.9	14.9	85.1	GRAVA 4%
No. 40	433.9	45.2	60.1	39.9	ARENA 87%
No. 200	295.3	30.7	90.8	9.2	FINOS 9%
Pasa No. 200	88.4	9.2	100.0		
SUMAS	960.9	100.0			

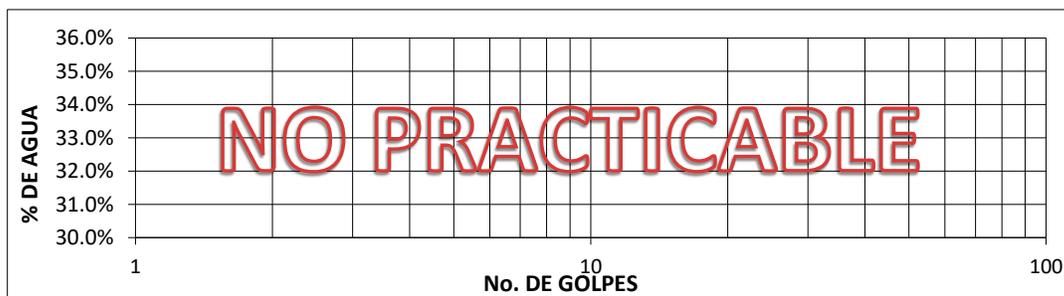


INFORME DE RESULTADOS DE LIMITES DE ATTERBERG ASTM D 4318-17			
Proyecto:* "CONSTRUCCIÓN DE PASO A DESNIVEL EN INTERSECCIÓN ENTRE LAS RUTAS CA04S - LIB04W, CARRETERA AL PUERTO DE LA LIBERTAD, SOBRE REDONDEL UTILA, MUNICIPIO DE SANTA TECLA, LA LIBERTAD."			
Solicitante:* GRUPO ECON, S.A. DE C.V.			
Ubicación:* DEPARTAMENTO DE LA LIBERTAD			
Procedencia del Material:* BARRENO SR- 4		profundidad:* 27.30 - 28.05 m	
Fecha de Ensayo: 4-dic-21	Laboratorista: D. FUENTES	Revisó: N.E.C.R.	
Grano máximo Aproximado: 9.50 mm	Porcentaje Retenido en la malla No 40 (Aprox.): 60.1%	Contenido de agua de muestra como es recibida (%): ----	
Método de Preparación de la muestra:	<input type="checkbox"/> Húmedo <input type="checkbox"/> Secado al horno <input checked="" type="checkbox"/> Secado al aire	Método utilizado para remover las partículas mayores a la malla No.40:	<input type="checkbox"/> Con la mano <input checked="" type="checkbox"/> Tamizado (seco) <input type="checkbox"/> Lavado
Realización <input checked="" type="checkbox"/> Manual Lim. Plas.: <input type="checkbox"/> Dispositivo de rolado	Dispositivo para Lim. Liq.: <input type="checkbox"/> Manual <input checked="" type="checkbox"/> Mecánico	Herramienta de Ranurado: <input checked="" type="checkbox"/> Metálica <input type="checkbox"/> Plástica	

	LIMITE LIQUIDO		LIMITE PLÁSTICO	
Prueba No.				
No. de Golpes				
Cápsula No.				
Peso Húmedo + Tara, g				
Peso Seco + Tara, g	NO PRACTICABLE		NO PRACTICABLE	
Peso Agua, g				
Peso Tara, g				
Peso Seco, g				
Contenido de Agua %				

(*) Información proporcionada por el solicitante

Los resultados corresponden al material proporcionado por el solicitante.

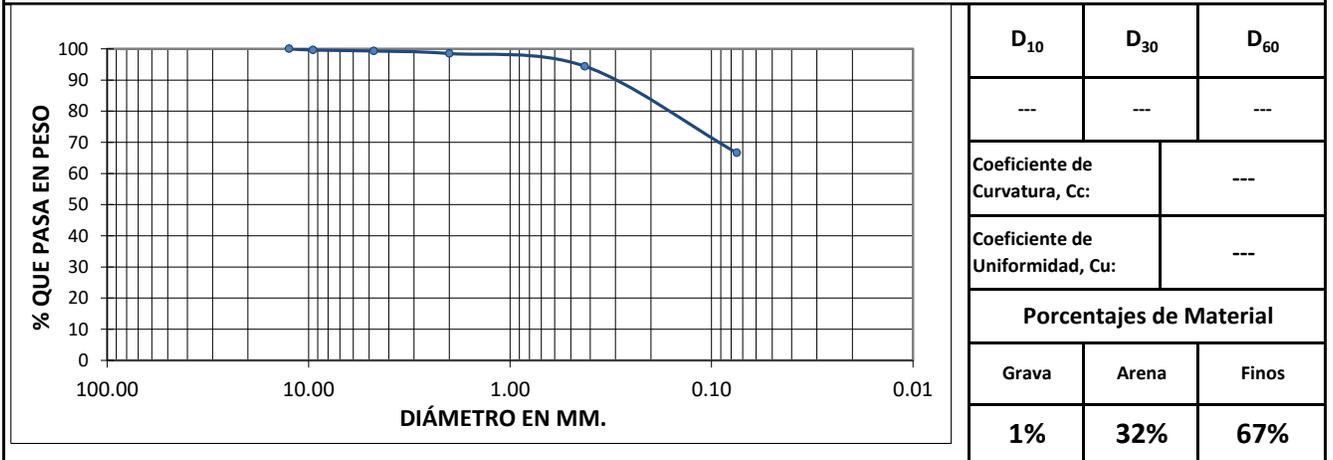


LIMITE LIQUIDO	---
LIMITE PLÁSTICO	---
ÍNDICE DE PLASTICIDAD	---

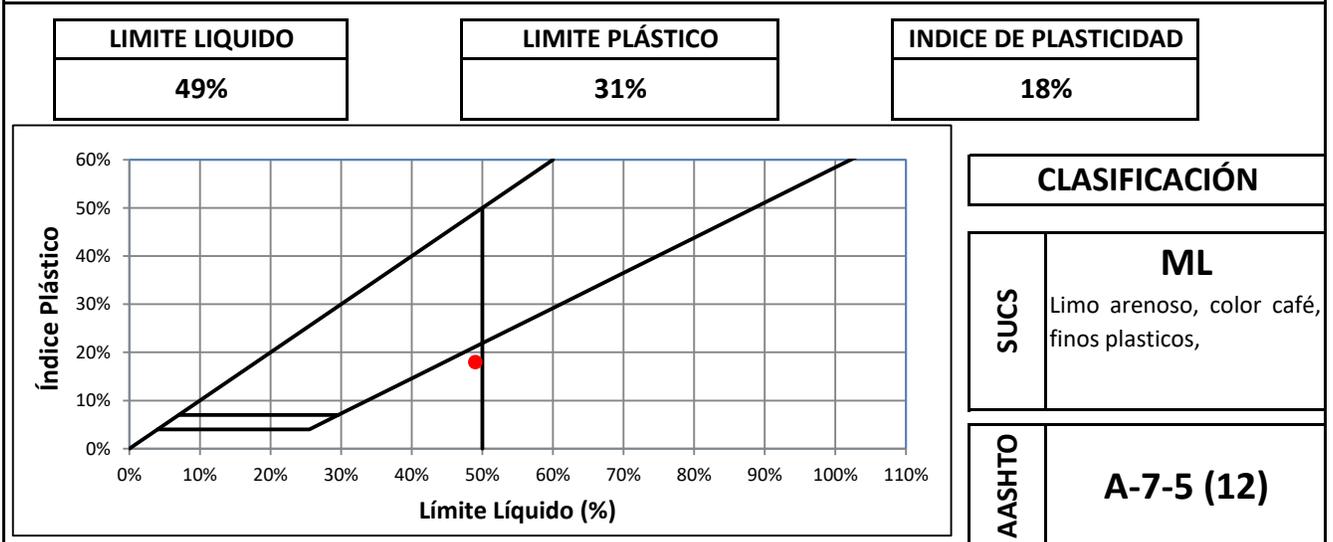
CLASIFICACIÓN DE SUELOS AASHTO M 145 (ASTM D 2487)

Proyecto: "CONSTRUCCIÓN DE PASO A DESNIVEL EN INTERSECCIÓN ENTRE LAS RUTAS CA04S - LIB04W, CARRETERA AL PUERTO DE LA LIBERTAD, SOBRE REDONDEL UTILA, MUNICIPIO DE SANTA TECLA, LA LIBERTAD."				
Solicitante: GRUPO ECON, S.A. DE C.V.				
Muestra No.: 10	Procedencia del Material: BARRENO SR - 4	Coordenadas : N 13°39'47.00"		
	Profundidad: 31.50 - 32.55 m	O 89°16'38.94"		
Fecha de Ensayo: 6-dic-21	Fecha de Muestreo: 30-nov-21	Laboratorista: C. TORRES	Revisó: N.E.C.R.	

GRANULOMETRIA



LÍMITE LÍQUIDO, LÍMITE PLÁSTICO E ÍNDICE PLÁSTICO



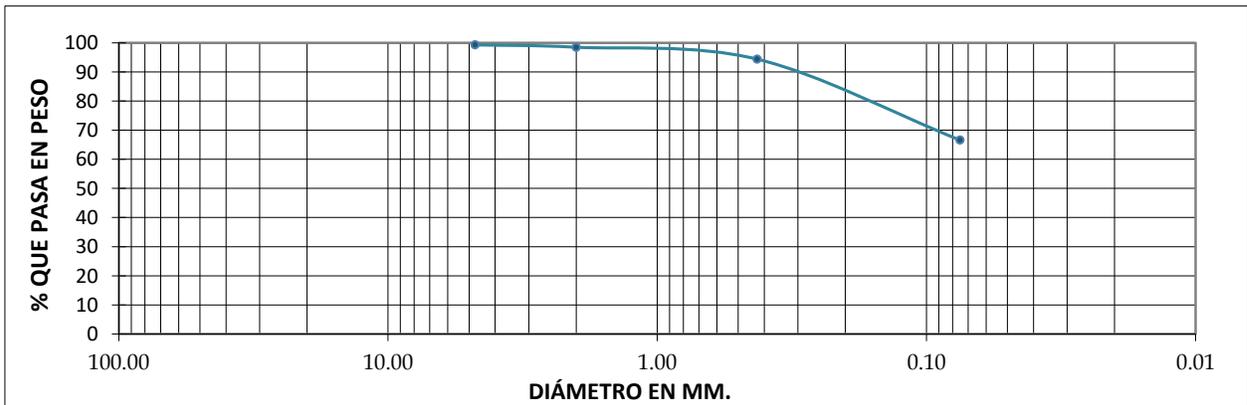
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO AASHTO T 27 (ASTM C 136)					
Proyecto: "CONSTRUCCIÓN DE PASO A DESNIVEL EN INTERSECCIÓN ENTRE LAS RUTAS CA04S - LIB04W, CARRETERA AL PUERTO DE LA LIBERTAD, SOBRE REDONDEL UTILA, MUNICIPIO DE SANTA TECLA, LA LIBERTAD."					
Solicitante: GRUPO ECON, S.A. DE C.V.					
Muestra No.: 10	Procedencia del Material: BARRENO SR- 4 Profundidad: 31.50 - 32.55 m			Coordenadas : N 13°39'47.00" O 89°16'38.94"	
Fecha de Ensayo: 4-dic-21	Fecha de Muestreo: 30-nov-21		Laboratorista: C. TORRES	Revisó: N.E.C.R.	

Peso Bruto (grs): 777.7 Tara (grs): 163.4 Peso Neto (grs): 614.3
MATERIAL GRUESO PSC (grs): 614.3

Malla	Peso Retenido Parcial (grs)	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% Que Pasa la Malla	Observaciones
2½"					Contenido de Humedad PH + Tara (grs): ---- PS + Tara (grs): ---- Humedad (grs): ---- PS Neto (grs): ---- Peso Tara (grs): ---- Humedad (%): ----
2"					
1½"					
1"					
¾"					
½"	0.0	0.0	0.0	100.0	
3/8"	2.4	0.4	0.4	99.6	
No. 4	2.0	0.3	0.7	99.3	
Pasa No. 4					
SUMAS					

MATERIAL TAMIZADO POR MALLA No. 4 Peso Neto (grs): --- PSC (grs): ---

Malla	Peso Retenido Parcial (grs)	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% Que Pasa la Malla	Observaciones
No. 10	5.2	0.8	1.5	98.5	GRAVA 1%
No. 40	25.1	4.1	5.6	94.4	ARENA 32%
No. 200	170.7	27.8	33.4	66.6	FINOS 67%
Pasa No. 200	408.9	66.6	100.0		
SUMAS	614.3	100.0			

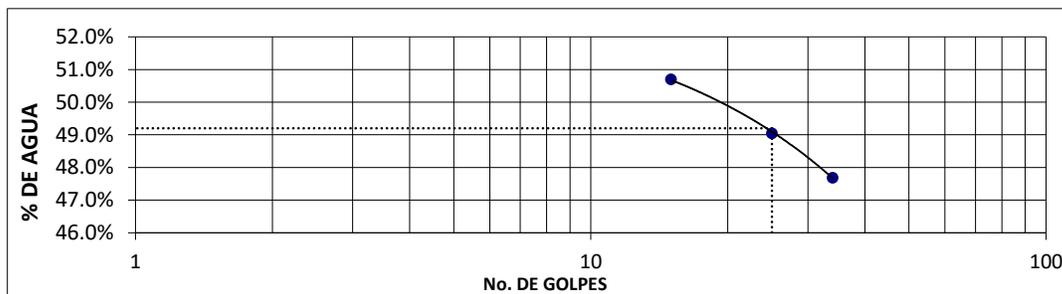


INFORME DE RESULTADOS DE LIMITE DE ATTERBERG ASTM D 4318-17					
Proyecto:* "CONSTRUCCIÓN DE PASO A DESNIVEL EN INTERSECCIÓN ENTRE LAS RUTAS CA04S - LIB04W, CARRETERA AL PUERTO DE LA LIBERTAD, SOBRE REDONDEL UTILA, MUNICIPIO DE SANTA TECLA, LA LIBERTAD."					
Solicitante:* GRUPO ECON, S.A. DE C.V.					
Ubicación:* DEPARTAMENTO DE LA LIBERTAD					
Procedencia del Material:* BARRENO SR- 4			profundidad:* 31.50 - 32.55 m		
Fecha de Ensayo: 4-dic-21		Laboratorista: D. FUENTES		Revisó: N.E.C.R.	
Grano máximo Aproximado: 4.75 mm		Porcentaje Retenido en la malla No 40 (Aprox.): 5.6%		Contenido de agua de muestra como es recibida (%): ----	
Método de Preparación de la muestra:		Método utilizado para remover las partículas mayores a la malla No.40:			
<input type="checkbox"/> Húmedo		<input type="checkbox"/> Con la mano			
<input type="checkbox"/> Secado al horno		<input checked="" type="checkbox"/> Tamizado (seco)			
<input checked="" type="checkbox"/> Secado al aire		<input type="checkbox"/> Lavado			
Realización <input checked="" type="checkbox"/> Manual		Dispositivo para Lim. Liq.: <input type="checkbox"/> Manual		Herramienta de Ranurado: <input checked="" type="checkbox"/> Metálica	
Lim. Plas.: <input type="checkbox"/> Dispositivo de rolado		<input checked="" type="checkbox"/> Mecánico		<input type="checkbox"/> Plástica	

Prueba No.	LIMITE LIQUIDO			LIMITE PLÁSTICO	
	1	2	3	1	2
No. de Golpes	34	25	15		
Cápsula No.	6	48	29	44	14
Peso Húmedo + Tara, g	25.32	25.29	25.15	20.55	20.27
Peso Seco + Tara, g	21.60	21.67	21.53	19.03	18.79
Peso Agua, g	3.72	3.62	3.62	1.52	1.48
Peso Tara, g	13.80	14.29	14.39	14.18	14.06
Peso Seco, g	7.80	7.38	7.14	4.85	4.73
Contenido de Agua %	47.7%	49.1%	50.7%	31.3%	31.3%

(*) Información proporcionada por el solicitante

Los resultados corresponden al material proporcionado por el solicitante



LIMITE LIQUIDO	49%
LIMITE PLÁSTICO	31%
ÍNDICE DE PLASTICIDAD	18%

CONTENIDO DE MATERIA ORGÁNICA DE LOS SUELOS ASTM D 2974					
Proyecto: "CONSTRUCCIÓN DE PASO A DESNIVEL EN INTERSECCIÓN ENTRE LAS RUTAS CA04S - LIB04W, CARRETERA AL PUERTO DE LA LIBERTAD, SOBRE REDONDEL UTILA, MUNICIPIO DE SANTA TECLA, LA LIBERTAD."					
Solicitante: GRUPO ECON, S.A. DE C.V.					
Muestra No.: ---	Procedencia del Material: BARRENO SR-4			Coordenadas: N 13°39'47.00 w 89°16'38.94	
Fecha de Ensayo: 4-dic-21	Fecha de Muestreo: 29-nov-21	Laboratorista: C. TORRES	Revisó N.E.C.R.		

CONTENIDO DE HUMEDAD (Método A)

PROFUNDIDAD (m)	2.35 - 2.55	5.20 - 5.55		
RECIPIENTE No.	128	11		
PESO SUELO HUMEDO + TARA (grs.)	131.20	118.10		
PESO SUELO SECO + TARA (grs)	104.10	91.15		
TARA	15.00	12.50		
PESO SUELO HUMEDO - TARA (A) (grs.)	116.20	105.60		
PESO SUELO SECO - TARA (B) (grs)	89.10	78.65		
CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	30.4	34.3		

CONTENIDO DE HUMEDAD (Método C)

RECIPIENTE No.	2-A	3-A		
PESO SUELO SECO + TARA (grs)	86.58	87.28		
PESO SUELO CALCINADO + TARA (grs)	83.87	84.38		
TARA (grs)	39.24	35.41		
PESO SUELO CALCINADO - TARA grs. (C)	44.63	48.97		
% DE CENIZA, C X 100 / B (D)	94.28	94.41		
% DE MATERIA ORGANICA (100-D)	5.7	5.6		

Observaciones: ---

DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD DE LOS SUELOS ASTM D 2216

Proyecto :	"CONSTRUCCIÓN DE PASO A DESNIVEL EN INTERSECCIÓN ENTRE LAS RUTAS CA04S - LIB04W, CARRETERA AL PUERTO DE LA LIBERTAD, SOBRE REDONDEL UTILA, MUNICIPIO DE SANTA TECLA, LA LIBERTAD."	
Solicitante :	GRUPO ECON S.A. DE C.V.	
Fecha de ensayo :	2-dic-21	Actividad: HUMEDAD NATURAL DEL SUELO

Procedencia	BARRENO SR-4			
	1.05 - 1.50	2.55 - 3.00	4.05 - 4.50	5.55 - 6.00
Profundidad (m)	SPT No.1	SPT No.2	SPT No.3	SPT No.4
Peso humedo + tara	108.18	101.70	91.65	96.33
Peso seco + tara	84.25	80.10	71.20	67.77
Peso de agua	23.9	21.6	20.5	28.6
Peso de tara	12.40	13.00	12.90	12.00
Peso seco	71.9	67.1	58.3	55.8
humedad %	33.3	32.2	35.1	51.2

Procedencia	BARRENO SR-4			
	7.05 - 7.50	8.55 - 9.00	10.05 - 10.50	11.55 - 12.00
Profundidad (m)	SPT No.5	SPT No.6	SPT No.7	SPT No.8
Peso humedo + tara	133.76	136.37	113.55	130.85
Peso seco + tara	108.61	103.78	81.89	94.29
Peso de agua	25.2	32.6	31.7	36.6
Peso de tara	13.10	13.10	13.30	13.00
Peso seco	95.5	90.7	68.6	81.3
humedad %	26.3	35.9	46.2	45.0

Procedencia	BARRENO SR-4			
	13.05 - 13.50	14.55 - 15.00	16.05 - 16.50	17.55 - 18.00
Profundidad (m)	SPT No.9	SPT No.10	SPT No.11	SPT No.12
Peso humedo + tara	103.25	142.22	125.43	102.81
Peso seco + tara	81.01	106.08	97.37	72.78
Peso de agua	22.2	36.1	28.1	30.0
Peso de tara	13.30	13.10	12.90	14.60
Peso seco	67.7	93.0	84.5	58.2
humedad %	32.8	38.9	33.2	51.6

Observaciones: ----

DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD DE LOS SUELOS ASTM D 2216

Proyecto :	"CONSTRUCCIÓN DE PASO A DESNIVEL EN INTERSECCIÓN ENTRE LAS RUTAS CA04S - LIB04W, CARRETERA AL PUERTO DE LA LIBERTAD, SOBRE REDONDEL UTILA, MUNICIPIO DE SANTA TECLA, LA LIBERTAD."		
Solicitante :	GRUPO ECON S.A. DE C.V.		
Fecha de ensayo :	2-dic-21	Actividad: HUMEDAD NATURAL DEL SUELO	

Procedencia	BARRENO SR-4			
Profundidad (m)	19.05 - 19.50	20.55 - 21.00	22.05 - 22.50	23.55 - 24.00
	SPT No.13	SPT No.14	SPT No.15	SPT No.16
Peso humedo + tara	110.48	102.63	116.84	104.71
Peso seco + tara	77.04	78.51	89.19	78.65
Peso de agua	33.4	24.1	27.7	26.1
Peso de tara	15.10	12.50	13.10	14.40
Peso seco	61.9	66.0	76.1	64.3
humedad %	54.0	36.5	36.3	40.6

Procedencia	BARRENO SR-4			
Profundidad (m)	25.05 - 25.50	26.55 - 27.00	28.05 - 28.50	29.55 - 30.00
	SPT No.17	SPT No. 18	SPT No.19	SPT No.20
Peso humedo + tara	98.80	110.89	98.57	93.82
Peso seco + tara	67.95	77.70	67.70	64.26
Peso de agua	30.9	33.2	30.9	29.6
Peso de tara	13.20	13.20	12.70	15.20
Peso seco	54.8	64.5	55.0	49.1
humedad %	56.3	51.5	56.1	60.3

Procedencia	BARRENO SR-4			
Profundidad (m)	31.05 - 31.50	32.55 - 33.00	34.05 - 34.50	35.55 - 36.00
	SPT No.21	SPT No.22	SPT No.23	SPT No.24
Peso humedo + tara	99.08	111.91	112.04	94.56
Peso seco + tara	69.70	78.77	79.57	63.01
Peso de agua	29.4	33.1	32.5	31.6
Peso de tara	13.00	14.30	13.10	15.10
Peso seco	56.7	64.5	66.5	47.9
humedad %	51.8	51.4	48.8	65.9

Observaciones: ----

DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD DE LOS SUELOS ASTM D 2216

Proyecto :	"CONSTRUCCIÓN DE PASO A DESNIVEL EN INTERSECCIÓN ENTRE LAS RUTAS CA04S - LIB04W, CARRETERA AL PUERTO DE LA LIBERTAD, SOBRE REDONDEL UTILA, MUNICIPIO DE SANTA TECLA, LA LIBERTAD."		
Solicitante :	GRUPO ECON S.A. DE C.V.		
Fecha de ensayo :	2-dic-21	Actividad: HUMEDAD NATURAL DEL SUELO	

Procedencia	BARRENO SR-4			
Profundidad (m)	37.05 - 37.50	---	---	---
	SPT No.25	---	---	---
Peso humedo + tara	113.19	---	---	---
Peso seco + tara	76.54	---	---	---
Peso de agua	36.7	---	---	---
Peso de tara	15.20	---	---	---
Peso seco	61.3	---	---	---
humedad %	59.7	---	---	---

Observaciones: ----

**REPORTE DE RESISTENCIA A LA COMPRESIÓN DE NÚCLEOS DE CONCRETO
ASTM C 39**

SOLICITANTE GRUPO ECON, S.A. DE C.V.
 PROYECTO CONSTRUCCIÓN DE PASO A DESNIVEL EN INTERSECCIÓN ENTRE LAS RUTAS CA04S - LIB04W, CARRETERA AL PUERTO DE LA LIBERTAD, SOBRE REDONDEL UTILA, MUNICIPIO DE SANTA TECLA, LA LIBERTAD.
 ASUNTO ENSAYOS A NÚCLEOS DE ROCA
 FECHA ENSAYO 04 DE DICIEMBRE DE 2021
 REPORTE No. 1

RESULTADOS DE LABORATORIO

Núcleo No	Fecha de Ensayo	Diametro (cm)	Altura (cm)	H/D	Factor de Corrección	Carga (kg)	Peso Vol. (Ton/m ³)	Esf. Rupt. (kg/cm ²)	Esf. Rupt. Corregido (kg/cm ²)	Elemento Estructural Colado
1	04/12/21	6.00	11.50	1.92	1.00	1145.0	2.18	40.5	40.5	ROCA. SR-4. 6.40 - 6.60 m.

OBSERVACIONES:

Núcleos de Roca, ensayados conforme ASTM C 39-18.

Núcleos de Roca, procedete de SR-4, profundidad 6.40 - 6.60 m.

Rocas proporcionadas por el solicitante.

DETERMINACIÓN DEL PESO VOLUMÉTRICO DE LOS SUELOS ASTM D 7263	
Proyecto :	"CONSTRUCCIÓN DE PASO A DESNIVEL EN INTERSECCIÓN ENTRE LAS RUTAS CA04S - LIB04W, CARRETERA AL PUERTO DE LA LIBERTAD, SOBRE REDONDEL UTILA, MUNICIPIO DE SANTA TECLA, LA LIBERTAD."
Solicitante :	GRUPO ECON S.A. DE C.V.
Fecha ensayo : 4-dic-21	Fecha Muestre: 29-nov-21

SONDEO No	BARRENO SR-4		
PROFUNDIDAD (m)	5.00 - 5.10		
PESO SUELO HUMEDO (grs.)	353.80		
PESO SUELO SECO (grs)	257.68		
HUMEDAD %	37.30		
DIAMETRO (cm)	5.71	5.70	5.69
DIAMETRO PROMEDIO (cm)	5.70		
ALTURA (cm)	7.70	7.70	7.70
ALTURA PROMEDIO (cm)	7.70		
AREA (cm ²)	25.52		
VOLUMEN (cm ³)	196.49		
PESO VOUMÉTRICO HUMEDO (gr/cm ³)	1.801		
PESO VOLUMÉTRICO SECO (gr/cm ³)	1.311		

Observaciones: Método utilizado: "B".

DETERMINACIÓN DEL PESO VOLUMÉTRICO DE LOS SUELOS ASTM D 7263	
Proyecto :	"CONSTRUCCIÓN DE PASO A DESNIVEL EN INTERSECCIÓN ENTRE LAS RUTAS CA04S - LIB04W, CARRETERA AL PUERTO DE LA LIBERTAD, SOBRE REDONDEL UTILA, MUNICIPIO DE SANTA TECLA, LA LIBERTAD."
Solicitante :	GRUPO ECON S.A. DE C.V.
Fecha ensayo : 4-dic-21	Fecha Muestre: 29-nov-21

SONDEO No	BARRENO SR-4		
PROFUNDIDAD (m)	6.40 - 6.60		
PESO SUELO HUMEDO (grs.)	708.20		
PESO SUELO SECO (grs)	551.56		
HUMEDAD %	28.40		
DIAMETRO (cm)	6.01	6.00	6.01
DIAMETRO PROMEDIO (cm)	6.01		
ALTURA (cm)	11.50	11.51	11.50
ALTURA PROMEDIO (cm)	11.50		
AREA (cm ²)	28.34		
VOLUMEN (cm ³)	325.97		
PESO VOUMÉTRICO HUMEDO (gr/cm ³)	2.173		
PESO VOLUMÉTRICO SECO (gr/cm ³)	1.692		

Observaciones: Método utilizado: "B".

DETERMINACIÓN DEL PESO VOLUMÉTRICO DE LOS SUELOS ASTM D 7263	
Proyecto :	"CONSTRUCCIÓN DE PASO A DESNIVEL EN INTERSECCIÓN ENTRE LAS RUTAS CA04S - LIB04W, CARRETERA AL PUERTO DE LA LIBERTAD, SOBRE REDONDEL UTILA, MUNICIPIO DE SANTA TECLA, LA LIBERTAD."
Solicitante :	GRUPO ECON S.A. DE C.V.
Fecha ensayo : 4-dic-21	Fecha Muestre: 29-nov-21

SONDEO No	BARRENO SR-4		
PROFUNDIDAD (m)	16.60 - 16.75		
PESO SUELO HUMEDO (grs.)	634.80		
PESO SUELO SECO (grs)	469.53		
HUMEDAD %	35.20		
DIAMETRO (cm)	6.19	6.20	6.20
DIAMETRO PROMEDIO (cm)	6.20		
ALTURA (cm)	10.98	11.00	11.01
ALTURA PROMEDIO (cm)	11.00		
AREA (cm ²)	30.16		
VOLUMEN (cm ³)	331.64		
PESO VOUMÉTRICO HUMEDO (gr/cm ³)	1.914		
PESO VOLUMÉTRICO SECO (gr/cm ³)	1.416		

Observaciones: Método utilizado: "B".

DETERMINACIÓN DEL PESO VOLUMÉTRICO DE LOS SUELOS ASTM D 7263	
Proyecto : "CONSTRUCCIÓN DE PASO A DESNIVEL EN INTERSECCIÓN ENTRE LAS RUTAS CA04S - LIB04W, CARRETERA AL PUERTO DE LA LIBERTAD, SOBRE REDONDEL UTILA, MUNICIPIO DE SANTA TECLA, LA LIBERTAD."	
Solicitante : GRUPO ECON S.A. DE C.V.	
Fecha ensayo : 4-dic-21	Fecha Muestre: 30-nov-21

SONDEO No	BARRENO SR-4		
PROFUNDIDAD (m)	32.20 - 32.40		
PESO SUELO HUMEDO (grs.)	477.70		
PESO SUELO SECO (grs)	328.32		
HUMEDAD %	45.50		
DIAMETRO (cm)	6.20	6.21	6.20
DIAMETRO PROMEDIO (cm)	6.20		
ALTURA (cm)	9.01	9.00	9.00
ALTURA PROMEDIO (cm)	9.00		
AREA (cm ²)	30.22		
VOLUMEN (cm ³)	272.11		
PESO VOUMÉTRICO HUMEDO (gr/cm ³)	1.756		
PESO VOLUMÉTRICO SECO (gr/cm ³)	1.207		

Observaciones: Método utilizado: "B".

**ENSAYOS DE
CONSOLIDACION**

CONSOLIDOMETRO 1

**Muestra 1 – SR2
Prof: 13.50 m – 15.30 m**

Página intencionalmente en
blanco para congruencia entre
versiones impresa y digital



ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES
"ING. MARIO ANGEL GUZMÁN URBINA"



ENSAYO DE CONSOLIDACIÓN ASTM D2435
DATOS INICIALES

Solicita: SUELOS Y MATERIALES, S.A. de C.V.
 Proyecto: DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE PASO A DESNIVEL EN INTERSECCIÓN
 ENTRE LAS RUTAS CA04S-LIB04W, CARRETERA AL PUERTO DE LA
 LIBERTAD, SOBRE EL REDONDEL UTILA, MUNICIPIO DE SANTA TECLA,
 LA LIBERTAD
 Muestra: 1 - SR-2
 Profundidad: 13.50 - 15.30 m
 Ensayo No.: 1

Reporte No.: 75-2021
 Hoja No.: 1 / 21
 Laboratorista: E. López
 Calculó: E. López
 Fecha: 16/11/2021
 Micrómetro: 0.0025
 Consolidómetro: 1

DATOS INICIALES	
Masa del anillo (g):	62.73
Masa de muestra húmeda + anillo (g):	173.46
Masa de muestra húmeda (g):	110.73
Diámetro del anillo (cm):	6.35
Áltura del anillo (cm):	1.93
Área de la muestra (cm ²):	31.67
Volumen inicial (cm ³):	61.12
Humedad inicial (%):	39.93
Masa de la muestra seca (g):	79.13

DATOS ANTES DE LA CONSOLIDACIÓN	
Masa de muestra húmeda (g):	110.73
Masa de muestra seca (g):	79.13
Masa de agua (g):	31.60
Volumen inicial (cm ³):	61.12
Volumen de sólidos (cm ³):	32.30
Volumen de Vacíos (cm ³):	28.82
Relacion de vacios inicial:	0.89
Humedad inicial (%):	39.93
Grado de saturación (%):	109.63

DATOS DESPUÉS DE LA CONSOLIDACIÓN	
Masa de muestra húmeda (g):	111.67
Masa de muestra seca (g):	79.13
Masa de agua (g):	32.54
Volumen total final (cm ³):	57.99
Volumen de sólidos (cm ³):	32.30
Volumen de Vacíos (cm ³):	25.70
Relacion de vacios final:	0.80
Humedad final (%):	41.12
Grado de saturación (%):	126.63



E. *Ramón E. López*
 Ing. Ramón Evelio López
 Jefe de Laboratorio



ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES
"ING. MARIO ANGEL GUZMÁN URBINA"

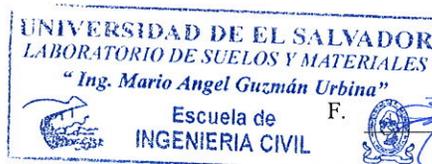


ENSAYO DE CONSOLIDACIÓN ASTM D2435
REGISTRO DE LECTURAS (SATURACIÓN)

Solicita: SUELOS Y MATERIALES, S.A. de C.V.
Proyecto: DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE PASO A DESNIVEL EN INTERSECCIÓN
ENTRE LAS RUTAS CA04S-LIB04W, CARRETERA AL PUERTO DE LA
LIBERTAD, SOBRE EL REDONDEL UTILA, MUNICIPIO DE SANTA TECLA,
LA LIBERTAD
Muestra: 1 - SR-2
Profundidad: 13.50 - 15.30 m
Ensayo No.: 1

Reporte No.: 75-2021
Hoja No.: 2 / 21
Laboratorista: E. López
Calculó: E. López
Fecha: 16/11/2021
Micrómetro: 0.0025
Consolidómetro: 1

SATURACIÓN						
Fecha	Hora	Tiempo transcurrido (min)	T (°C)	Presión (kg/cm ²)	Lectura del micrómetro	Deformación
16 noviembre 2021	08:35 AM	0	24.7	0.000	10.0000	0.0000
"	-	0.1	24.7	"	10.0000	0.0000
"	-	0.25	24.7	"	10.0050	0.0050
"	-	0.5	24.7	"	10.0025	0.0025
"	08:36 AM	1	24.7	"	10.0025	0.0025
"	08:37 AM	2	24.7	"	10.0025	0.0025
"	08:39 AM	4	24.7	"	10.0010	0.0010
"	08:43 AM	8	24.7	"	10.0010	0.0010
"	08:50 AM	15	24.7	"	9.4975	0.0025
"	09:05 AM	30	24.7	"	9.4975	0.0025
"	09:35 AM	60	24.7	"	9.4975	0.0025
"	10:35 AM	120	24.7	"	9.4975	0.0025
"	12:35 PM	240	25.3	"	9.4950	0.0050
"	04:35 PM	480	26.0	"	9.4950	0.0050
17 noviembre 2021	08:09 AM	1414	24.1	"	9.4950	0.0050



Ing. Ramón Evelio López
Jefe de Laboratorio



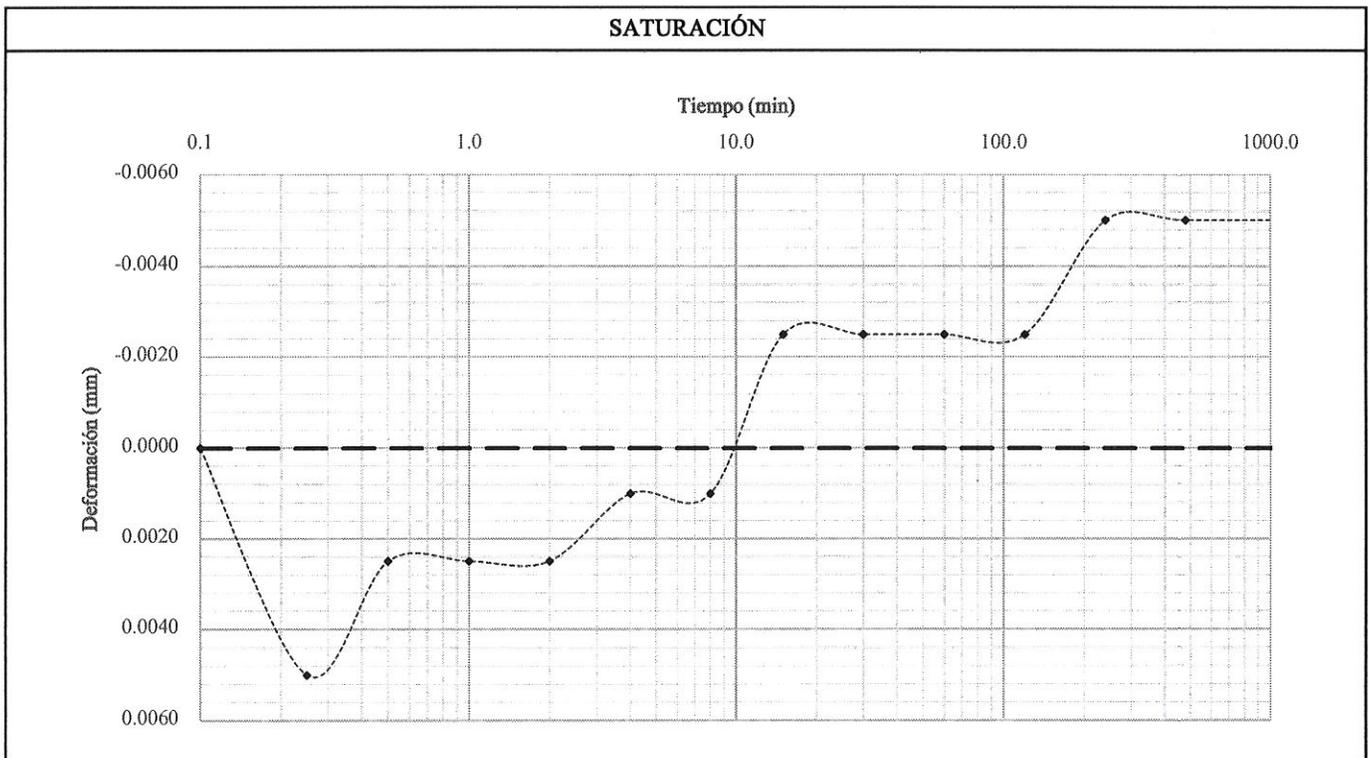
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES
"ING. MARIO ANGEL GUZMÁN URBINA"



ENSAYO DE CONSOLIDACIÓN ASTM D2435
GRÁFICO DEFORMACIÓN - TIEMPO (SATURACIÓN)

Solicita: SUELOS Y MATERIALES, S.A. de C.V.
Proyecto: DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE PASO A DESNIVEL EN INTERSECCIÓN
ENTRE LAS RUTAS CA04S-LIB04W, CARRETERA AL PUERTO DE LA
LIBERTAD, SOBRE EL REDONDEL UTILA, MUNICIPIO DE SANTA TECLA,
LA LIBERTAD
Muestra: 1 - SR-2
Profundidad: 13.50 - 15.30 m
Ensayo No.: 1

Reporte No.: 75-2021
Hoja No.: 3 / 21
Laboratorista: E. López
Calculó: E. López
Fecha: 16/11/2021
Micrómetro: 0.0025
Consolidómetro: 1



UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES
"Ing. Mario Angel Guzmán Urbina"
Escuela de INGENIERIA CIVIL

Ramón E. López
Ing. Ramón Evelio López
Jefe de Laboratorio



ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES
"ING. MARIO ANGEL GUZMÁN URBINA"



ENSAYO DE CONSOLIDACIÓN ASTM D2435
REGISTRO DE LECTURAS (CARGA No. 1)

Solicita: SUELOS Y MATERIALES, S.A. de C.V.
 Proyecto: DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE PASO A DESNIVEL EN INTERSECCIÓN
 ENTRE LAS RUTAS CA04S-LIB04W, CARRETERA AL PUERTO DE LA
 LIBERTAD, SOBRE EL REDONDEL UTILA, MUNICIPIO DE SANTA TECLA,
 LA LIBERTAD
 Muestra: 1 - SR-2
 Profundidad: 13.50 - 15.30 m
 Ensayo No.: 1

Reporte No.: 75-2021
 Hoja No.: 4 / 21
 Laboratorista: E. López
 Calculó: E. López
 Fecha: 17/11/2021
 Micrómetro: 0.0025
 Consolidómetro: 1

CARGA No. 1 - 0.316 kg/cm²

Fecha	Hora	Tiempo transcurrido (min)	T (°C)	Presión (kg/cm ²)	Lectura del micrómetro	Deformación
17 noviembre 2021	08:36 AM	0	24.1	0.316	9.4950	0.0000
"	-	0.1	24.1	"	10.1500	0.1550
"	-	0.25	24.1	"	10.1600	0.1650
"	-	0.5	24.1	"	10.1675	0.1725
"	08:37 AM	1	24.1	"	10.1775	0.1825
"	08:38 AM	2	24.3	"	10.1900	0.1950
"	08:40 AM	4	24.3	"	10.2000	0.2050
"	08:44 AM	8	24.3	"	10.2100	0.2150
"	08:51 AM	15	24.4	"	10.2175	0.2225
"	09:06 AM	30	24.4	"	10.2250	0.2300
"	09:36 AM	60	25.0	"	10.2300	0.2350
"	10:37 AM	121	25.2	"	10.2350	0.2400
"	12:37 PM	241	25.6	"	10.2425	0.2475
"	04:37 PM	481	26.2	"	10.2475	0.2525
18 noviembre 2021	08:00 AM	1404	24.6	"	10.2550	0.2600



Ramón E. López
 Ing. Ramón Evelio López
 Jefe de Laboratorio



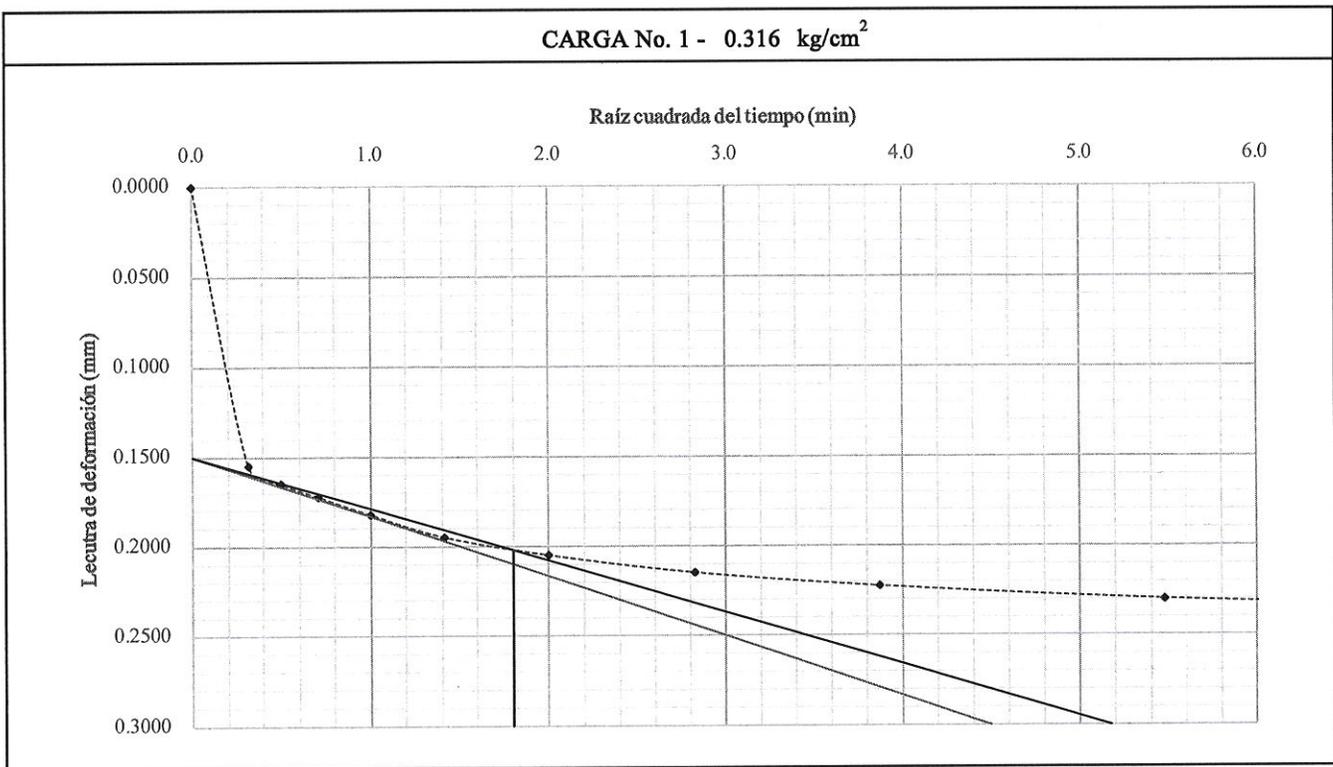
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES
"ING. MARIO ANGEL GUZMÁN URBINA"



ENSAYO DE CONSOLIDACIÓN ASTM D2435
GRÁFICO DEFORMACIÓN - RAÍZ CUADRADA DEL TIEMPO (CARGA No. 1)

Solicita: SUELOS Y MATERIALES, S.A. de C.V.
Proyecto: DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE PASO A DESNIVEL EN INTERSECCIÓN
ENTRE LAS RUTAS CA04S-LIB04W, CARRETERA AL PUERTO DE LA
LIBERTAD, SOBRE EL REDONDEL UTILA, MUNICIPIO DE SANTA TECLA,
LA LIBERTAD
Muestra: 1 - SR-2
Profundidad: 13.50 - 15.30 m
Ensayo No.: 1

Reporte No.: 75-2021
Hoja No.: 5 / 21
Laboralista: E. López
Calculó: E. López
Fecha: 17/11/2021
Micrómetro: 0.0025
Consolidómetro: 1



T_{90} (s): 194.4



Ramón E. López
Ing. Ramón Evelio López

Jefe de Laboratorio



ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES
"ING. MARIO ANGEL GUZMÁN URBINA"



ENSAYO DE CONSOLIDACIÓN ASTM D2435
REGISTRO DE LECTURAS (CARGA No. 2)

Solicita: SUELOS Y MATERIALES, S.A. de C.V.
 Proyecto: DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE PASO A DESNIVEL EN INTERSECCIÓN
ENTRE LAS RUTAS CA04S-LIB04W, CARRETERA AL PUERTO DE LA
LIBERTAD, SOBRE EL REDONDEL UTILA, MUNICIPIO DE SANTA TECLA,
LA LIBERTAD
 Muestra: 1 - SR-2
 Profundidad: 13.50 - 15.30 m
 Ensayo No.: 1

Reporte No.: 75-2021
 Hoja No.: 6 / 21
 Laboratorista: E. López
 Calculó: E. López
 Fecha: 18/11/2021
 Micrómetro: 0.0025
 Consolidómetro: 1

CARGA No. 2 - 0.631 kg/cm ²						
Fecha	Hora	Tiempo transcurrido (min)	T (°C)	Presión (kg/cm ²)	Lectura del micrómetro	Deformación
18 noviembre 2021	08:10 AM	0	24.6	0.631212313	10.2550	0.2600
"	-	0.1	24.6	"	10.2800	0.2850
"	-	0.25	24.6	"	10.2850	0.2900
"	-	0.5	24.6	"	10.2925	0.2975
"	08:11 AM	1	24.6	"	10.3000	0.3050
"	08:12 AM	2	24.6	"	10.3100	0.3150
"	08:14 AM	4	24.6	"	10.3200	0.3250
"	08:18 AM	8	24.6	"	10.3300	0.3350
"	08:25 AM	15	24.6	"	10.3400	0.3450
"	08:40 AM	30	24.6	"	10.3475	0.3525
"	09:10 AM	60	24.6	"	10.3575	0.3625
"	10:10 AM	120	24.8	"	10.3675	0.3725
"	01:50 PM	340	25.3	"	10.3750	0.3800
"	04:10 PM	480	25.9	"	10.3825	0.3875
19 noviembre 2021	08:11 AM	1441	24.1	"	10.3950	0.4000



Ramón E. López
 Ing. Ramón Evelio López
 Jefe de Laboratorio



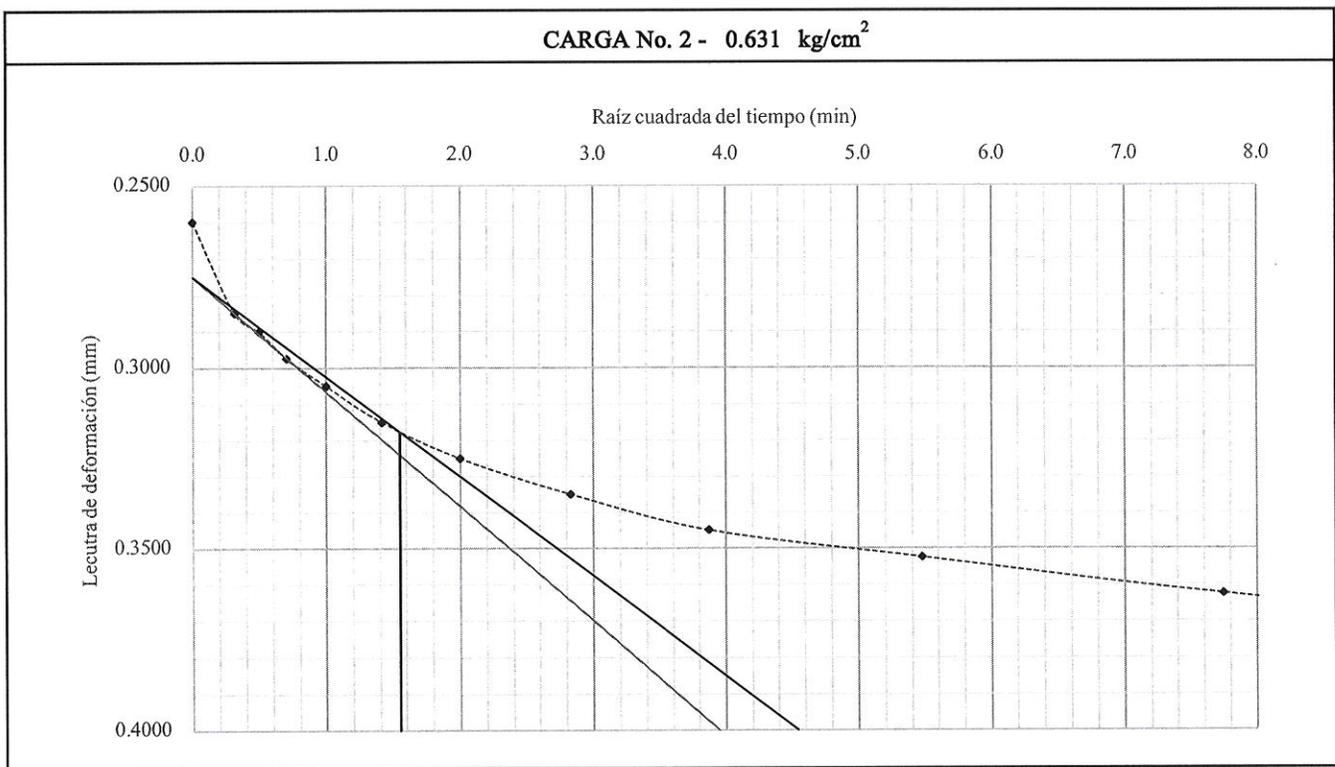
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES
"ING. MARIO ANGEL GUZMÁN URBINA"



ENSAYO DE CONSOLIDACIÓN ASTM D2435
GRÁFICO DEFORMACIÓN - RAÍZ CUADRADA DEL TIEMPO (CARGA No. 2)

Solicita: SUELOS Y MATERIALES, S.A. de C.V.
Proyecto: DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE PASO A DESNIVEL EN INTERSECCIÓN
ENTRE LAS RUTAS CA04S-LIB04W, CARRETERA AL PUERTO DE LA
LIBERTAD, SOBRE EL REDONDEL UTILA, MUNICIPIO DE SANTA TECLA,
LA LIBERTAD
Muestra: 1 - SR-2
Profundidad: 13.50 - 15.30 m
Ensayo No.: 1

Reporte No.: 75-2021
Hoja No.: 7 / 21
Laborarista: E. López
Calculó: E. López
Fecha: 18/11/2021
Micrómetro: 0.0025
Consolidómetro: 1



T_{90} (s): 144.2



Ramón E. López
Ing. Ramón Evelio López
Jefe de Laboratorio



**ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES
"ING. MARIO ANGEL GUZMÁN URBINA"**



**ENSAYO DE CONSOLIDACIÓN ASTM D2435
REGISTRO DE LECTURAS (CARGA No. 3)**

Solicita: SUELOS Y MATERIALES, S.A. de C.V.
 Proyecto: DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE PASO A DESNIVEL EN INTERSECCIÓN
 ENTRE LAS RUTAS CA04S-LIB04W, CARRETERA AL PUERTO DE LA
 LIBERTAD, SOBRE EL REDONDEL UTILA, MUNICIPIO DE SANTA TECLA,
 LA LIBERTAD
 Muestra: 1 - SR-2
 Profundidad: 13.50 - 15.30 m
 Ensayo No.: 1

Reporte No.: 75-2021
 Hoja No.: 8 / 21
 Laboratorista: E. López
 Calculó: E. López
 Fecha: 19/11/2021
 Micrómetro: 0.0025
 Consolidómetro: 1

CARGA No. 3 - 1.261 kg/cm ²						
Fecha	Hora	Tiempo transcurrido (min)	T (°C)	Presión (kg/cm ²)	Lectura del micrómetro	Deformación
19 noviembre 2021	08:22 AM	0	24.2	1.261	10.3950	0.4000
"	-	0.1	24.2	"	10.4450	0.4500
"	-	0.25	24.2	"	10.4625	0.4675
"	-	0.5	24.2	"	10.4725	0.4775
"	08:23 AM	1	24.2	"	10.4875	0.4925
"	08:24 AM	2	24.2	"	11.0050	0.5100
"	08:26 AM	4	24.2	"	11.0275	0.5325
"	08:30 AM	8	24.2	"	11.0450	0.5500
"	08:37 AM	15	24.2	"	11.0600	0.5650
"	08:52 AM	30	24.3	"	11.0750	0.5800
"	09:22 AM	60	24.4	"	11.0850	0.5900
"	10:22 AM	120	24.7	"	11.1000	0.6050
"	12:22 PM	240	25.2	"	11.1125	0.6175
"	04:25 PM	483	25.8	"	11.1225	0.6275
20 noviembre 2021	08:25 AM	1443	23.8	"	11.1350	0.6400



Ramón E. López
 Ing. Ramón Evelio López
 Jefe de Laboratorio



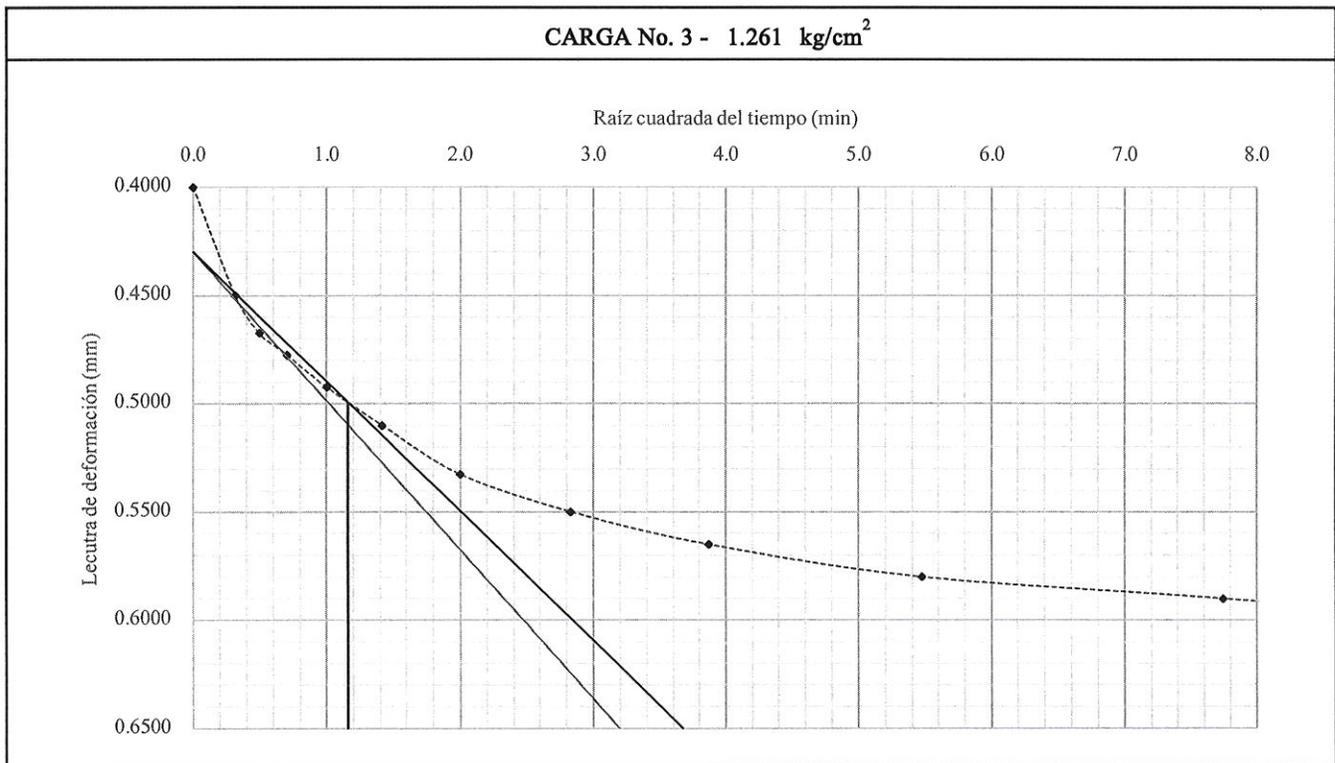
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES
"ING. MARIO ANGEL GUZMÁN URBINA"



ENSAYO DE CONSOLIDACIÓN ASTM D2435
GRÁFICO DEFORMACIÓN - RAÍZ CUADRADA DEL TIEMPO (CARGA No. 3)

Solicita: SUELOS Y MATERIALES, S.A. de C.V.
Proyecto: DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE PASO A DESNIVEL EN INTERSECCIÓN
ENTRE LAS RUTAS CA04S-LIB04W, CARRETERA AL PUERTO DE LA
LIBERTAD, SOBRE EL REDONDEL UTILA, MUNICIPIO DE SANTA TECLA,
LA LIBERTAD
Muestra: 1 - SR-2
Profundidad: 13.50 - 15.30 m
Ensayo No.: 1

Reporte No.: 75-2021
Hoja No.: 9 / 21
Laboratorista: E. López
Calculó: E. López
Fecha: 19/11/2021
Micrómetro: 0.0025
Consolidómetro: 1



T₉₀ (s): 80.7



Ramón E. López
Ing. Ramón Evelio López
Jefe de Laboratorio



ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES
"ING. MARIO ANGEL GUZMÁN URBINA"



ENSAYO DE CONSOLIDACIÓN ASTM D2435
REGISTRO DE LECTURAS (CARGA No. 4)

Solicita: SUELOS Y MATERIALES, S.A. de C.V.

Proyecto: DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE PASO A DESNIVEL EN INTERSECCIÓN
ENTRE LAS RUTAS CA04S-LIB04W, CARRETERA AL PUERTO DE LA
LIBERTAD, SOBRE EL REDONDEL UTILA, MUNICIPIO DE SANTA TECLA,
LA LIBERTAD

Muestra: 1 - SR-2

Profundidad: 13.50 - 15.30 m

Ensayo No.: 1

Reporte No.: 75-2021

Hoja No.: 10 / 21

Laboratorista: E. López

Calculó: E. López

Fecha: 22/11/2021

Micrómetro: 0.0025

Consolidómetro: 1

CARGA No. 4 - 2.521 kg/cm ²						
Fecha	Hora	Tiempo transcurrido (min)	T (°C)	Presión (kg/cm ²)	Lectura del micrómetro	Deformación
22 noviembre 2021	08:26 AM	0	24.3	2.521	11.1350	0.6400
"	-	0.1	24.3	"	11.2175	0.7225
"	-	0.25	24.3	"	11.2350	0.7400
"	-	0.5	24.3	"	11.2500	0.7550
"	08:27 AM	1	24.3	"	11.2700	0.7750
"	08:28 AM	2	24.3	"	11.2925	0.7975
"	08:30 AM	4	24.3	"	11.3175	0.8225
"	08:34 AM	8	24.3	"	11.3400	0.8450
"	08:41 AM	15	24.4	"	11.3600	0.8650
"	08:56 AM	30	24.5	"	11.3775	0.8825
"	09:26 AM	60	24.6	"	11.3975	0.9025
"	10:26 AM	120	24.7	"	11.4125	0.9175
"	12:26 PM	240	25.0	"	11.4300	0.9350
"	04:26 PM	480	25.5	"	11.4450	0.9500
23 noviembre 2021	08:08 AM	1422	23.0	"	11.4625	0.9675




Ing. Ramón Evelio López
Jefe de Laboratorio



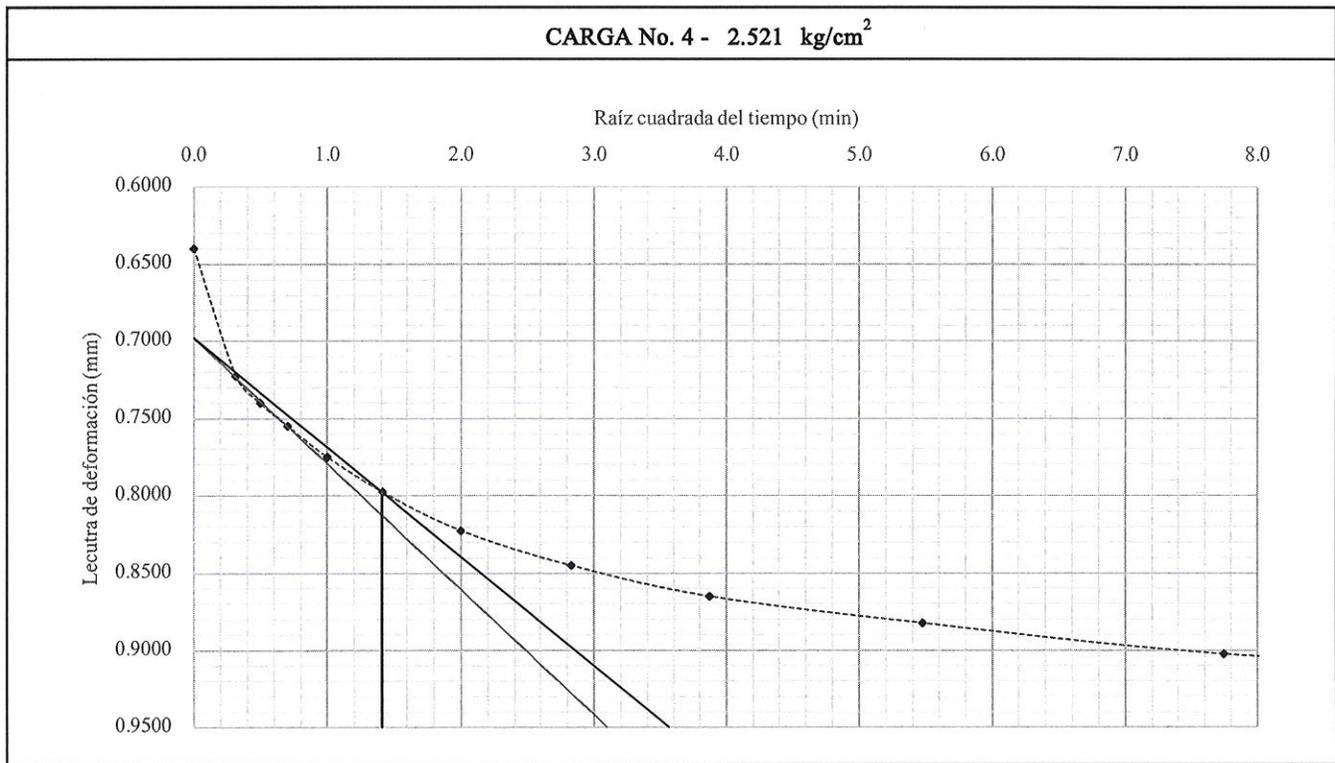
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES
"ING. MARIO ANGEL GUZMÁN URBINA"



ENSAYO DE CONSOLIDACIÓN ASTM D2435
GRÁFICO DEFORMACIÓN - RAÍZ CUADRADA DEL TIEMPO (CARGA No. 4)

Solicita: SUELOS Y MATERIALES, S.A. de C.V.
Proyecto: DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE PASO A DESNIVEL EN INTERSECCIÓN
ENTRE LAS RUTAS CA04S-LIB04W, CARRETERA AL PUERTO DE LA
LIBERTAD, SOBRE EL REDONDEL UTILA, MUNICIPIO DE SANTA TECLA,
LA LIBERTAD
Muestra: 1 - SR-2
Profundidad: 13.50 - 15.30 m
Ensayo No.: 1

Reporte No.: 75-2021
Hoja No.: 11 / 21
Laboratorista: E. López
Calculó: E. López
Fecha: 22/11/2021
Micrómetro: 0.0025
Consolidómetro: 1



T₉₀ (s): 119.3



Ramón E. López
Ing. Ramón Evelio López
Jefe de Laboratorio



ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES
"ING. MARIO ANGEL GUZMÁN URBINA"



ENSAYO DE CONSOLIDACIÓN ASTM D2435
REGISTRO DE LECTURAS (CARGA No. 5)

Solicita: SUELOS Y MATERIALES, S.A. de C.V.
 Proyecto: DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE PASO A DESNIVEL EN INTERSECCIÓN
 ENTRE LAS RUTAS CA04S-LIB04W, CARRETERA AL PUERTO DE LA
 LIBERTAD, SOBRE EL REDONDEL UTILA, MUNICIPIO DE SANTA TECLA,
 LA LIBERTAD
 Muestra: 1 - SR-2
 Profundidad: 13.50 - 15.30 m
 Ensayo No.: 1

Reporte No.: 75-2021
 Hoja No.: 12 / 21
 Laboratorista: E. López
 Calculó: E. López
 Fecha: 23/11/2021
 Micrómetro: 0.0025
 Consolidómetro: 1

CARGA No. 5 - 5.039 kg/cm ²						
Fecha	Hora	Tiempo transcurrido (min)	T (°C)	Presión (kg/cm ²)	Lectura del micrómetro	Deformación
23 noviembre 2021	08:31 AM	0	23.6	5.039	11.4625	0.9675
"	-	0.1	23.6	"	12.0800	1.0850
"	-	0.25	23.6	"	12.1200	1.1250
"	-	0.5	23.6	"	12.1500	1.1550
"	08:32 AM	1	23.6	"	12.1825	1.1875
"	08:33 AM	2	23.6	"	12.2225	1.2275
"	08:35 AM	4	23.6	"	12.2600	1.2650
"	08:39 AM	8	23.7	"	12.2950	1.3000
"	08:46 AM	15	23.7	"	12.3125	1.3175
"	09:01 AM	30	23.8	"	12.3475	1.3525
"	09:31 AM	60	23.9	"	12.3700	1.3750
"	10:31 AM	120	24.1	"	12.3925	1.3975
"	12:31 PM	240	24.5	"	12.4125	1.4175
"	04:31 PM	480	25.1	"	12.4350	1.4400
24 noviembre 2021	08:31 AM	1440	23.1	"	12.4650	1.4700



Ramón E. López
 Ing. Ramón Evelio López
 Jefe de Laboratorio



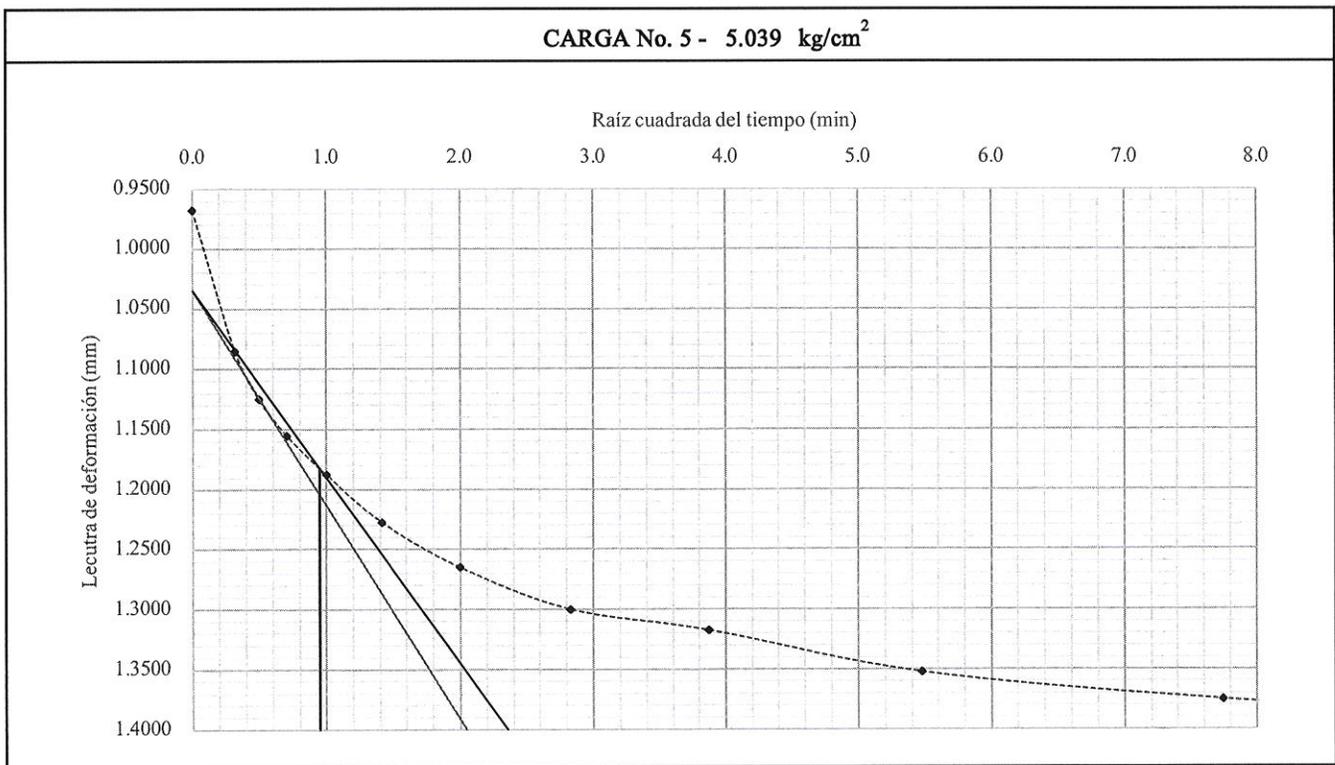
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES
"ING. MARIO ANGEL GUZMÁN URBINA"



ENSAYO DE CONSOLIDACIÓN ASTM D2435
GRÁFICO DEFORMACIÓN - RAÍZ CUADRADA DEL TIEMPO (CARGA No. 5)

Solicita: SUELOS Y MATERIALES, S.A. de C.V.
Proyecto: DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE PASO A DESNIVEL EN INTERSECCIÓN
ENTRE LAS RUTAS CA04S-LIB04W, CARRETERA AL PUERTO DE LA
LIBERTAD, SOBRE EL REDONDEL UTILA, MUNICIPIO DE SANTA TECLA,
LA LIBERTAD
Muestra: 1 - SR-2
Profundidad: 13.50 - 15.30 m
Ensayo No.: 1

Reporte No.: 75-2021
Hoja No.: 13 / 21
Laboratorista: E. López
Calculó: E. López
Fecha: 23/11/2021
Micrómetro: 0.0025
Consolidómetro: 1



T₉₀ (s): 54.2



Ramón E. López
Ing. Ramón Evelio López
Jefe de Laboratorio



ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES
"ING. MARIO ANGEL GUZMÁN URBINA"



ENSAYO DE CONSOLIDACIÓN ASTM D2435
REGISTRO DE LECTURAS (DESCARGA No. 1)

Solicita: SUELOS Y MATERIALES, S.A. de C.V.
 Proyecto: DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE PASO A DESNIVEL EN INTERSECCIÓN
 ENTRE LAS RUTAS CA04S-LIB04W, CARRETERA AL PUERTO DE LA
 LIBERTAD, SOBRE EL REDONDEL UTILA, MUNICIPIO DE SANTA TECLA,
 LA LIBERTAD
 Muestra: 1 - SR-2
 Profundidad: 13.50 - 15.30 m
 Ensayo No.: 1

Reporte No.: 75-2021
 Hoja No.: 14 / 21
 Laboratorista: E. López
 Calculó: E. López
 Fecha: 24/11/2021
 Micrómetro: 0.0025
 Consolidómetro: 1

DESCARGA No. 1 - 2.521 kg/cm ²						
Fecha	Hora	Tiempo transcurrido (min)	T (°C)	Presión (kg/cm ²)	Lectura del micrómetro	Deformación
24 noviembre 2021	08:31 AM	0	23.1	2.521	12.4650	1.4700
"	-	0.1	23.1	"	12.4300	1.4350
"	-	0.25	23.1	"	12.4275	1.4325
"	-	0.5	23.1	"	12.4275	1.4325
"	08:32 AM	1	23.1	"	12.4250	1.4300
"	08:33 AM	2	23.1	"	12.4250	1.4300
"	08:35 AM	4	23.1	"	12.4200	1.4250
"	08:39 AM	8	23.1	"	12.4200	1.4250
"	08:46 AM	15	23.1	"	12.4200	1.4250
"	09:01 AM	30	23.1	"	12.4175	1.4225
"	09:31 AM	60	23.1	"	12.4175	1.4225
"	10:31 AM	120	23.4	"	12.4150	1.4200
"	12:31 PM	240	24.1	"	12.4150	1.4200
"	04:31 PM	480	24.8	"	12.4150	1.4200
25 noviembre 2021	08:31 AM	1440	23.0	"	12.4125	1.4175



Ramón E. López
 Ing. Ramón Evelio López
 Jefe de Laboratorio



ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES
"ING. MARIO ANGEL GUZMÁN URBINA"

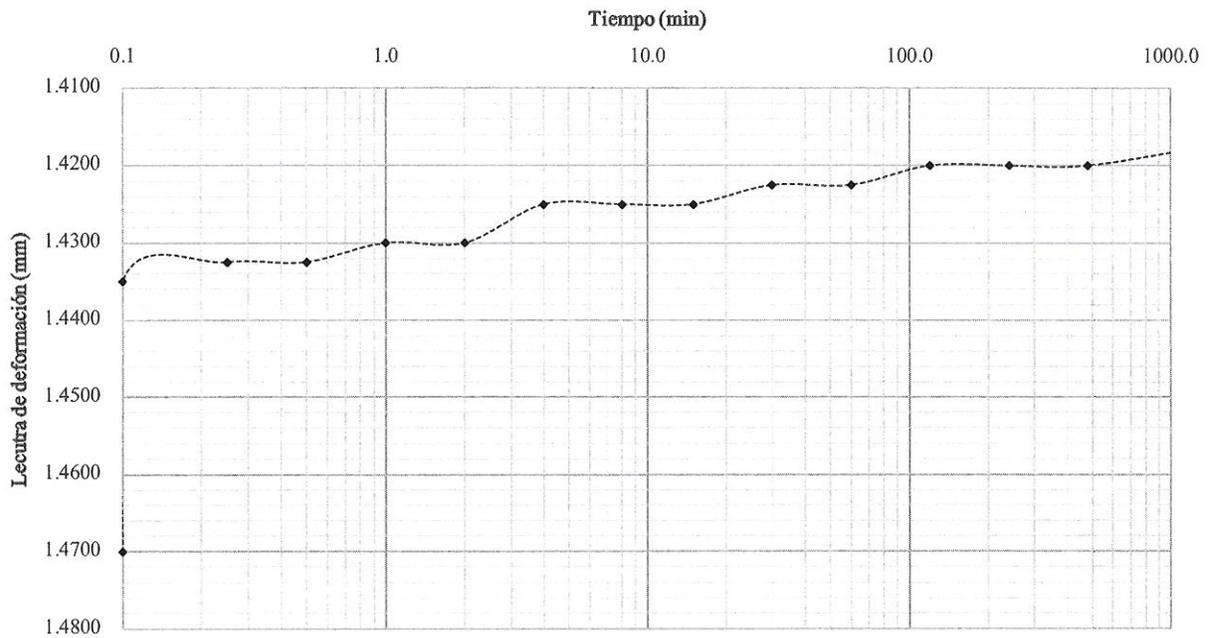


ENSAYO DE CONSOLIDACIÓN ASTM D2435
GRÁFICO DEFORMACIÓN - TIEMPO (DESCARGA No. 1)

Solicita: SUELOS Y MATERIALES, S.A. de C.V.
Proyecto: DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE PASO A DESNIVEL EN INTERSECCIÓN
ENTRE LAS RUTAS CA04S-LIB04W, CARRETERA AL PUERTO DE LA
LIBERTAD, SOBRE EL REDONDEL UTILA, MUNICIPIO DE SANTA TECLA,
LA LIBERTAD
Muestra: 1 - SR-2
Profundidad: 13.50 - 15.30 m
Ensayo No.: 1

Reporte No.: 75-2021
Hoja No.: 15 / 21
Laboratorista: E. López
Calculó: E. López
Fecha: 24/11/2021
Micrómetro: 0.0025
Consolidómetro: 1

DESCARGA No. 1 - 2.521 kg/cm²



UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES
"Ing. Mario Angel Guzmán Urbina"
Escuela de INGENIERIA CIVIL

Ramón Evelio López
Ing. Ramón Evelio López
Jefe de Laboratorio



ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES
"ING. MARIO ANGEL GUZMÁN URBINA"



ENSAYO DE CONSOLIDACIÓN ASTM D2435
REGISTRO DE LECTURAS (DESCARGA No. 2)

Solicita: SUELOS Y MATERIALES, S.A. de C.V.
Proyecto: DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE PASO A DESNIVEL EN INTERSECCIÓN
ENTRE LAS RUTAS CA04S-LIB04W, CARRETERA AL PUERTO DE LA
LIBERTAD, SOBRE EL REDONDEL UTILA, MUNICIPIO DE SANTA TECLA,
LA LIBERTAD
Muestra: 1 - SR-2
Profundidad: 13.50 - 15.30 m
Ensayo No.: 1

Reporte No.: 75-2021
Hoja No.: 16 / 21
Laborarista: E. López
Calculó: E. López
Fecha: 25/11/2021
Micrómetro: 0.0025
Consolidómetro: 1

DESCARGA No. 2 - 1.261 kg/cm ²						
Fecha	Hora	Tiempo transcurrido (min)	T (°C)	Presión (kg/cm ²)	Lectura del micrómetro	Deformación
25 noviembre 2021	08:51 AM	0	23.0	1.261	12.4125	1.4175
"	-	0.1	23.0	"	12.3775	1.3825
"	-	0.25	23.0	"	12.3750	1.3800
"	-	0.5	23.0	"	12.3725	1.3775
"	08:52 AM	1	23.0	"	12.3700	1.3750
"	08:53 AM	2	23.0	"	12.3650	1.3700
"	08:55 AM	4	23.0	"	12.3650	1.3700
"	08:59 AM	8	23.1	"	12.3625	1.3675
"	09:06 AM	15	23.1	"	12.3600	1.3650
"	09:21 AM	30	23.2	"	12.3575	1.3625
"	09:51 AM	60	23.5	"	12.3550	1.3600
"	10:51 AM	120	23.7	"	12.3475	1.3525
"	12:51 PM	240	24.2	"	12.3450	1.3500
"	04:51 PM	480	24.7	"	12.3450	1.3500
26 noviembre 2021	08:39 AM	1428	23.4	"	12.3450	1.3500



Ramón E. López
Ing. Ramón Evelio López
Jefe de Laboratorio



ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES
"ING. MARIO ANGEL GUZMÁN URBINA"

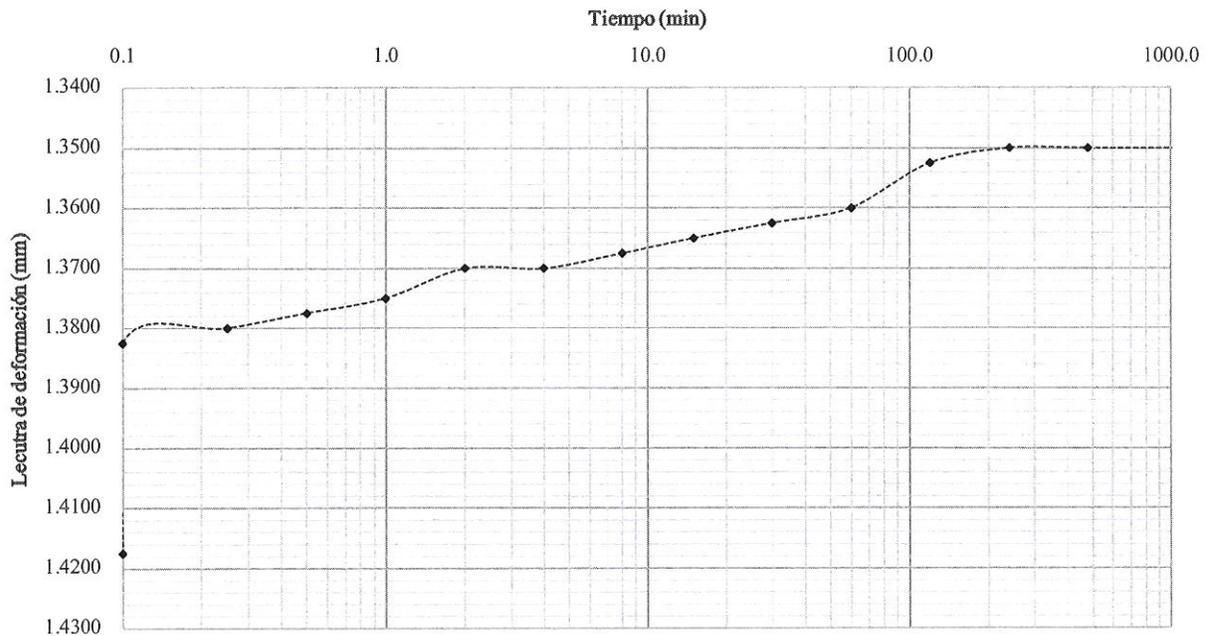


ENSAYO DE CONSOLIDACIÓN ASTM D2435
GRÁFICO DEFORMACIÓN - TIEMPO (DESCARGA No. 2)

Solicita: SUELOS Y MATERIALES, S.A. de C.V.
Proyecto: DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE PASO A DESNIVEL EN INTERSECCIÓN
ENTRE LAS RUTAS CA04S-LIB04W, CARRETERA AL PUERTO DE LA
LIBERTAD, SOBRE EL REDONDEL UTILA, MUNICIPIO DE SANTA TECLA,
LA LIBERTAD
Muestra: 1 - SR-2
Profundidad: 13.50 - 15.30 m
Ensayo No.: 1

Reporte No.: 75-2021
Hoja No.: 17 / 21
Laborarista: E. López
Calculó: E. López
Fecha: 25/11/2021
Micrómetro: 0.0025
Consolidómetro: 1

DESCARGA No. 2 - 1.261 kg/cm²



UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES
"Ing. Mario Angel Guzmán Urbina"
Escuela de
INGENIERIA CIVIL

Ramón E. López
Ing. Ramón Evelio López
Jefe de Laboratorio



ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES
"ING. MARIO ANGEL GUZMÁN URBINA"



ENSAYO DE CONSOLIDACIÓN ASTM D2435
REGISTRO DE LECTURAS (DESCARGA No. 3)

Solicita: SUELOS Y MATERIALES, S.A. de C.V.

Proyecto: DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE PASO A DESNIVEL EN INTERSECCIÓN

ENTRE LAS RUTAS CA04S-LIB04W, CARRETERA AL PUERTO DE LA
LIBERTAD, SOBRE EL REDONDEL UTILA, MUNICIPIO DE SANTA TECLA,
LA LIBERTAD

Muestra: 1 - SR-2

Profundidad: 13.50 - 15.30 m

Ensayo No.: 1

Reporte No.: 75-2021

Hoja No.: 18 / 21

Laboratorista: E. López

Calculó: E. López

Fecha: 26/11/2021

Micrómetro: 0.0025

Consolidómetro: 1

DESCARGA No. 3 - 0.000 kg/cm²

Fecha	Hora	Tiempo transcurrido (min)	T (°C)	Presión (kg/cm ²)	Lectura del micrómetro	Deformación
26 noviembre 2021	08:39 AM	0	23.4	0.000	12.3450	1.3500
"	-	0.1	23.4	"	12.2400	1.2450
"	-	0.25	23.4	"	12.2250	1.2300
"	-	0.5	23.4	"	12.2125	1.2175
"	08:40 AM	1	23.4	"	12.1975	1.2025
"	08:41 AM	2	23.4	"	12.1725	1.1775
"	08:43 AM	4	23.4	"	12.1500	1.1550
"	08:47 AM	8	23.4	"	12.1200	1.1250
"	08:54 AM	15	23.4	"	12.0900	1.0950
"	09:09 AM	30	23.6	"	12.0700	1.0750
"	09:39 AM	60	23.7	"	12.0500	1.0550
"	10:39 AM	120	23.9	"	12.0325	1.0375
"	12:39 PM	240	24.4	"	12.0200	1.0250
"	04:39 PM	480	25.0	"	12.0075	1.0125
27 noviembre 2021	02:10 PM	1771	24.7	"	11.4875	0.9925



Ramón E. López
Ing. Ramón Evelio López
Jefe de Laboratorio



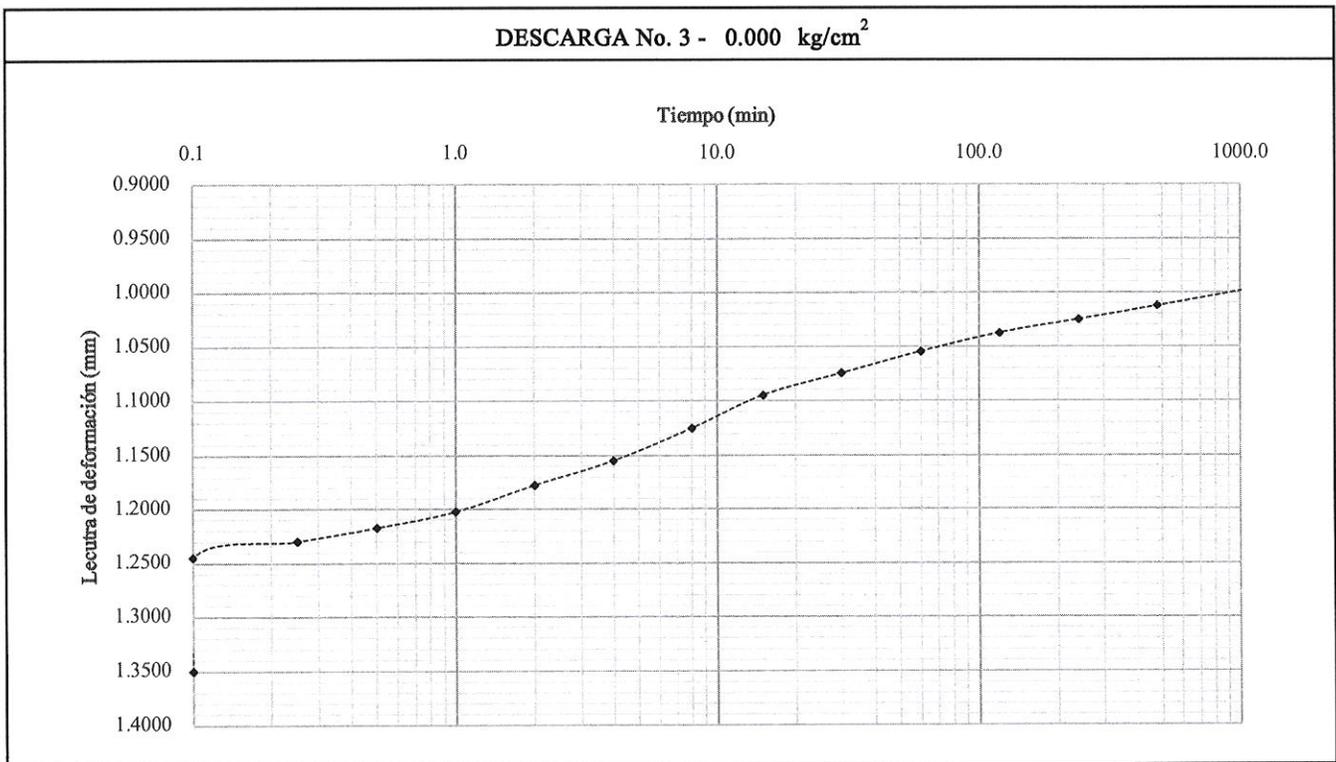
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES
"ING. MARIO ANGEL GUZMÁN URBINA"



ENSAYO DE CONSOLIDACIÓN ASTM D2435
GRÁFICO DEFORMACIÓN - TIEMPO (DESCARGA No. 3)

Solicita: SUELOS Y MATERIALES, S.A. de C.V.
Proyecto: DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE PASO A DESNIVEL EN INTERSECCIÓN
ENTRE LAS RUTAS CA04S-LIB04W, CARRETERA AL PUERTO DE LA
LIBERTAD, SOBRE EL REDONDEL UTILA, MUNICIPIO DE SANTA TECLA,
LA LIBERTAD
Muestra: 1 - SR-2
Profundidad: 13.50 - 15.30 m
Ensayo No.: 1

Reporte No.: 75-2021
Hoja No.: 19 / 21
Laboratorista: E. López
Calculó: E. López
Fecha: 26/11/2021
Micrómetro: 0.0025
Consolidómetro: 1



UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES
"Ing. Mario Angel Guzmán Urbina"
Escuela de INGENIERIA CIVIL

Ing. Ramón Evelio López
Jefe de Laboratorio



**ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES
"ING. MARIO ANGEL GUZMÁN URBINA"**



**ENSAYO DE CONSOLIDACIÓN ASTM D2435
REGISTRO DE CONSOLIDACIÓN**

Solicita: SUELOS Y MATERIALES, S.A. de C.V.

Proyecto: DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE PASO A DESNIVEL EN INTERSECCIÓN ENTRE LAS RUTAS CA04S-LIB04W, CARRETERA AL
PUERTO DE LA LIBERTAD, SOBRE EL REDONDEL UTILA, MUNICIPIO DE SANTA TECLA, LA LIBERTAD

Muestra: 1 - SR-2

Profundidad: 13.50 - 15.30 m

Ensayo No.: 1

Altura del anillo (mm): 19.30
Masa de los sólidos (g): 79.13

Área de la muestra: 31.67 cm²
Gravedad específica: 2.45

Altura de los sólidos (mm): 10.20
Altura inicial (mm): 19.3050

Reporte No.:

Hoja No.: 20 / 22

Laboratorista: E. López

Calculó: E. López

Fecha: 26/11/2021

Micrómetro: 0.0025

Consolidómetro: 1

T (°C)	γ_o g/cm ³	Presión kg/cm ³	Def. δ mm	2H mm	2H - 2H ₀ mm	e = (2H - 2H ₀) / 2H ₀	H cm	Hm ² cm ²	T ₉₀ (seg)	Av cm ²	Cv cm ² /seg	Km cm ² /seg	Km 20° C	e _m	Pm cm ² /seg
0	0	0.000	0.0000	19.3000	9.1015	0.892	1.9303	3.72587						0.893	0.000
24.8	0.9971	0.000	-0.0050	19.3050	9.1065	0.893	1.9175	3.67681	194.4	0.08074	0.0160	6.87E-07	6.09E-07	0.880	0.158
24.6	0.99715	0.316	0.2600	19.0450	8.8465	0.867	1.8975	3.60051	144.2	0.04352	0.0212	4.94E-07	4.38E-07	0.861	0.473
24.8	0.9971	0.631	0.1400	18.9050	8.7065	0.854	1.8785	3.52876	80.7	0.03738	0.0371	7.50E-07	6.66E-07	0.842	0.946
24.4	0.9972	1.261	0.2400	18.6650	8.4665	0.830	1.8501	3.42296	119.3	0.02549	0.0243	3.41E-07	3.02E-07	0.814	1.891
24.5	0.99718	2.521	0.3275	18.3375	8.1390	0.798	1.8086	3.27112	54.2	0.01956	0.0512	5.63E-07	4.99E-07	0.773	3.780
23.9	0.99733	5.039	0.5025	17.8350	7.6365	0.749									
23.3	0.99747	2.521	0.0525	17.8875	7.6890	0.754									
23.3	0.99747	1.261	0.0675	17.9550	7.7565	0.761									
23.7	0.99737	0.000	0.3575	18.3125	8.1140	0.796									



Ing. Ramón Evelio López
Jefe de Laboratorio



ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES
"ING. MARIO ANGEL GUZMÁN URBINA"



ENSAYO DE CONSOLIDACIÓN ASTM D2435
GRÁFICO PRESIÓN - RELACIÓN DE VACÍOS

Solicita: SUELOS Y MATERIALES, S.A. de C.V.

Proyecto: DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE PASO A DESNIVEL EN INTERSECCIÓN
ENTRE LAS RUTAS CA04S-LIB04W, CARRETERA AL PUERTO DE LA
LIBERTAD, SOBRE EL REDONDEL UTILA, MUNICIPIO DE SANTA TECLA,
LA LIBERTAD

Muestra: 1 - SR-2

Profundidad: 13.50 - 15.30 m

Ensayo No.: 1

Reporte No.: 75-2021

Hoja No.: 21 / 21

Laboratorista: E. López

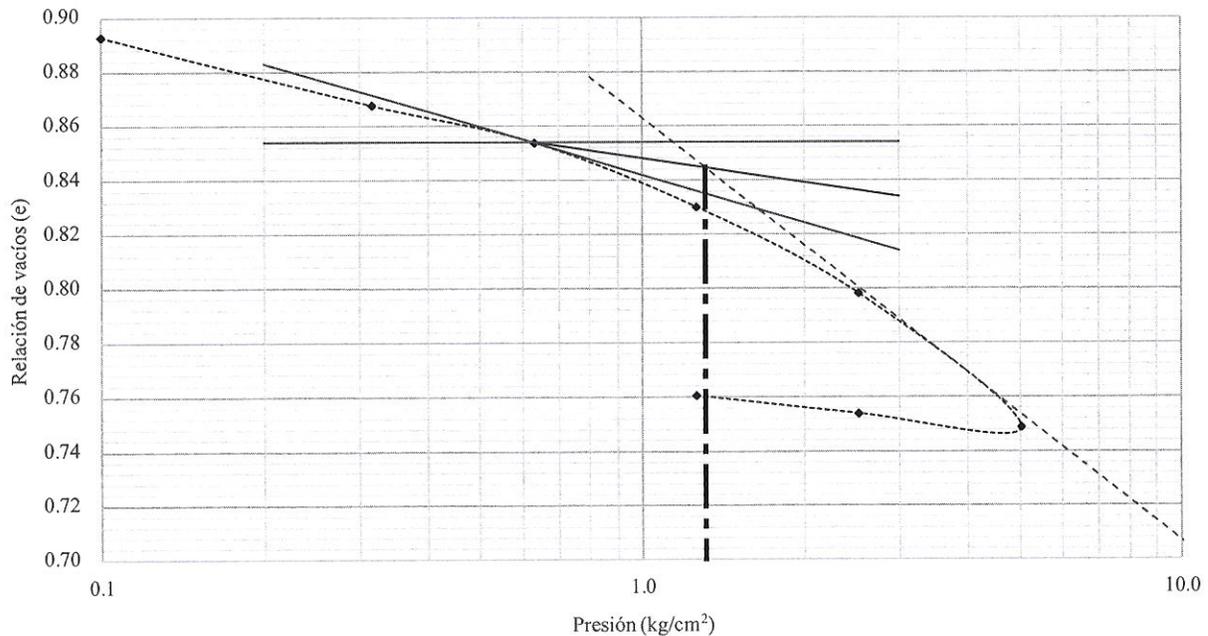
Calculó: E. López

Fecha: 26/11/2021

Micrómetro: 0.0025

Consolidómetro: 1

GRÁFICO PRESIÓN - RELACIÓN DE VACÍOS



Carga de preconsolidación (P_c): 1.31 kg/cm²



Ramón E. López
Ing. Ramón Evelio López
Jefe de Laboratorio

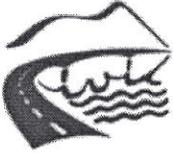
Página intencionalmente en
blanco para congruencia entre
versiones impresa y digital.

**ENSAYOS DE
CONSOLIDACION**

CONSOLIDOMETRO 2

**Muestra 2 – SR2
Prof: 30.00 m – 31.05 m**

Página intencionalmente en
blanco para congruencia entre
versiones impresa y digital



ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES
"ING. MARIO ANGEL GUZMÁN URBINA"



ENSAYO DE CONSOLIDACIÓN ASTM D2435
DATOS INICIALES

Solicita: SUELOS Y MATERIALES, S.A. de C.V.
 Proyecto: DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE PASO A DESNIVEL EN INTERSECCIÓN
 ENTRE LAS RUTAS CA04S-LIB04W, CARRETERA AL PUERTO DE LA
 LIBERTAD, SOBRE EL REDONDEL UTILA, MUNICIPIO DE SANTA TECLA,
 LA LIBERTAD
 Muestra: 2 - SR-2
 Profundidad: 30.00 - 31.05 m
 Ensayo No.: 2

Reporte No.: 75-2021
 Hoja No.: 1 / 21
 Laboratorista: E. López
 Calculó: E. López
 Fecha: 16/11/2021
 Micrómetro: 0.0025
 Consolidómetro: 2

DATOS INICIALES	
Masa del anillo (g):	62.91
Masa de muestra húmeda + anillo (g):	171.67
Masa de muestra húmeda (g):	108.76
Diámetro del anillo (cm):	6.36
Áltura del anillo (cm):	1.94
Área de la muestra (cm ²):	31.77
Volumen inicial (cm ³):	61.63
Humedad inicial (%):	44.53
Masa de la muestra seca (g):	75.25

DATOS ANTES DE LA CONSOLIDACIÓN	
Masa de muestra húmeda (g):	108.76
Masa de muestra seca (g):	75.25
Masa de agua (g):	33.51
Volumen inicial (cm ³):	61.63
Volumen de sólidos (cm ³):	28.18
Volumen de Vacíos (cm ³):	33.45
Relacion de vacios inicial:	1.19
Humedad inicial (%):	44.53
Grado de saturación (%):	100.18

DATOS DESPUÉS DE LA CONSOLIDACIÓN	
Masa de muestra húmeda (g):	109.19
Masa de muestra seca (g):	75.25
Masa de agua (g):	33.94
Volumen total final (cm ³):	61.06
Volumen de sólidos (cm ³):	28.18
Volumen de Vacíos (cm ³):	32.88
Relacion de vacios final:	1.17
Humedad final (%):	45.10
Grado de saturación (%):	103.23



Ramón E. López
 Ing. Ramón Evelio López
 Jefe de Laboratorio



ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES
"ING. MARIO ANGEL GUZMÁN URBINA"



ENSAYO DE CONSOLIDACIÓN ASTM D2435
REGISTRO DE LECTURAS (SATURACIÓN)

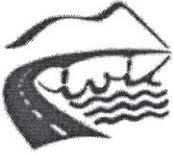
Solicita: SUELOS Y MATERIALES, S.A. de C.V.
 Proyecto: DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE PASO A DESNIVEL EN INTERSECCIÓN
 ENTRE LAS RUTAS CA04S-LIB04W, CARRETERA AL PUERTO DE LA
 LIBERTAD, SOBRE EL REDONDEL UTILA, MUNICIPIO DE SANTA TECLA,
 LA LIBERTAD
 Muestra: 2 - SR-2
 Profundidad: 30.00 - 31.05 m
 Ensayo No.: 2

Reporte No.: 75-2021
 Hoja No.: 2 / 21
 Laboratorista: E. López
 Calculó: E. López
 Fecha: 16/11/2021
 Micrómetro: 0.0025
 Consolidómetro: 2

SATURACIÓN						
Fecha	Hora	Tiempo transcurrido (min)	T (°C)	Presión (kg/cm ²)	Lectura del micrómetro	Deformación
16 noviembre 2021	08:44 AM	0	24.7	0.000	10.0000	0.0000
"	-	0.1	24.7	"	9.4975	0.0025
"	-	0.25	24.7	"	9.4975	0.0025
"	-	0.5	24.7	"	9.4975	0.0025
"	08:45 AM	1	24.7	"	9.4950	0.0050
"	08:46 AM	2	24.7	"	9.4925	0.0075
"	08:48 AM	4	24.7	"	9.4900	0.0100
"	08:52 AM	8	24.7	"	9.4875	0.0125
"	08:59 AM	15	24.7	"	9.4875	0.0125
"	09:14 AM	30	24.7	"	9.4775	0.0225
"	09:44 AM	60	24.7	"	9.4725	0.0275
"	10:44 AM	120	24.7	"	9.4675	0.0325
"	12:44 PM	240	25.3	"	9.4600	0.0400
"	04:44 PM	480	25.9	"	9.4550	0.0450
17 noviembre 2021	08:10 AM	1406	24.1	"	9.4500	0.0500



Ramón E. López
 Ing. Ramón Evelio López
 Jefe de Laboratorio



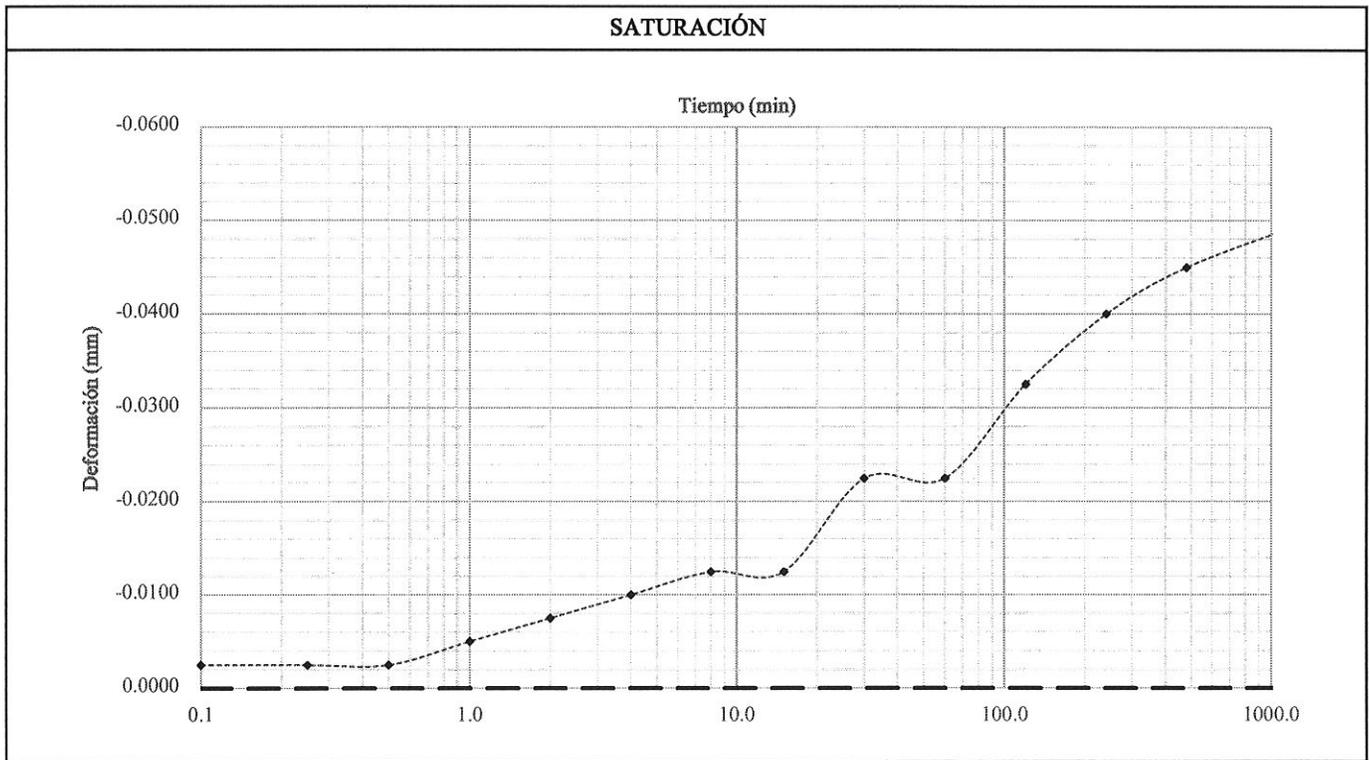
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES
"ING. MARIO ANGEL GUZMÁN URBINA"



ENSAYO DE CONSOLIDACIÓN ASTM D2435
GRÁFICO DEFORMACIÓN - TIEMPO (SATURACIÓN)

Solicita: SUELOS Y MATERIALES, S.A. de C.V.
Proyecto: DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE PASO A DESNIVEL EN INTERSECCIÓN
ENTRE LAS RUTAS CA04S-LIB04W, CARRETERA AL PUERTO DE LA
LIBERTAD, SOBRE EL REDONDEL UTILA, MUNICIPIO DE SANTA TECLA,
LA LIBERTAD
Muestra: 2 - SR-2
Profundidad: 30.00 - 31.05 m
Ensayo No.: 2

Reporte No.: 75-2021
Hoja No.: 3 / 21
Laboratorista: E. López
Calculó: E. López
Fecha: 16/11/2021
Micrómetro: 0.0025
Consolidómetro: 2



UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES
"Ing. Mario Angel Guzmán Urbina"
Escuela de INGENIERIA CIVIL

Ing. Ramón Evelio López
Jefe de Laboratorio



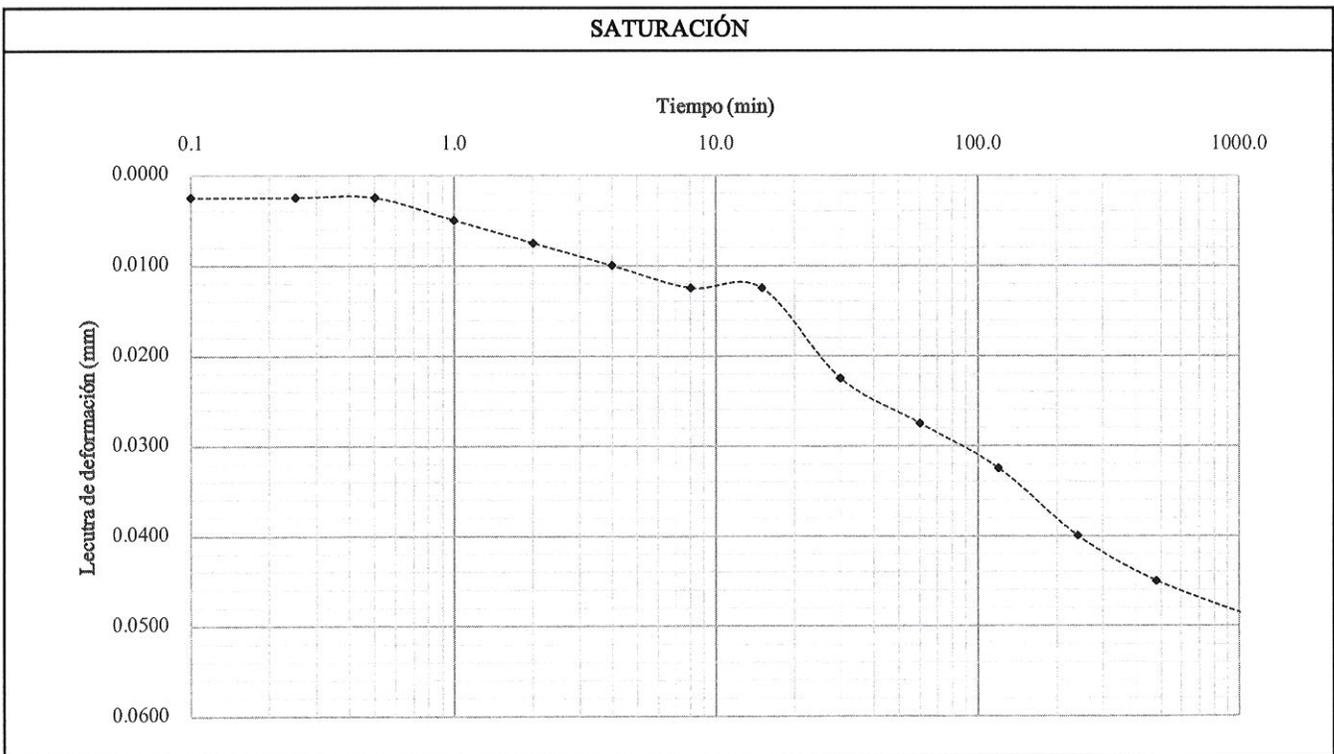
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES
"ING. MARIO ANGEL GUZMÁN URBINA"



ENSAYO DE CONSOLIDACIÓN ASTM D2435
GRÁFICO DEFORMACIÓN - TIEMPO (SATURACIÓN)

Solicita: SUELOS Y MATERIALES, S.A. de C.V.
Proyecto: DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE PASO A DESNIVEL EN INTERSECCIÓN
ENTRE LAS RUTAS CA04S-LIB04W, CARRETERA AL PUERTO DE LA
LIBERTAD, SOBRE EL REDONDEL UTILA, MUNICIPIO DE SANTA TECLA,
LA LIBERTAD
Muestra: 2 - SR-2
Profundidad: 30.00 - 31.05 m
Ensayo No.: 2

Reporte No.: 75-2021
Hoja No.: 3 / 21
Laboralista: E. López
Calculó: E. López
Fecha: 16/11/2021
Micrómetro: 0.0025
Consolidómetro: 2



Ramón E. López
Ing. Ramón Evelio López
Jefe de Laboratorio



ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES
"ING. MARIO ANGEL GUZMÁN URBINA"



ENSAYO DE CONSOLIDACIÓN ASTM D2435
REGISTRO DE LECTURAS (CARGA No. 1)

Solicita: SUELOS Y MATERIALES, S.A. de C.V.
 Proyecto: DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE PASO A DESNIVEL EN INTERSECCIÓN
 ENTRE LAS RUTAS CA04S-LIB04W, CARRETERA AL PUERTO DE LA
 LIBERTAD, SOBRE EL REDONDEL UTILA, MUNICIPIO DE SANTA TECLA,
 LA LIBERTAD
 Muestra: 2 - SR-2
 Profundidad: 30.00 - 31.05 m
 Ensayo No.: 2

Reporte No.: 75-2021
 Hoja No.: 4 / 21
 Laboratorista: E. López
 Calculó: E. López
 Fecha: 17/11/2021
 Micrómetro: 0.0025
 Consolidómetro: 2

CARGA No. 1 - 0.315 kg/cm ²						
Fecha	Hora	Tiempo transcurrido (min)	T (°C)	Presión (kg/cm ²)	Lectura del micrómetro	Deformación
17 noviembre 2021	08:41 AM	0	24.1	0.315	9.4500	0.0000
"	-	0.1	24.1	"	10.0275	0.0775
"	-	0.25	24.1	"	10.0350	0.0850
"	-	0.5	24.3	"	10.0400	0.0900
"	08:42 AM	1	24.3	"	10.0450	0.0950
"	08:43 AM	2	24.3	"	10.0500	0.1000
"	08:45 AM	4	24.3	"	10.0550	0.1050
"	08:49 AM	8	24.4	"	10.0625	0.1125
"	08:56 AM	15	25.0	"	10.0675	0.1175
"	09:11 AM	30	25.0	"	10.0750	0.1250
"	09:41 AM	60	25.0	"	10.0775	0.1275
"	10:41 AM	120	25.2	"	10.0800	0.1300
"	12:41 PM	240	25.7	"	10.0850	0.1350
"	04:41 PM	480	26.2	"	10.0875	0.1375
18 noviembre 2021	08:00 AM	1399	24.6	"	10.0875	0.1375



Ramón E. López
 Ing. Ramón Evelio López
 Jefe de Laboratorio



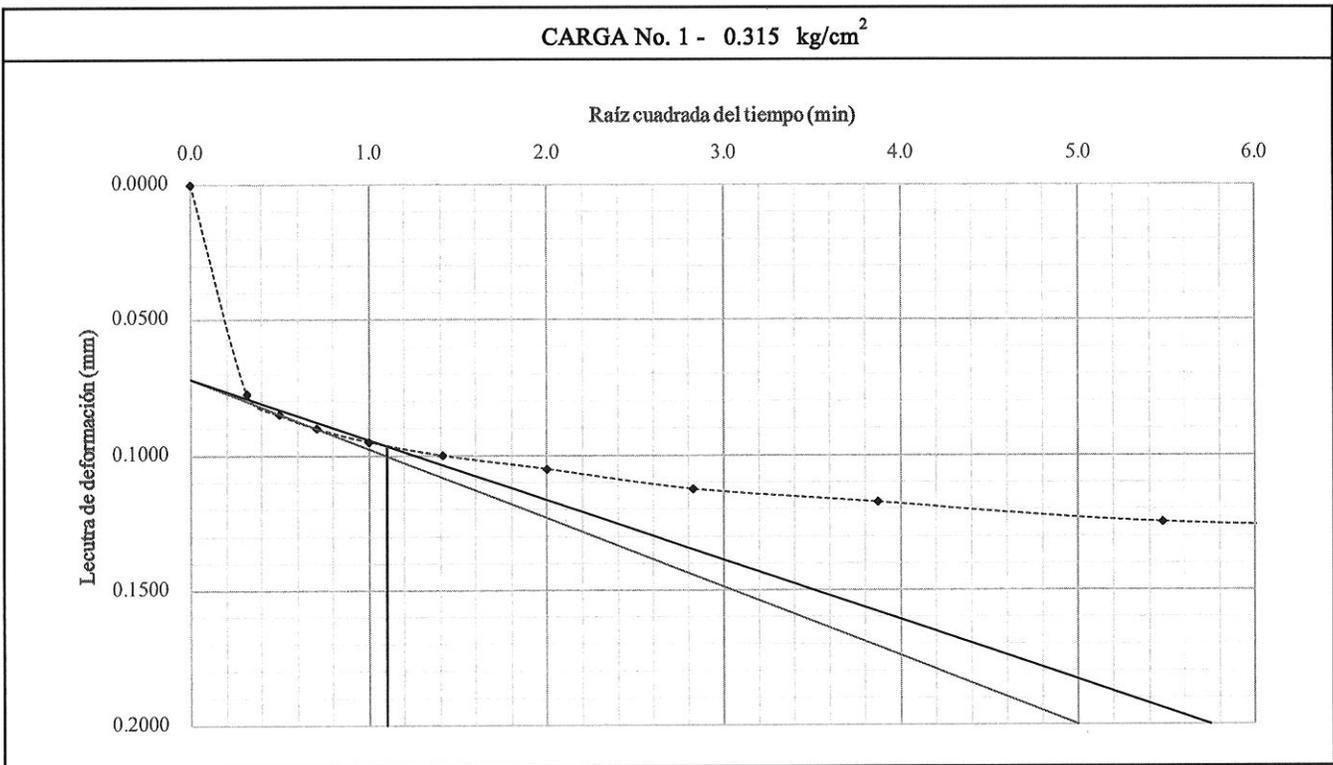
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES
"ING. MARIO ANGEL GUZMÁN URBINA"



ENSAYO DE CONSOLIDACIÓN ASTM D2435
GRÁFICO DEFORMACIÓN - RAÍZ CUADRADA DEL TIEMPO (CARGA No. 1)

Solicita: SUELOS Y MATERIALES, S.A. de C.V.
Proyecto: DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE PASO A DESNIVEL EN INTERSECCIÓN
ENTRE LAS RUTAS CA04S-LIB04W, CARRETERA AL PUERTO DE LA
LIBERTAD, SOBRE EL REDONDEL UTILA, MUNICIPIO DE SANTA TECLA,
LA LIBERTAD
Muestra: 2 - SR-2
Profundidad: 30.00 - 31.05 m
Ensayo No.: 2

Reporte No.: 75-2021
Hoja No.: 5 / 21
Laborarista: E. López
Calculó: E. López
Fecha: 17/11/2021
Micrómetro: 0.0025
Consolidómetro: 2



T₉₀ (s): 72.6



Ramón E. López
Ing. Ramón Evelio López
Jefe de Laboratorio



ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES
"ING. MARIO ANGEL GUZMÁN URBINA"



ENSAYO DE CONSOLIDACIÓN ASTM D2435
REGISTRO DE LECTURAS (CARGA No. 2)

Solicita: SUELOS Y MATERIALES, S.A. de C.V.
 Proyecto: DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE PASO A DESNIVEL EN INTERSECCIÓN
 ENTRE LAS RUTAS CA04S-LIB04W, CARRETERA AL PUERTO DE LA
 LIBERTAD, SOBRE EL REDONDEL UTILA, MUNICIPIO DE SANTA TECLA,
 LA LIBERTAD
 Muestra: 2 - SR-2
 Profundidad: 30.00 - 31.05 m
 Ensayo No.: 2

Reporte No.: 75-2021
 Hoja No.: 6 / 21
 Laboratorista: E. López
 Calculó: E. López
 Fecha: 18/11/2021
 Micrómetro: 0.0025
 Consolidómetro: 2

CARGA No. 2 - 0.631 kg/cm ²						
Fecha	Hora	Tiempo transcurrido (min)	T (°C)	Presión (kg/cm ²)	Lectura del micrómetro	Deformación
18 noviembre 2021	08:15 AM	0	24.6	0.630802789	10.0875	0.1375
"	-	0.1	24.6	"	10.1125	0.1625
"	-	0.25	24.6	"	10.1175	0.1675
"	-	0.5	24.6	"	10.1200	0.1700
"	08:16 AM	1	24.6	"	10.1225	0.1725
"	08:17 AM	2	24.6	"	10.1250	0.1750
"	08:19 AM	4	24.6	"	10.1300	0.1800
"	08:23 AM	8	24.6	"	10.1350	0.1850
"	08:30 AM	15	24.6	"	10.1400	0.1900
"	08:45 AM	30	24.6	"	10.1425	0.1925
"	09:15 AM	60	24.6	"	10.1475	0.1975
"	10:15 AM	120	24.9	"	10.1525	0.2025
"	12:15 PM	240	25.3	"	10.1550	0.2050
"	04:15 PM	480	25.9	"	10.1575	0.2075
19 noviembre 2021	08:11 AM	1436	24.1	"	10.1575	0.2075



Ramón E. López
 Ing. Ramón Evelio López
 Jefe de Laboratorio



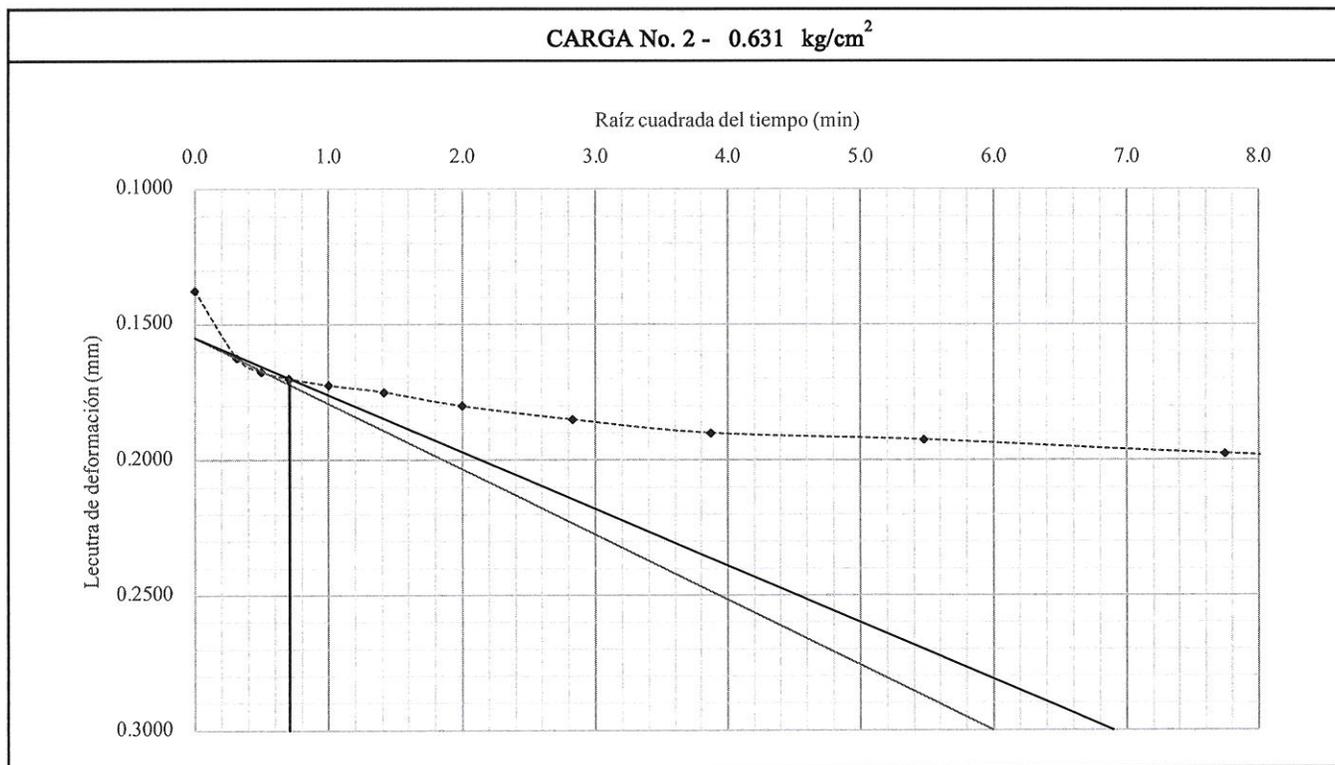
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES
"ING. MARIO ANGEL GUZMÁN URBINA"



ENSAYO DE CONSOLIDACIÓN ASTM D2435
GRÁFICO DEFORMACIÓN - RAÍZ CUADRADA DEL TIEMPO (CARGA No. 2)

Solicita: SUELOS Y MATERIALES, S.A. de C.V.
Proyecto: DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE PASO A DESNIVEL EN INTERSECCIÓN
ENTRE LAS RUTAS CA04S-LIB04W, CARRETERA AL PUERTO DE LA
LIBERTAD, SOBRE EL REDONDEL UTILA, MUNICIPIO DE SANTA TECLA,
LA LIBERTAD
Muestra: 2 - SR-2
Profundidad: 30.00 - 31.05 m
Ensayo No.: 2

Reporte No.: 75-2021
Hoja No.: 7 / 21
Laboratorista: E. López
Calculó: E. López
Fecha: 18/11/2021
Micrómetro: 0.0025
Consolidómetro: 2



T_{90} (s): 30.2



Ramón E. López
Ing. Ramón Evelio López
Jefe de Laboratorio



ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES
"ING. MARIO ANGEL GUZMÁN URBINA"



ENSAYO DE CONSOLIDACIÓN ASTM D2435
REGISTRO DE LECTURAS (CARGA No. 3)

Solicita: SUELOS Y MATERIALES, S.A. de C.V.
 Proyecto: DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE PASO A DESNIVEL EN INTERSECCIÓN
ENTRE LAS RUTAS CA04S-LIB04W, CARRETERA AL PUERTO DE LA
LIBERTAD, SOBRE EL REDONDEL UTILA, MUNICIPIO DE SANTA TECLA,
LA LIBERTAD
 Muestra: 2 - SR-2
 Profundidad: 30.00 - 31.05 m
 Ensayo No.: 2

Reporte No.: 75-2021
 Hoja No.: 8 / 21
 Laboratorista: E. López
 Calculó: E. López
 Fecha: 19/11/2021
 Micrómetro: 0.0025
 Consolidómetro: 2

CARGA No. 3 - 1.259 kg/cm ²						
Fecha	Hora	Tiempo transcurrido (min)	T (°C)	Presión (kg/cm ²)	Lectura del micrómetro	Deformación
19 noviembre 2021	08:25 AM	0	24.2	1.259	10.1575	0.2075
"	-	0.1	24.2	"	10.1950	0.2450
"	-	0.25	24.2	"	10.2025	0.2525
"	-	0.5	24.2	"	10.2075	0.2575
"	08:26 AM	1	24.2	"	10.2125	0.2625
"	08:27 AM	2	24.2	"	10.2200	0.2700
"	08:29 AM	4	24.2	"	10.2275	0.2775
"	08:33 AM	8	24.2	"	10.2350	0.2850
"	08:40 AM	15	24.2	"	10.2425	0.2925
"	08:55 AM	30	24.3	"	10.2450	0.2950
"	09:25 AM	60	24.4	"	10.2500	0.3000
"	10:25 AM	120	24.7	"	10.2550	0.3050
"	12:25 PM	240	25.2	"	10.2600	0.3100
"	04:25 PM	480	25.8	"	10.2650	0.3150
20 noviembre 2021	08:25 AM	1440	23.8	"	10.2675	0.3175



F.

Ramón E. López
 Ing. Ramón Evelio López
 Jefe de Laboratorio



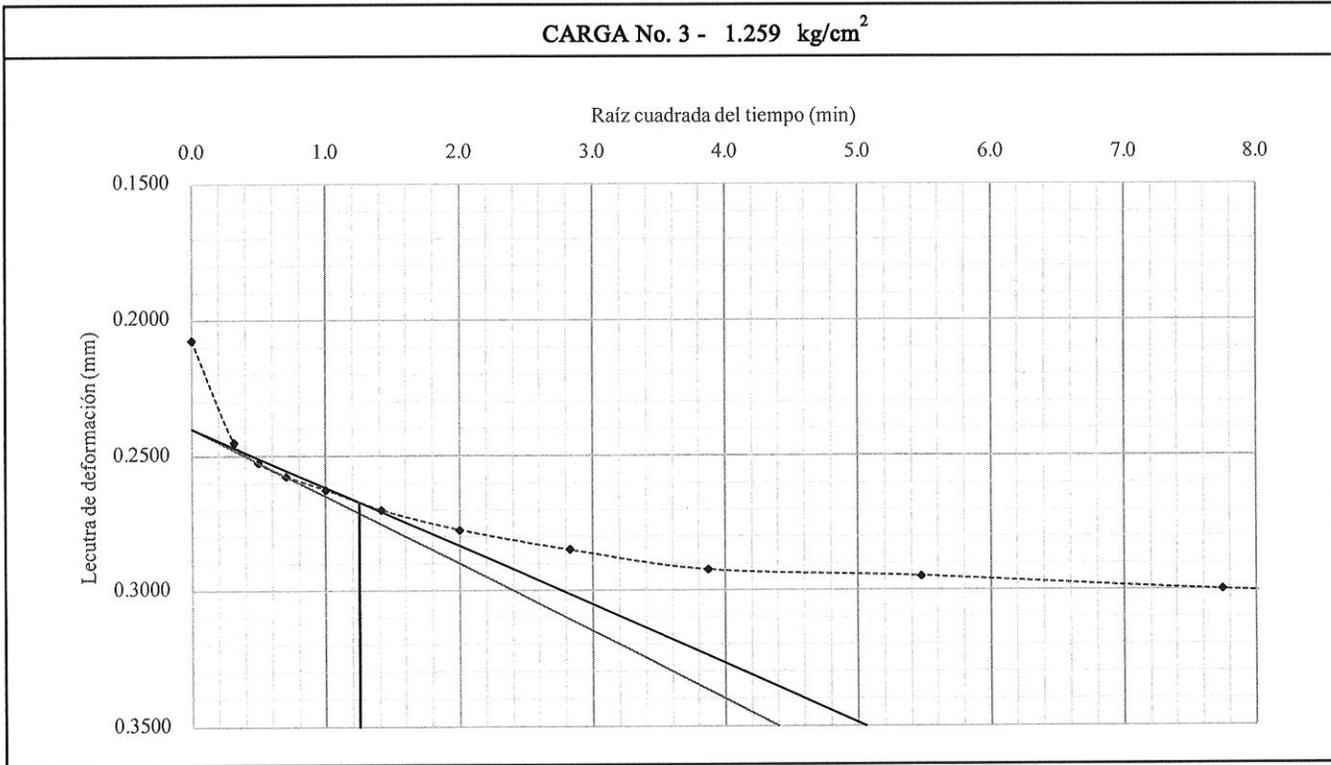
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES
"ING. MARIO ANGEL GUZMÁN URBINA"



ENSAYO DE CONSOLIDACIÓN ASTM D2435
GRÁFICO DEFORMACIÓN - RAÍZ CUADRADA DEL TIEMPO (CARGA No. 3)

Solicita: SUELOS Y MATERIALES, S.A. de C.V.
 Proyecto: DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE PASO A DESNIVEL EN INTERSECCIÓN
ENTRE LAS RUTAS CA04S-LIB04W, CARRETERA AL PUERTO DE LA
LIBERTAD, SOBRE EL REDONDEL UTILA, MUNICIPIO DE SANTA TECLA,
LA LIBERTAD
 Muestra: 2 - SR-2
 Profundidad: 30.00 - 31.05 m
 Ensayo No.: 2

Reporte No.: 75-2021
 Hoja No.: 9 / 21
 Laboratorista: E. López
 Calculó: E. López
 Fecha: 19/11/2021
 Micrómetro: 0.0025
 Consolidómetro: 2



T₉₀ (s): 93.8



Ramón E. López
 Ing. Ramón Evelio López
 Jefe de Laboratorio



ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES
"ING. MARIO ANGEL GUZMÁN URBINA"



ENSAYO DE CONSOLIDACIÓN ASTM D2435
REGISTRO DE LECTURAS (CARGA No. 4)

Solicita: SUELOS Y MATERIALES, S.A. de C.V.
Proyecto: DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE PASO A DESNIVEL EN INTERSECCIÓN
ENTRE LAS RUTAS CA04S-LIB04W, CARRETERA AL PUERTO DE LA
LIBERTAD, SOBRE EL REDONDEL UTILA, MUNICIPIO DE SANTA TECLA,
LA LIBERTAD
Muestra: 2 - SR-2
Profundidad: 30.00 - 31.05 m
Ensayo No.: 2

Reporte No.: 75-2021
Hoja No.: 10 / 21
Laboratorista: E. López
Calculó: E. López
Fecha: 22/11/2021
Micrómetro: 0.0025
Consolidómetro: 2

CARGA No. 4 - 2.516 kg/cm ²						
Fecha	Hora	Tiempo transcurrido (min)	T (°C)	Presión (kg/cm ²)	Lectura del micrómetro	Deformación
22 noviembre 2021	08:31 AM	0	24.3	2.516	10.2675	0.3175
"	-	0.1	24.3	"	10.3150	0.3650
"	-	0.25	24.3	"	10.3250	0.3750
"	-	0.5	24.3	"	10.3325	0.3825
"	08:32 AM	1	24.3	"	10.3400	0.3900
"	08:33 AM	2	24.3	"	10.3500	0.4000
"	08:35 AM	4	24.3	"	10.3575	0.4075
"	08:39 AM	8	24.4	"	10.3675	0.4175
"	08:46 AM	15	24.5	"	10.3725	0.4225
"	09:01 AM	30	24.5	"	10.3800	0.4300
"	09:31 AM	60	24.6	"	10.3875	0.4375
"	10:31 AM	120	24.7	"	10.3925	0.4425
"	12:31 PM	240	25.0	"	10.4000	0.4500
"	04:31 PM	480	25.5	"	10.4050	0.4550
23 noviembre 2021	08:09 AM	1418	23.6	"	10.4100	0.4600



Ing. Ramón Evelio López
Jefe de Laboratorio



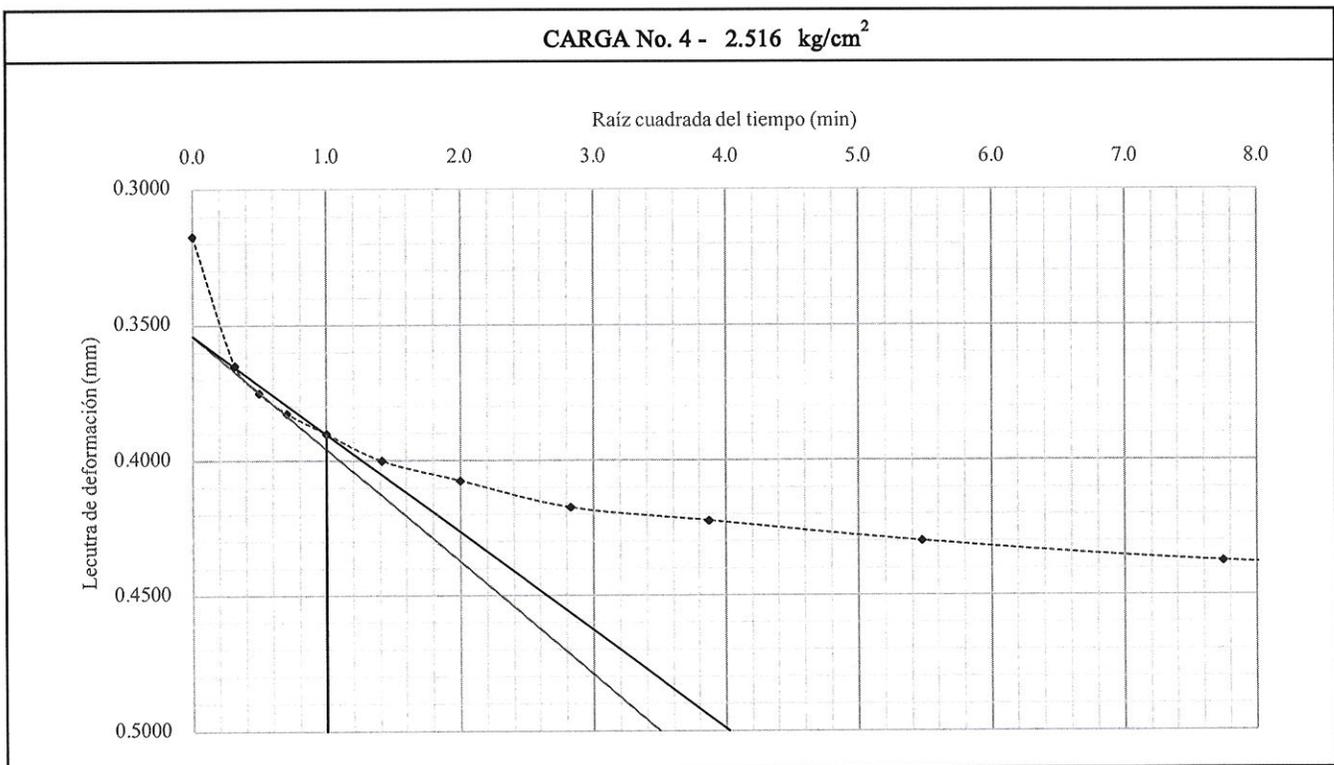
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES
"ING. MARIO ANGEL GUZMÁN URBINA"



ENSAYO DE CONSOLIDACIÓN ASTM D2435
GRÁFICO DEFORMACIÓN - RAÍZ CUADRADA DEL TIEMPO (CARGA No. 4)

Solicita: SUELOS Y MATERIALES, S.A. de C.V.
Proyecto: DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE PASO A DESNIVEL EN INTERSECCIÓN
ENTRE LAS RUTAS CA04S-LIB04W, CARRETERA AL PUERTO DE LA
LIBERTAD, SOBRE EL REDONDEL UTILA, MUNICIPIO DE SANTA TECLA,
LA LIBERTAD
Muestra: 2 - SR-2
Profundidad: 30.00 - 31.05 m
Ensayo No.: 2

Reporte No.: 75-2021
Hoja No.: 11 / 21
Laborarista: E. López
Calculó: E. López
Fecha: 22/11/2021
Micrómetro: 0.0025
Consolidómetro: 2



T₉₀ (s): 60.0



Ing. Ramón Evelio López
Jefe de Laboratorio



ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES
"ING. MARIO ANGEL GUZMÁN URBINA"



ENSAYO DE CONSOLIDACIÓN ASTM D2435
REGISTRO DE LECTURAS (CARGA No. 5)

Solicita: SUELOS Y MATERIALES, S.A. de C.V.
Proyecto: DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE PASO A DESNIVEL EN INTERSECCIÓN
ENTRE LAS RUTAS CA04S-LIB04W, CARRETERA AL PUERTO DE LA
LIBERTAD, SOBRE EL REDONDEL UTILA, MUNICIPIO DE SANTA TECLA,
LA LIBERTAD
Muestra: 2 - SR-2
Profundidad: 30.00 - 31.05 m
Ensayo No.: 2

Reporte No.: 75-2021
Hoja No.: 12 / 21
Laboratorista: E. López
Calculó: E. López
Fecha: 23/11/2021
Micrómetro: 0.0025
Consolidómetro: 2

CARGA No. 5 - 5.031 kg/cm ²						
Fecha	Hora	Tiempo transcurrido (min)	T (°C)	Presión (kg/cm ²)	Lectura del micrómetro	Deformación
23 noviembre 2021	08:36 AM	0	23.6	5.031	10.4100	0.4600
"	-	0.1	23.6	"	10.4900	0.5400
"	-	0.25	23.6	"	11.0050	0.5550
"	-	0.5	23.6	"	11.0150	0.5650
"	08:37 AM	1	23.7	"	11.0275	0.5775
"	08:38 AM	2	23.7	"	11.0425	0.5925
"	08:40 AM	4	23.7	"	11.0575	0.6075
"	08:44 AM	8	23.7	"	11.0700	0.6200
"	08:51 AM	15	23.8	"	11.0800	0.6300
"	09:06 AM	30	23.8	"	11.0875	0.6375
"	09:36 AM	60	23.9	"	11.0925	0.6425
"	10:36 AM	120	24.1	"	11.1000	0.6500
"	12:36 PM	240	24.5	"	11.1050	0.6550
"	04:36 PM	480	25.1	"	11.1150	0.6650
24 noviembre 2021	08:36 AM	1440	23.1	"	11.1225	0.6725



Ing. Ramón Evelio López
Jefe de Laboratorio



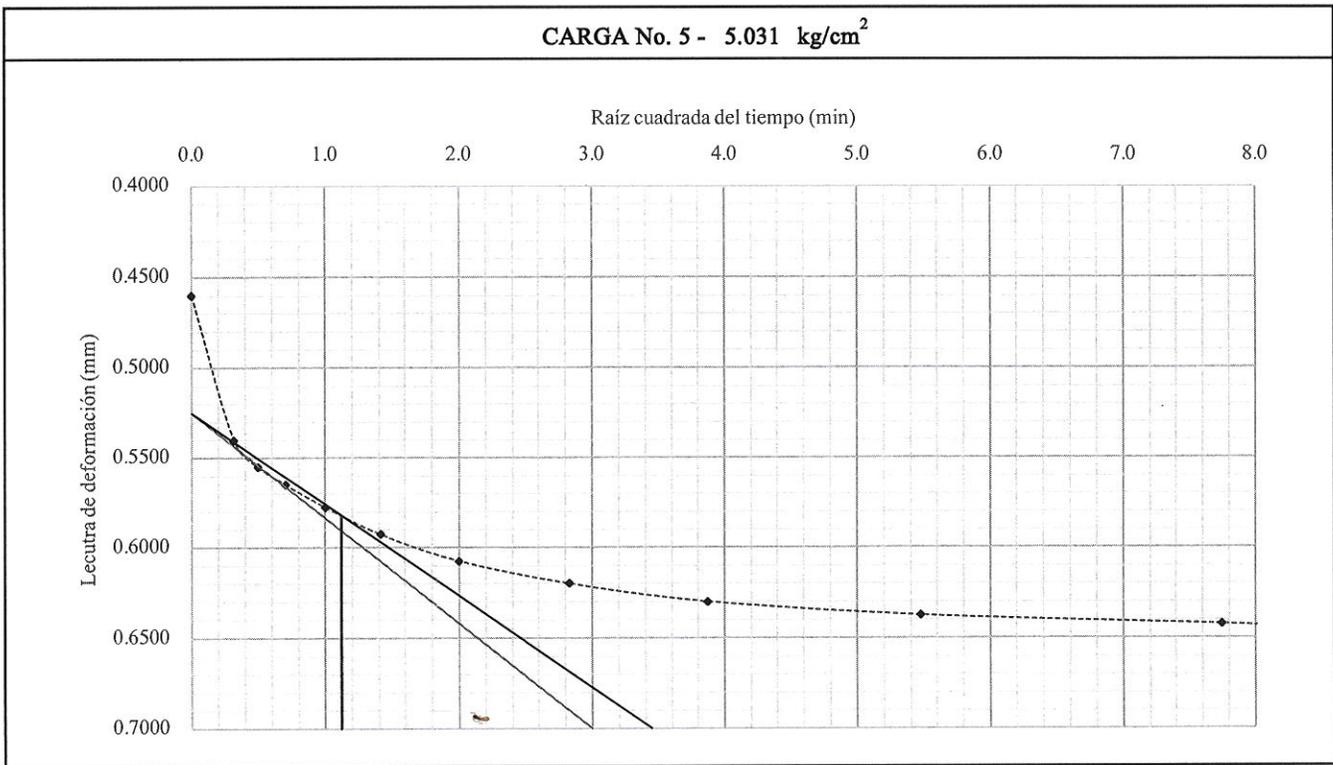
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES
"ING. MARIO ANGEL GUZMÁN URBINA"



ENSAYO DE CONSOLIDACIÓN ASTM D2435
GRÁFICO DEFORMACIÓN - RAÍZ CUADRADA DEL TIEMPO (CARGA No. 5)

Solicita: SUELOS Y MATERIALES, S.A. de C.V.
Proyecto: DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE PASO A DESNIVEL EN INTERSECCIÓN
ENTRE LAS RUTAS CA04S-LIB04W, CARRETERA AL PUERTO DE LA
LIBERTAD, SOBRE EL REDONDEL UTILA, MUNICIPIO DE SANTA TECLA,
LA LIBERTAD
Muestra: 2 - SR-2
Profundidad: 30.00 - 31.05 m
Ensayo No.: 2

Reporte No.: 75-2021
Hoja No.: 13 / 21
Laboratorista: E. López
Calculó: E. López
Fecha: 23/11/2021
Micrómetro: 0.0025
Consolidómetro: 2



T₉₀ (s): 75.3

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES
"Ing. Mario Angel Guzmán Urbina"
Escuela de INGENIERIA CIVIL

Ramón E. López
Ing. Ramón Evelio López
Jefe de Laboratorio



ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES
"ING. MARIO ANGEL GUZMÁN URBINA"



ENSAYO DE CONSOLIDACIÓN ASTM D2435
REGISTRO DE LECTURAS (DESCARGA No. 1)

Solicita: SUELOS Y MATERIALES, S.A. de C.V.
 Proyecto: DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE PASO A DESNIVEL EN INTERSECCIÓN
ENTRE LAS RUTAS CA04S-LIB04W, CARRETERA AL PUERTO DE LA
LIBERTAD, SOBRE EL REDONDEL UTILA, MUNICIPIO DE SANTA TECLA,
LA LIBERTAD
 Muestra: 2 - SR-2
 Profundidad: 30.00 - 31.05 m
 Ensayo No.: 2

Reporte No.: 75-2021
 Hoja No.: 14 / 21
 Laboratorista: E. López
 Calculó: E. López
 Fecha: 24/11/2021
 Micrómetro: 0.0025
 Consolidómetro: 2

DESCARGA No. 1 - 2.516 kg/cm ²						
Fecha	Hora	Tiempo transcurrido (min)	T (°C)	Presión (kg/cm ²)	Lectura del micrómetro	Deformación
24 noviembre 2021	08:35 AM	0	23.1	2.516	11.1225	0.6725
"	-	0.1	23.1	"	11.0850	0.6350
"	-	0.25	23.1	"	11.0800	0.6300
"	-	0.5	23.1	"	11.0775	0.6275
"	08:36 AM	1	23.1	"	11.0750	0.6250
"	08:37 AM	2	23.1	"	11.0750	0.6250
"	08:39 AM	4	23.1	"	11.0675	0.6175
"	08:43 AM	8	23.1	"	11.0675	0.6175
"	08:50 AM	15	23.1	"	11.0650	0.6150
"	09:05 AM	30	23.1	"	11.0625	0.6125
"	09:35 AM	60	23.1	"	11.0625	0.6125
"	10:35 AM	120	23.4	"	11.0600	0.6100
"	12:35 PM	240	24.1	"	11.0575	0.6075
"	04:35 PM	480	24.8	"	11.0575	0.6075
25 noviembre 2021	08:35 AM	1440	23.0	"	11.0525	0.6025



Ramón E. López
 Ing. Ramón Evelio López
 Jefe de Laboratorio



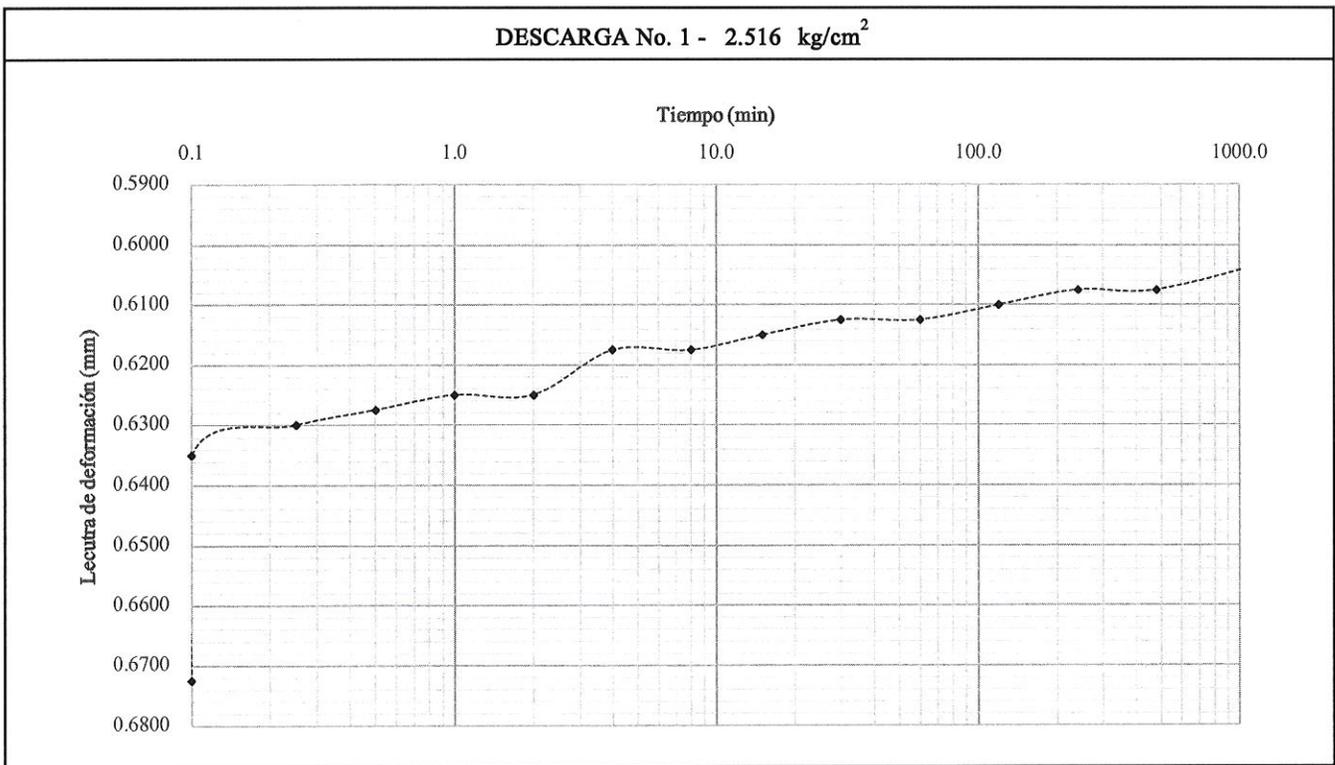
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES
"ING. MARIO ANGEL GUZMÁN URBINA"



ENSAYO DE CONSOLIDACIÓN ASTM D2435
GRÁFICO DEFORMACIÓN - TIEMPO (DESCARGA No. 1)

Solicita: SUELOS Y MATERIALES, S.A. de C.V.
Proyecto: DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE PASO A DESNIVEL EN INTERSECCIÓN
ENTRE LAS RUTAS CA04S-LIB04W, CARRETERA AL PUERTO DE LA
LIBERTAD, SOBRE EL REDONDEL UTILA, MUNICIPIO DE SANTA TECLA,
LA LIBERTAD
Muestra: 2 - SR-2
Profundidad: 30.00 - 31.05 m
Ensayo No.: 2

Reporte No.: 75-2021
Hoja No.: 15 / 21
Laboratorista: E. López
Calculó: E. López
Fecha: 24/11/2021
Micrómetro: 0.0025
Consolidómetro: 2



Ramón E. López
Ing. Ramón Evelio López
Jefe de Laboratorio



ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES
"ING. MARIO ANGEL GUZMÁN URBINA"



ENSAYO DE CONSOLIDACIÓN ASTM D2435
REGISTRO DE LECTURAS (DESCARGA No. 2)

Solicita: SUELOS Y MATERIALES, S.A. de C.V.
 Proyecto: DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE PASO A DESNIVEL EN INTERSECCIÓN
ENTRE LAS RUTAS CA04S-LIB04W, CARRETERA AL PUERTO DE LA
LIBERTAD, SOBRE EL REDONDEL UTILA, MUNICIPIO DE SANTA TECLA,
LA LIBERTAD
 Muestra: 2 - SR-2
 Profundidad: 30.00 - 31.05 m
 Ensayo No.: 2

Reporte No.: 75-2021
 Hoja No.: 16 / 21
 Laboratorista: E. López
 Calculó: E. López
 Fecha: 25/11/2021
 Micrómetro: 0.0025
 Consolidómetro: 2

DESCARGA No. 2 - 1.259 kg/cm ²						
Fecha	Hora	Tiempo transcurrido (min)	T (°C)	Presión (kg/cm ²)	Lectura del micrómetro	Deformación
25 noviembre 2021	08:56 AM	0	23.0	1.259	11.0525	0.6025
"	-	0.1	23.0	"	11.0325	0.5825
"	-	0.25	23.0	"	11.0300	0.5800
"	-	0.5	23.0	"	11.0275	0.5775
"	08:57 AM	1	23.0	"	11.0125	0.5625
"	08:58 AM	2	23.0	"	11.0100	0.5600
"	09:00 AM	4	23.1	"	11.0050	0.5550
"	09:04 AM	8	23.1	"	11.0000	0.5500
"	09:11 AM	15	23.1	"	10.4975	0.5475
"	09:26 AM	30	23.1	"	10.4975	0.5475
"	09:56 AM	60	23.1	"	10.4925	0.5425
"	10:56 AM	120	23.7	"	10.4925	0.5425
"	12:56 PM	240	24.2	"	10.4900	0.5400
"	04:56 PM	480	24.7	"	10.4850	0.5350
26 noviembre 2021	08:43 AM	1427	23.4	"	10.4800	0.5300



Ramón E. López
 Ing. Ramón Evelio López
 Jefe de Laboratorio



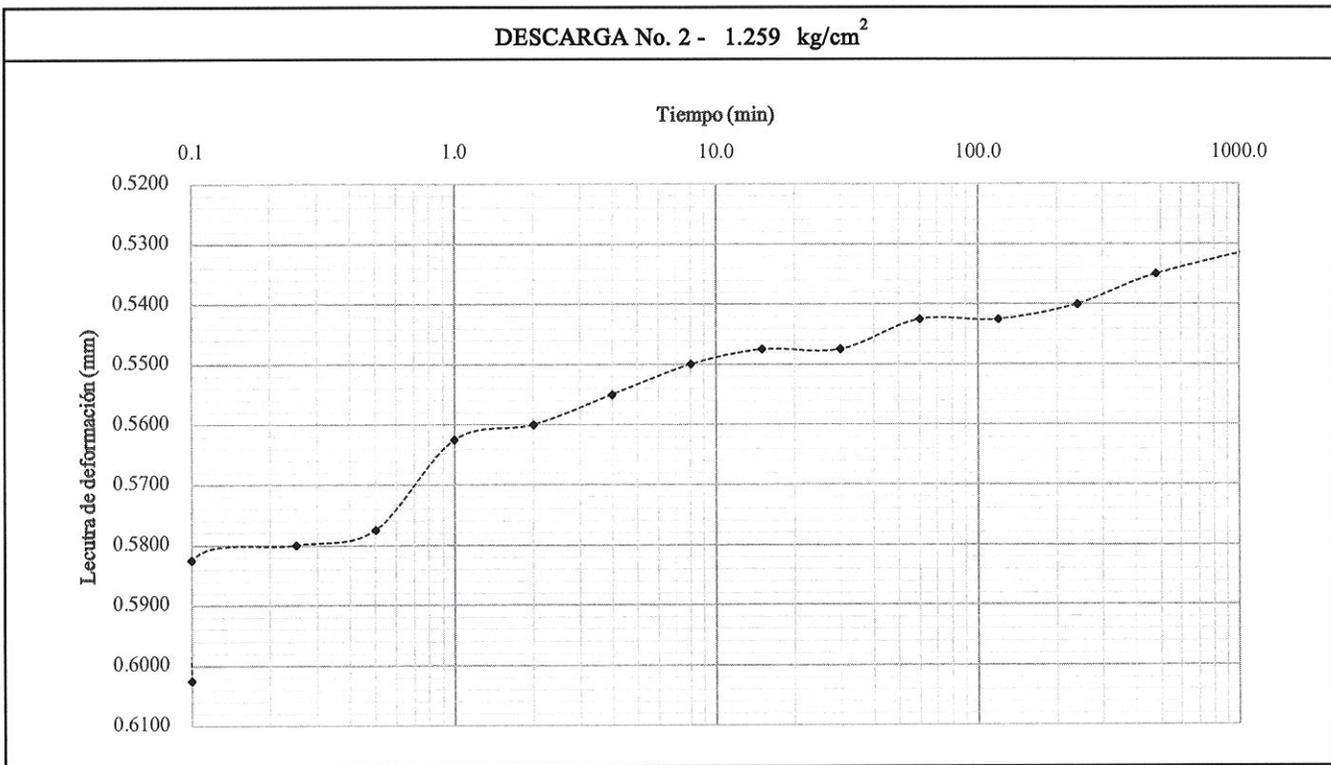
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES
"ING. MARIO ANGEL GUZMÁN URBINA"



ENSAYO DE CONSOLIDACIÓN ASTM D2435
GRÁFICO DEFORMACIÓN - TIEMPO (DESCARGA No. 2)

Solicita: SUELOS Y MATERIALES, S.A. de C.V.
Proyecto: DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE PASO A DESNIVEL EN INTERSECCIÓN
ENTRE LAS RUTAS CA04S-LIB04W, CARRETERA AL PUERTO DE LA
LIBERTAD, SOBRE EL REDONDEL UTILA, MUNICIPIO DE SANTA TECLA,
LA LIBERTAD
Muestra: 2 - SR-2
Profundidad: 30.00 - 31.05 m
Ensayo No.: 2

Reporte No.: 75-2021
Hoja No.: 17 / 21
Laboratorista: E. López
Calculó: E. López
Fecha: 25/11/2021
Micrómetro: 0.0025
Consolidómetro: 2



UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES
"Ing. Mario Angel Guzmán Urbina"
Escuela de INGENIERIA CIVIL

Ramón E. López
Ing. Ramón Evelio López
Jefe de Laboratorio



ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES
"ING. MARIO ANGEL GUZMÁN URBINA"



ENSAYO DE CONSOLIDACIÓN ASTM D2435
REGISTRO DE LECTURAS (DESCARGA No. 3)

Solicita: SUELOS Y MATERIALES, S.A. de C.V.
 Proyecto: DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE PASO A DESNIVEL EN INTERSECCIÓN
 ENTRE LAS RUTAS CA04S-LIB04W, CARRETERA AL PUERTO DE LA
 LIBERTAD, SOBRE EL REDONDEL UTILA, MUNICIPIO DE SANTA TECLA,
 LA LIBERTAD
 Muestra: 2 - SR-2
 Profundidad: 30.00 - 31.05 m
 Ensayo No.: 2

Reporte No.: 75-2021
 Hoja No.: 18 / 21
 Laboratorista: E. López
 Calculó: E. López
 Fecha: 26/11/2021
 Micrómetro: 0.0025
 Consolidómetro: 2

DESCARGA No. 3 - 0.000 kg/cm ²						
Fecha	Hora	Tiempo transcurrido (min)	T (°C)	Presión (kg/cm ²)	Lectura del micrómetro	Deformación
26 noviembre 2021	08:43 AM	0	23.4	0.000	10.4800	0.5300
"	-	0.1	23.4	"	10.3850	0.4350
"	-	0.25	23.4	"	10.3750	0.4250
"	-	0.5	23.4	"	10.3625	0.4125
"	08:44 AM	1	23.4	"	10.3525	0.4025
"	08:45 AM	2	23.4	"	10.3375	0.3875
"	08:47 AM	4	23.4	"	10.3200	0.3700
"	08:51 AM	8	23.4	"	10.3000	0.3500
"	08:58 AM	15	23.5	"	10.2800	0.3300
"	09:13 AM	30	23.6	"	10.2525	0.3025
"	09:43 AM	60	23.8	"	10.2375	0.2875
"	10:43 AM	120	24.0	"	10.2125	0.2625
"	12:43 PM	240	24.4	"	10.2000	0.2500
"	04:43 PM	480	25.0	"	10.1925	0.2425
27 noviembre 2021	02:10 PM	1767	24.7	"	10.1800	0.2300



Ramón E. López
 Ing. Ramón Evelio López
 Jefe de Laboratorio



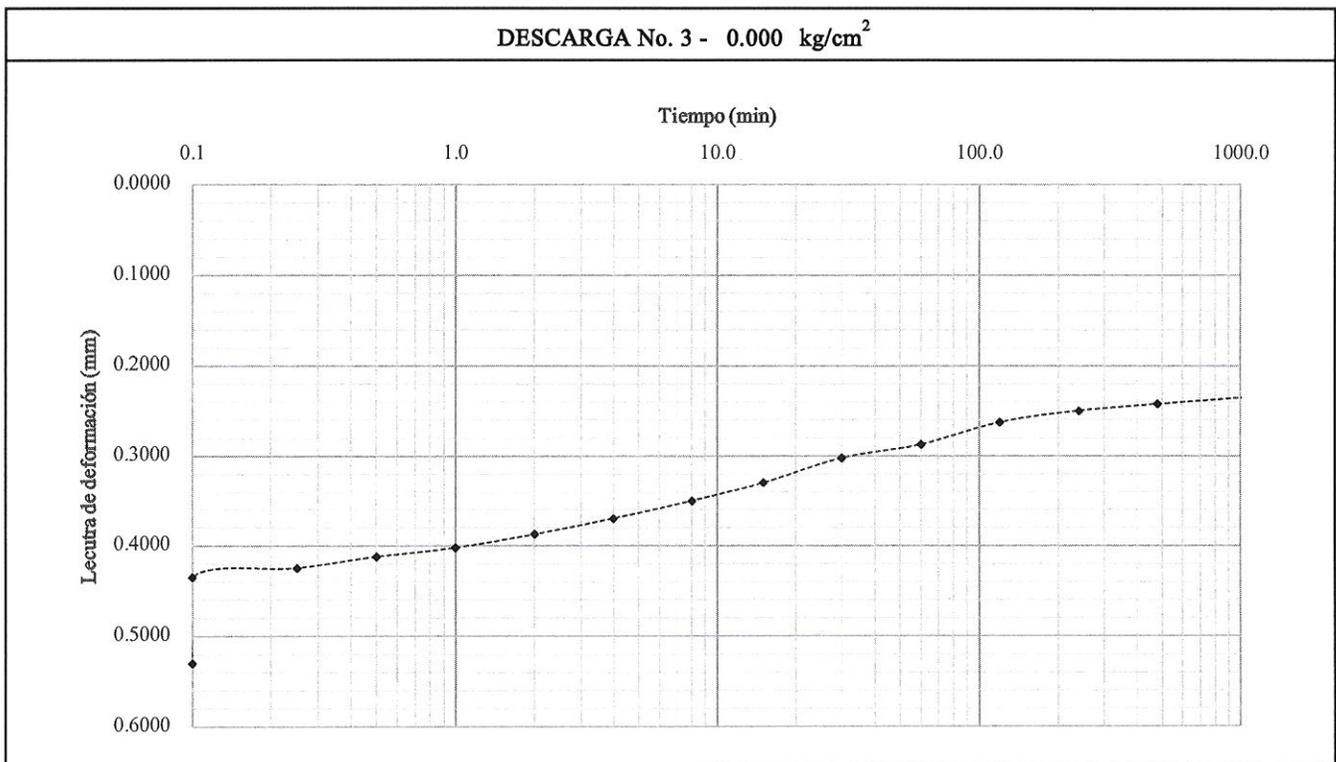
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES
"ING. MARIO ANGEL GUZMÁN URBINA"



ENSAYO DE CONSOLIDACIÓN ASTM D2435
GRÁFICO DEFORMACIÓN - TIEMPO (DESCARGA No. 3)

Solicita: SUELOS Y MATERIALES, S.A. de C.V.
Proyecto: DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE PASO A DESNIVEL EN INTERSECCIÓN
ENTRE LAS RUTAS CA04S-LIB04W, CARRETERA AL PUERTO DE LA
LIBERTAD, SOBRE EL REDONDEL UTILA, MUNICIPIO DE SANTA TECLA,
LA LIBERTAD
Muestra: 2 - SR-2
Profundidad: 30.00 - 31.05 m
Ensayo No.: 2

Reporte No.: 75-2021
Hoja No.: 19 / 21
Laboratorista: E. López
Calculó: E. López
Fecha: 26/11/2021
Micrómetro: 0.0025
Consolidómetro: 2



Ramón E. López
Ing. Ramón Evelio López
Jefe de Laboratorio



**ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES
"ING. MARIO ANGEL GUZMÁN URBINA"**



**ENSAYO DE CONSOLIDACION ASTM D2435
REGISTRO DE CONSOLIDACION**

Solicita: SUELOS Y MATERIALES, S.A. de C.V.
 Proyecto: DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE PASO A DESNIVEL EN INTERSECCIÓN ENTRE LAS RUTAS CA04S-LIB04W, CARRETERA AL
 PUERTO DE LA LIBERTAD, SOBRE EL REDONDEL UTILA, MUNICIPIO DE SANTA TECLA, LA LIBERTAD
 Muestra: 1 - SR-2
 Profundidad: 30.00 - 31.05 m
 Ensayo No.: 2

Reporte No.:
 Hoja No.: 20 / 22
 Laboratorista: E. López
 Calculó: E. López
 Fecha: 26/11/2021
 Micrómetro: 0.0025
 Consolidómetro: 2

Altura del anillo (mm): 19.40
 Masa de los sólidos (g): 75.25

Área de la muestra: 31.77 cm²
 Gravedad específica: 2.67

Altura de los sólidos (mm): 8.87
 Altura inicial (mm): 19.4500

T (°C)	γ _s g/cm ³	Presión kg/cm ²	Def. δ mm	2H mm	2H - 2H ₀ mm	e = (2H - 2H ₀) / 2H ₀	H cm	Hm ² cm ²	T ₅₀ (seg)	Av cm ²	Cv cm ² /seg	Km cm ² /seg	Km 20° C	e _m	Pm cm ² /seg
0	0	0.000	0.0000	19.4000	8.8714	1.187									
							1.9425	3.77331						1.190	0.000
24.8	0.9971	0.000	-0.0500	19.4500	10.5786	1.192									
							1.9381	3.75633	72.6	0.04924	0.0439	9.86E-07	8.75E-07	1.185	0.157
24.7	0.99713	0.315	0.1375	19.3125	10.4411	1.177									
							1.9278	3.71622	30.2	0.02497	0.1043	1.20E-06	1.06E-06	1.173	0.473
24.8	0.9971	0.631	0.0700	19.2425	10.3711	1.169									
							1.9188	3.6816	93.8	0.01973	0.0333	3.03E-07	2.69E-07	1.163	0.945
24.4	0.9972	1.259	0.1100	19.1325	10.2611	1.157									
							1.9061	3.63331	60	0.01278	0.0514	3.05E-07	2.70E-07	1.149	1.888
24.5	0.99718	2.516	0.1425	18.9900	10.1186	1.141									
							1.8884	3.56596	75.3	0.00952	0.0402	1.79E-07	1.59E-07	1.129	3.774
23.9	0.99733	5.031	0.2125	18.7775	9.9061	1.117									
23.3	0.99747	2.516	0.0700	18.8475	9.9761	1.125									
23.3	0.99747	1.259	0.0725	18.9200	10.0486	1.133									
23.7	0.99737	0.000	0.3000	19.2200	10.3486	1.167									



Ramón E. López
 Ing. Ramón Evelio López
 Jefe de Laboratorio



ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES
"ING. MARIO ANGEL GUZMÁN URBINA"



ENSAYO DE CONSOLIDACIÓN ASTM D2435
GRÁFICO PRESIÓN - RELACIÓN DE VACÍOS

Solicita: SUELOS Y MATERIALES, S.A. de C.V.

Proyecto: DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE PASO A DESNIVEL EN INTERSECCIÓN
ENTRE LAS RUTAS CA04S-LIB04W, CARRETERA AL PUERTO DE LA
LIBERTAD, SOBRE EL REDONDEL UTILA, MUNICIPIO DE SANTA TECLA,
LA LIBERTAD

Muestra: 2 - SR-2

Profundidad: 30.00 - 31.05 m

Ensayo No.: 2

Reporte No.: 75-2021

Hoja No.: 21 / 21

Laboratorista: E. López

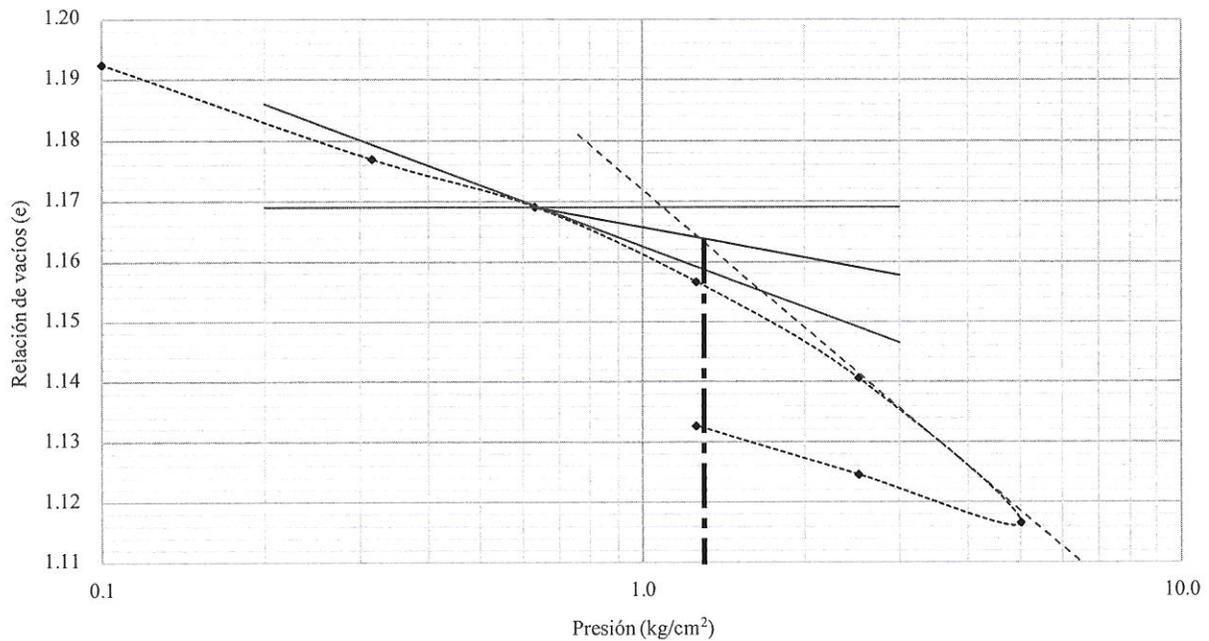
Calculó: E. López

Fecha: 26/11/2021

Micrómetro: 0.0025

Consolidómetro: 2

GRÁFICO PRESIÓN - RELACIÓN DE VACÍOS



Carga de preconsolidación (P_c): 1.30 kg/cm²



Ramón E. López
Ing. Ramón Evelio López
Jefe de Laboratorio

**ENSAYOS DE
CONSOLIDACION**

CONSOLIDOMETRO 3

**Muestra 3 – SR3
Prof: 15.00 m – 16.05 m**

Página intencionalmente en
blanco para congruencia entre
versiones impresa y digital



**ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES
"ING. MARIO ANGEL GUZMÁN URBINA"**



**ENSAYO DE CONSOLIDACIÓN ASTM D2435
DATOS INICIALES**

Solicita: SUELOS Y MATERIALES, S.A. de C.V.
 Proyecto: DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE PASO A DESNIVEL EN INTERSECCIÓN
 ENTRE LAS RUTAS CA04S-LIB04W, CARRETERA AL PUERTO DE LA
 LIBERTAD, SOBRE EL REDONDEL UTILA, MUNICIPIO DE SANTA TECLA,
 LA LIBERTAD
 Muestra: 3 - SR-3
 Profundidad: 15.00 - 16.05 m
 Ensayo No.: 3

Reporte No.: 75-2021
 Hoja No.: 1 / 21
 Laboratorista: E. López
 Calculó: E. López
 Fecha: 16/11/2021
 Micrómetro: 0.0025
 Consolidómetro: 3

DATOS INICIALES	
Masa del anillo (g):	62.90
Masa de muestra húmeda + anillo (g):	179.62
Masa de muestra húmeda (g):	116.72
Diámetro del anillo (cm):	6.36
Áltura del anillo (cm):	1.93
Área de la muestra (cm ²):	31.77
Volumen inicial (cm ³):	61.31
Humedad inicial (%):	28.70
Masa de la muestra seca (g):	90.69

DATOS ANTES DE LA CONSOLIDACIÓN	
Masa de muestra húmeda (g):	116.72
Masa de muestra seca (g):	90.69
Masa de agua (g):	26.03
Volumen inicial (cm ³):	61.31
Volumen de sólidos (cm ³):	33.71
Volumen de Vacíos (cm ³):	27.60
Relacion de vacios inicial:	0.82
Humedad inicial (%):	28.70
Grado de saturación (%):	94.31

DATOS DESPUÉS DE LA CONSOLIDACIÓN	
Masa de muestra húmeda (g):	117.40
Masa de muestra seca (g):	90.69
Masa de agua (g):	26.71
Volumen total final (cm ³):	59.45
Volumen de sólidos (cm ³):	33.71
Volumen de Vacíos (cm ³):	25.73
Relacion de vacios final:	0.76
Humedad final (%):	29.45
Grado de saturación (%):	103.79



Ramón E. López
 Ing. Ramón Evelio López
 Jefe de Laboratorio



ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES
"ING. MARIO ANGEL GUZMÁN URBINA"



ENSAYO DE CONSOLIDACIÓN ASTM D2435
REGISTRO DE LECTURAS (SATURACIÓN)

Solicita: SUELOS Y MATERIALES, S.A. de C.V.
Proyecto: DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE PASO A DESNIVEL EN INTERSECCIÓN
ENTRE LAS RUTAS CA04S-LIB04W, CARRETERA AL PUERTO DE LA
LIBERTAD, SOBRE EL REDONDEL UTILA, MUNICIPIO DE SANTA TECLA,
LA LIBERTAD
Muestra: 3 - SR-3
Profundidad: 15.00 - 16.05 m
Ensayo No.: 3

Reporte No.: 75-2021
Hoja No.: 2 / 21
Laboratorista: E. López
Calculó: E. López
Fecha: 16/11/2021
Micrómetro: 0.0025
Consolidómetro: 3

SATURACIÓN						
Fecha	Hora	Tiempo transcurrido (min)	T (°C)	Presión (kg/cm ²)	Lectura del micrómetro	Deformación
16 noviembre 2021	08:55 AM	0	24.7	0.000	10.0000	0.0000
"	-	0.1	24.7	"	10.0075	0.0075
"	-	0.25	24.7	"	10.0100	0.0100
"	-	0.5	24.7	"	10.0100	0.0100
"	08:56 AM	1	24.7	"	10.0100	0.0100
"	08:57 AM	2	24.7	"	10.0100	0.0100
"	08:59 AM	4	24.7	"	10.0100	0.0100
"	09:03 AM	8	24.7	"	10.0125	0.0125
"	09:10 AM	15	24.7	"	10.0150	0.0150
"	09:25 AM	30	24.7	"	10.0150	0.0150
"	09:55 AM	60	24.7	"	10.0125	0.0125
"	10:56 AM	121	24.8	"	10.0125	0.0125
"	12:56 PM	241	25.6	"	10.0125	0.0125
"	04:46 PM	471	26.0	"	10.0100	0.0100
17 noviembre 2021	08:11 AM	1396	24.1	"	10.0100	0.0100



Ing. Ramón Evelio López

Jefe de Laboratorio



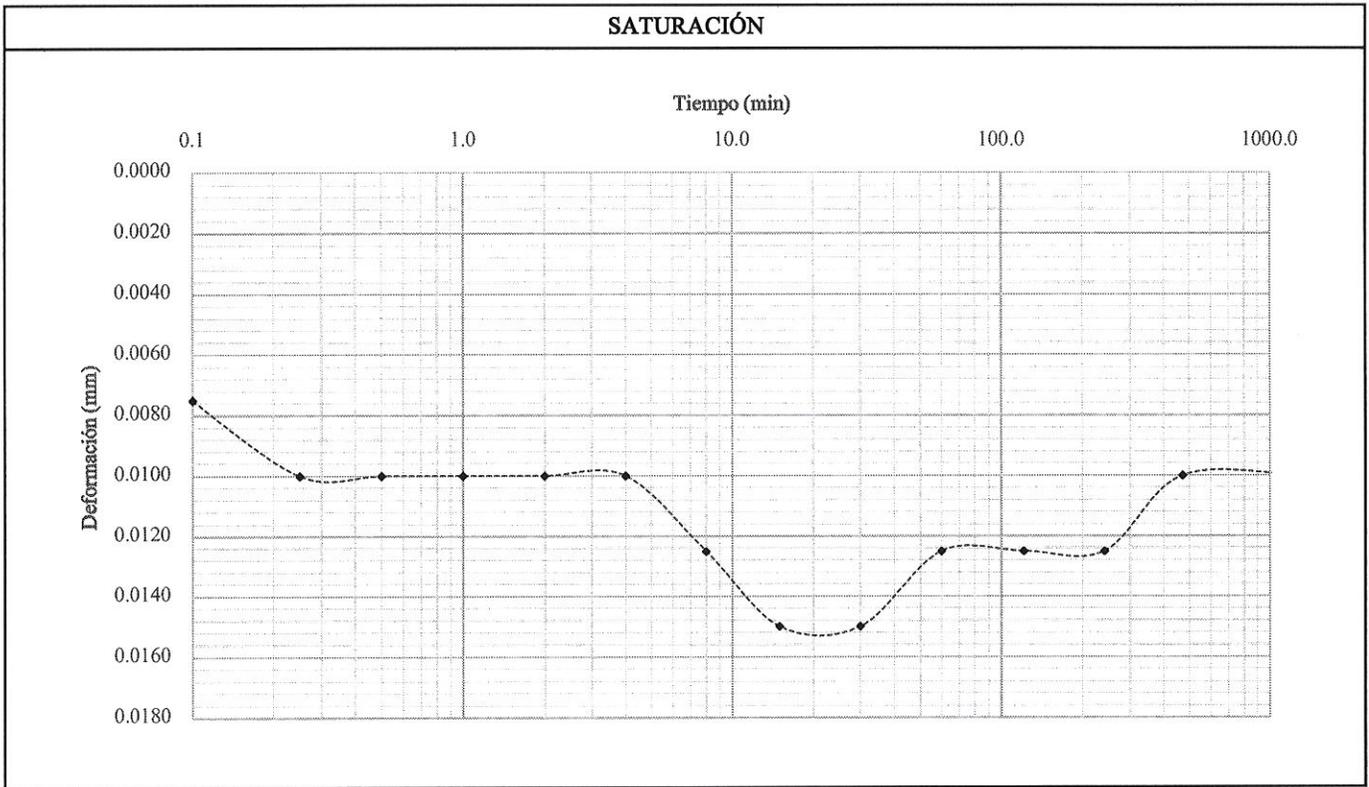
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES
"ING. MARIO ANGEL GUZMÁN URBINA"



ENSAYO DE CONSOLIDACIÓN ASTM D2435
GRÁFICO DEFORMACIÓN - TIEMPO (SATURACIÓN)

Solicita: SUELOS Y MATERIALES, S.A. de C.V.
Proyecto: DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE PASO A DESNIVEL EN INTERSECCIÓN
ENTRE LAS RUTAS CA04S-LIB04W, CARRETERA AL PUERTO DE LA
LIBERTAD, SOBRE EL REDONDEL UTILA, MUNICIPIO DE SANTA TECLA,
LA LIBERTAD
Muestra: 3 - SR-3
Profundidad: 15.00 - 16.05 m
Ensayo No.: 3

Reporte No.: 75-2021
Hoja No.: 3 / 21
Laboratorista: E. López
Calculó: E. López
Fecha: 16/11/2021
Micrómetro: 0.0025
Consolidómetro: 3



UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES
"Ing. Mario Angel Guzmán Urbina"
Escuela de INGENIERIA CIVIL

Ing. Ramón Evelio López
Jefe de Laboratorio



ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES
"ING. MARIO ANGEL GUZMÁN URBINA"



ENSAYO DE CONSOLIDACIÓN ASTM D2435
REGISTRO DE LECTURAS (CARGA No. 1)

Solicita: SUELOS Y MATERIALES, S.A. de C.V.
 Proyecto: DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE PASO A DESNIVEL EN INTERSECCIÓN
 ENTRE LAS RUTAS CA04S-LIB04W, CARRETERA AL PUERTO DE LA
 LIBERTAD, SOBRE EL REDONDEL UTILA, MUNICIPIO DE SANTA TECLA,
 LA LIBERTAD
 Muestra: 3 - SR-3
 Profundidad: 15.00 - 16.05 m
 Ensayo No.: 3

Reporte No.: 75-2021
 Hoja No.: 4 / 21
 Laboratorista: E. López
 Calculó: E. López
 Fecha: 17/11/2021
 Micrómetro: 0.0025
 Consolidómetro: 3

CARGA No. 1 - 0.314 kg/cm ²						
Fecha	Hora	Tiempo transcurrido (min)	T (°C)	Presión (kg/cm ²)	Lectura del micrómetro	Deformación
17 noviembre 2021	08:46 AM	0	24.1	0.314	10.0100	0.0000
"	-	0.1	24.1	"	10.1300	0.1200
"	-	0.25	24.1	"	10.1600	0.1500
"	-	0.5	24.1	"	10.1700	0.1600
"	08:47 AM	1	24.1	"	10.1775	0.1675
"	08:48 AM	2	24.3	"	10.1850	0.1750
"	08:50 AM	4	24.3	"	10.1925	0.1825
"	08:54 AM	8	24.3	"	10.2000	0.1900
"	09:01 AM	15	25.0	"	10.2025	0.1925
"	09:16 AM	30	25.0	"	10.2075	0.1975
"	09:46 AM	60	25.0	"	10.2125	0.2025
"	10:47 AM	121	25.3	"	10.2175	0.2075
"	12:47 PM	241	25.7	"	10.2225	0.2125
"	04:47 PM	481	26.2	"	10.2275	0.2175
18 noviembre 2021	08:00 AM	1394	24.6	"	10.2350	0.2250



Ramón E. López
 Ing. Ramón Evelio López
 Jefe de Laboratorio



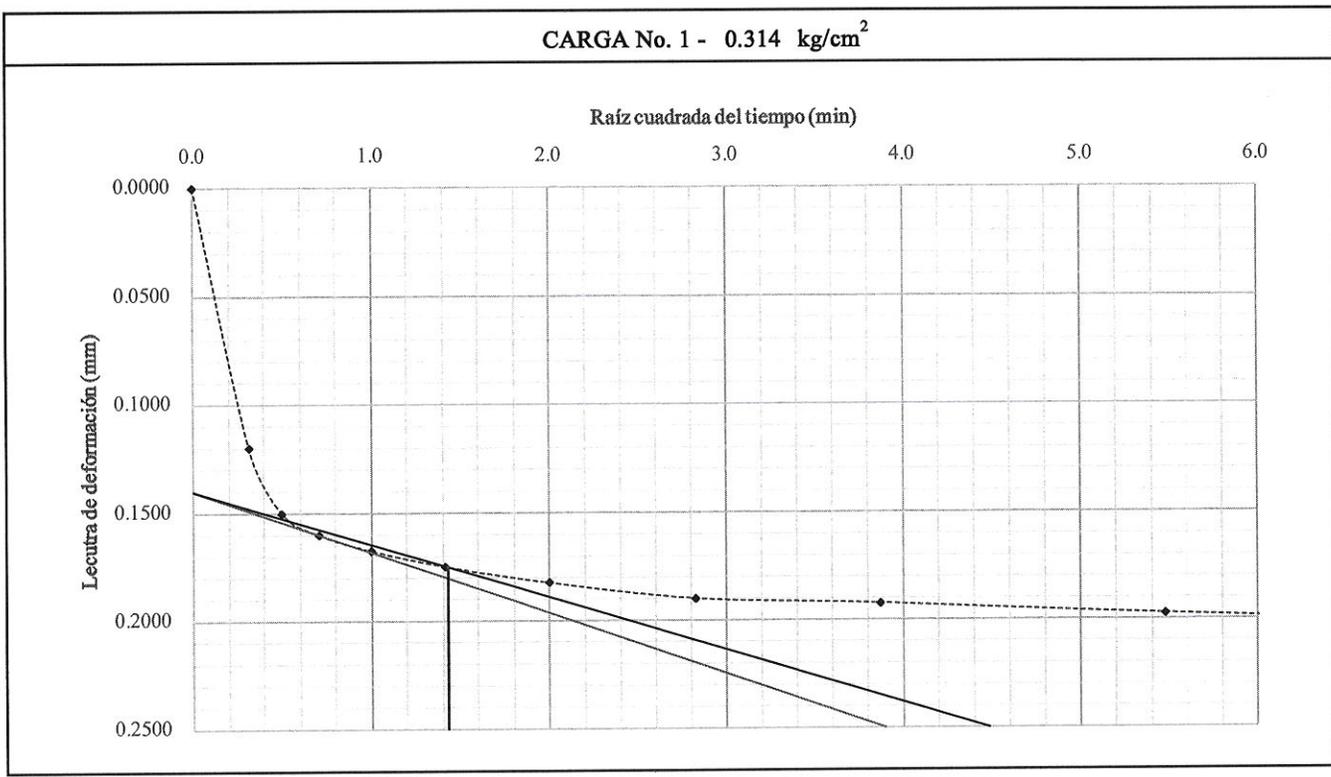
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES
"ING. MARIO ANGEL GUZMÁN URBINA"



ENSAYO DE CONSOLIDACIÓN ASTM D2435
GRÁFICO DEFORMACIÓN - RAÍZ CUADRADA DEL TIEMPO (CARGA No. 1)

Solicita: SUELOS Y MATERIALES, S.A. de C.V.
Proyecto: DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE PASO A DESNIVEL EN INTERSECCIÓN
ENTRE LAS RUTAS CA04S-LIB04W, CARRETERA AL PUERTO DE LA
LIBERTAD, SOBRE EL REDONDEL UTILA, MUNICIPIO DE SANTA TECLA,
LA LIBERTAD
Muestra: 3 - SR-3
Profundidad: 15.00 - 16.05 m
Ensayo No.: 3

Reporte No.: 75-2021
Hoja No.: 5 / 21
Laboratorista: E. López
Calculó: E. López
Fecha: 17/11/2021
Micrómetro: 0.0025
Consolidómetro: 3



T₉₀ (s): 122.7

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES
"Ing. Mario Angel Guzmán Urbina"
Escuela de INGENIERIA CIVIL

Ramón E. López
Ing. Ramón Evelio López
Jefe de Laboratorio



ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES
"ING. MARIO ANGEL GUZMÁN URBINA"



ENSAYO DE CONSOLIDACIÓN ASTM D2435
REGISTRO DE LECTURAS (CARGA No. 2)

Solicita: SUELOS Y MATERIALES, S.A. de C.V.
 Proyecto: DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE PASO A DESNIVEL EN INTERSECCIÓN
 ENTRE LAS RUTAS CA04S-LIB04W, CARRETERA AL PUERTO DE LA
 LIBERTAD, SOBRE EL REDONDEL UTILA, MUNICIPIO DE SANTA TECLA,
 LA LIBERTAD
 Muestra: 3 - SR-3
 Profundidad: 15.00 - 16.05 m
 Ensayo No.: 3

Reporte No.: 75-2021
 Hoja No.: 6 / 21
 Laboratorista: E. López
 Calculó: E. López
 Fecha: 18/11/2021
 Micrómetro: 0.0025
 Consolidómetro: 3

CARGA No. 2 - 0.627 kg/cm ²						
Fecha	Hora	Tiempo transcurrido (min)	T (°C)	Presión (kg/cm ²)	Lectura del micrómetro	Deformación
18 noviembre 2021	08:21 AM	0	24.6	0.627340298	10.2350	0.2250
"	-	0.1	24.6	"	10.2875	0.2775
"	-	0.25	24.6	"	10.2950	0.2850
"	-	0.5	24.6	"	10.3000	0.2900
"	08:22 AM	1	24.6	"	10.3050	0.2950
"	08:23 AM	2	24.6	"	10.3125	0.3025
"	08:25 AM	4	24.6	"	10.3175	0.3075
"	08:29 AM	8	24.6	"	10.3250	0.3150
"	08:36 AM	15	24.6	"	10.3300	0.3200
"	08:51 AM	30	24.6	"	10.3350	0.3250
"	09:21 AM	60	24.6	"	10.3425	0.3325
"	10:21 AM	120	24.6	"	10.3475	0.3375
"	12:21 PM	240	24.6	"	10.3525	0.3425
"	04:21 PM	480	25.9	"	10.3600	0.3500
19 noviembre 2021	08:11 AM	1430	24.1	"	10.3675	0.3575



Ramón E. López
 Ing. Ramón Evelio López
 Jefe de Laboratorio



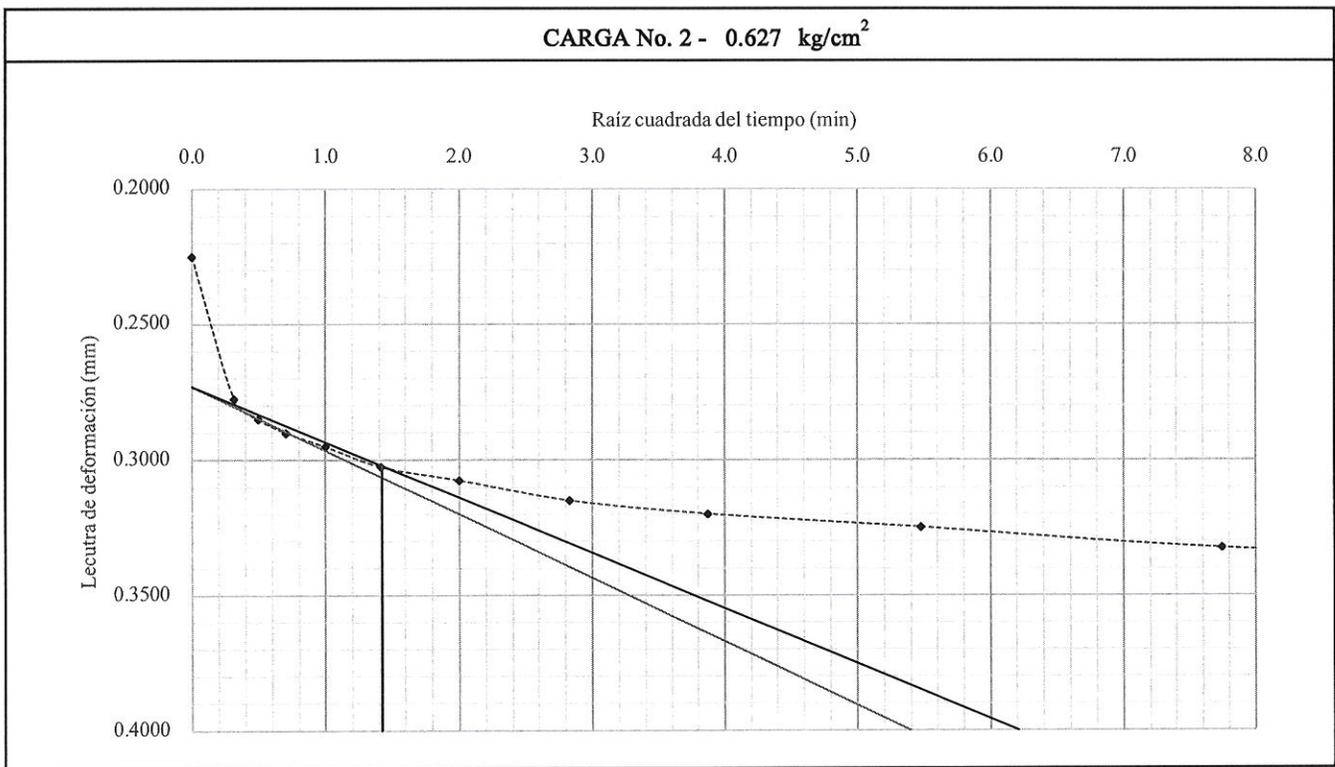
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES
"ING. MARIO ANGEL GUZMÁN URBINA"



ENSAYO DE CONSOLIDACIÓN ASTM D2435
GRÁFICO DEFORMACIÓN - RAÍZ CUADRADA DEL TIEMPO (CARGA No. 2)

Solicita: SUELOS Y MATERIALES, S.A. de C.V.
Proyecto: DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE PASO A DESNIVEL EN INTERSECCIÓN
ENTRE LAS RUTAS CA04S-LIB04W, CARRETERA AL PUERTO DE LA
LIBERTAD, SOBRE EL REDONDEL UTILA, MUNICIPIO DE SANTA TECLA,
LA LIBERTAD
Muestra: 3 - SR-3
Profundidad: 15.00 - 16.05 m
Ensayo No.: 3

Reporte No.: 75-2021
Hoja No.: 7 / 21
Laborarista: E. López
Calculó: E. López
Fecha: 18/11/2021
Micrómetro: 0.0025
Consolidómetro: 3



$T_{90} (s): 121.0$



Ramón E. López
Ing. Ramón Evelio López
Jefe de Laboratorio



ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES
"ING. MARIO ANGEL GUZMÁN URBINA"



ENSAYO DE CONSOLIDACIÓN ASTM D2435
REGISTRO DE LECTURAS (CARGA No. 3)

Solicita: SUELOS Y MATERIALES, S.A. de C.V.
 Proyecto: DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE PASO A DESNIVEL EN INTERSECCIÓN
 ENTRE LAS RUTAS CA04S-LIB04W, CARRETERA AL PUERTO DE LA
 LIBERTAD, SOBRE EL REDONDEL UTILA, MUNICIPIO DE SANTA TECLA,
 LA LIBERTAD
 Muestra: 3 - SR-3
 Profundidad: 15.00 - 16.05 m
 Ensayo No.: 3

Reporte No.: 75-2021
 Hoja No.: 8 / 21
 Laboratorista: E. López
 Calculó: E. López
 Fecha: 19/11/2021
 Micrómetro: 0.0025
 Consolidómetro: 3

CARGA No. 3 - 1.260 kg/cm ²						
Fecha	Hora	Tiempo transcurrido (min)	T (°C)	Presión (kg/cm ²)	Lectura del micrómetro	Deformación
19 noviembre 2021	08:28 AM	0	24.2	1.260	10.3675	0.3575
"	-	0.1	24.2	"	10.4125	0.4025
"	-	0.25	24.2	"	10.4600	0.4500
"	-	0.5	24.2	"	10.4750	0.4650
"	08:29 AM	1	24.2	"	10.4850	0.4750
"	08:30 AM	2	24.2	"	10.4950	0.4850
"	08:32 AM	4	24.2	"	11.0025	0.4925
"	08:36 AM	8	24.2	"	11.0100	0.5000
"	08:43 AM	15	24.2	"	11.0175	0.5075
"	08:58 AM	30	24.2	"	11.0275	0.5175
"	09:28 AM	60	24.4	"	11.0350	0.5250
"	10:28 AM	120	24.7	"	11.0425	0.5325
"	12:28 PM	240	25.2	"	11.0500	0.5400
"	04:28 PM	480	25.8	"	11.0575	0.5475
20 noviembre 2021	08:28 AM	1440	23.8	"	11.0675	0.5575



Ramón E. López
 Ing. Ramón Evelio López
 Jefe de Laboratorio



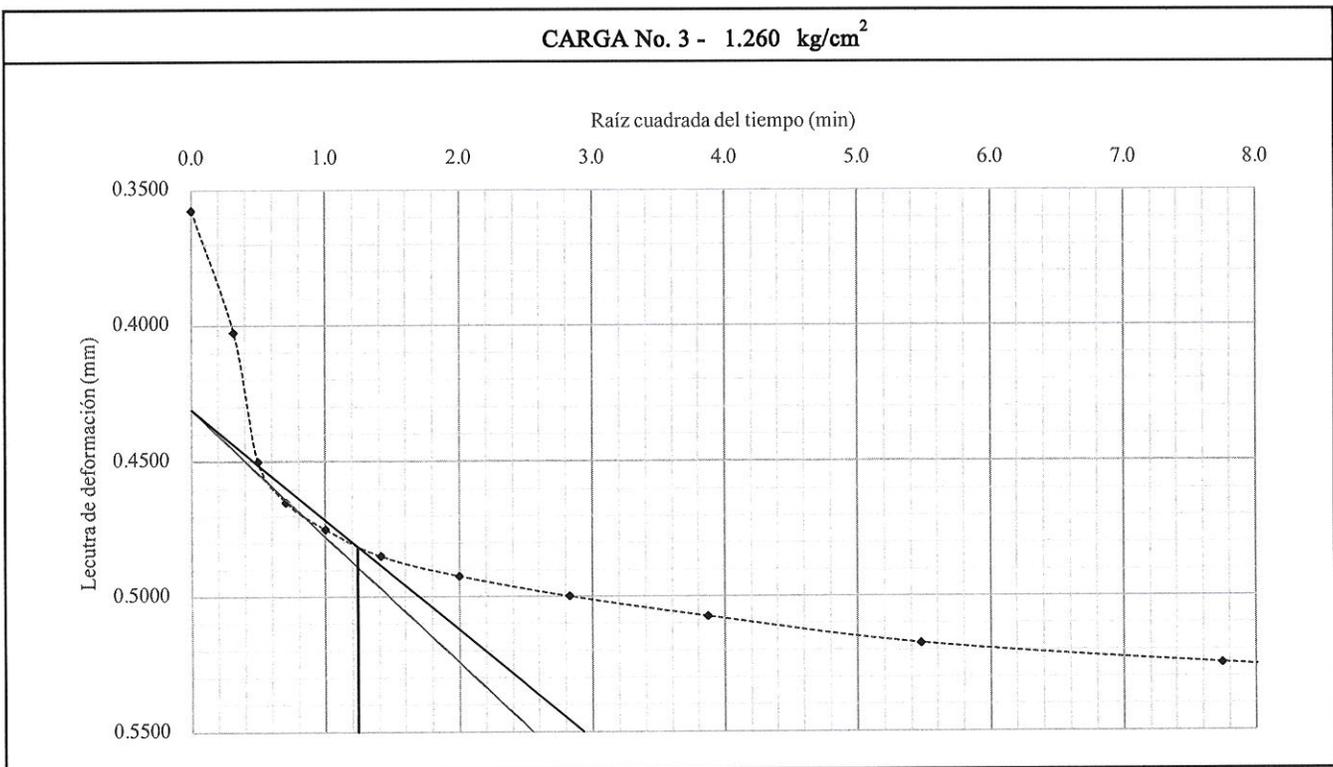
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES
"ING. MARIO ANGEL GUZMÁN URBINA"



ENSAYO DE CONSOLIDACIÓN ASTM D2435
GRÁFICO DEFORMACIÓN - RAÍZ CUADRADA DEL TIEMPO (CARGA No. 3)

Solicita: SUELOS Y MATERIALES, S.A. de C.V.
Proyecto: DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE PASO A DESNIVEL EN INTERSECCIÓN
ENTRE LAS RUTAS CA04S-LIB04W, CARRETERA AL PUERTO DE LA
LIBERTAD, SOBRE EL REDONDEL UTILA, MUNICIPIO DE SANTA TECLA,
LA LIBERTAD
Muestra: 3 - SR-3
Profundidad: 15.00 - 16.05 m
Ensayo No.: 3

Reporte No.: 75-2021
Hoja No.: 9 / 21
Laborarista: E. López
Calculó: E. López
Fecha: 19/11/2021
Micrómetro: 0.0025
Consolidómetro: 3



T₉₀ (s): 92.3



Ramón E. López
Ing. Ramón Evelio López
Jefe de Laboratorio



ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES
"ING. MARIO ANGEL GUZMÁN URBINA"



ENSAYO DE CONSOLIDACIÓN ASTM D2435
REGISTRO DE LECTURAS (CARGA No. 4)

Solicita: SUELOS Y MATERIALES, S.A. de C.V.
Proyecto: DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE PASO A DESNIVEL EN INTERSECCIÓN
ENTRE LAS RUTAS CA04S-LIB04W, CARRETERA AL PUERTO DE LA
LIBERTAD, SOBRE EL REDONDEL UTILA, MUNICIPIO DE SANTA TECLA,
LA LIBERTAD
Muestra: 3 - SR-3
Profundidad: 15.00 - 16.05 m
Ensayo No.: 3

Reporte No.: 75-2021
Hoja No.: 10 / 21
Laboratorista: E. López
Calculó: E. López
Fecha: 22/11/2021
Micrómetro: 0.0025
Consolidómetro: 3

CARGA No. 4 - 2.517 kg/cm ²						
Fecha	Hora	Tiempo transcurrido (min)	T (°C)	Presión (kg/cm ²)	Lectura del micrómetro	Deformación
22 noviembre 2021	08:35 AM	0	24.3	2.517	11.0675	0.5575
"	-	0.1	24.3	"	11.1750	0.6650
"	-	0.25	24.3	"	11.1975	0.6875
"	-	0.5	24.3	"	11.2100	0.7000
"	08:36 AM	1	24.3	"	11.2225	0.7125
"	08:37 AM	2	24.3	"	11.2350	0.7250
"	08:39 AM	4	24.3	"	11.2475	0.7375
"	08:43 AM	8	24.3	"	11.2575	0.7475
"	08:50 AM	15	24.3	"	11.2675	0.7575
"	09:05 AM	30	24.5	"	11.2775	0.7675
"	09:35 AM	60	24.6	"	11.2975	0.7875
"	10:35 AM	120	24.7	"	11.2975	0.7875
"	12:35 PM	240	25.0	"	11.3050	0.7950
"	04:35 PM	480	25.5	"	11.3150	0.8050
23 noviembre 2021	08:09 AM	1414	23.6	"	11.3275	0.8175



Ing. Ramón Evelio López
Jefe de Laboratorio



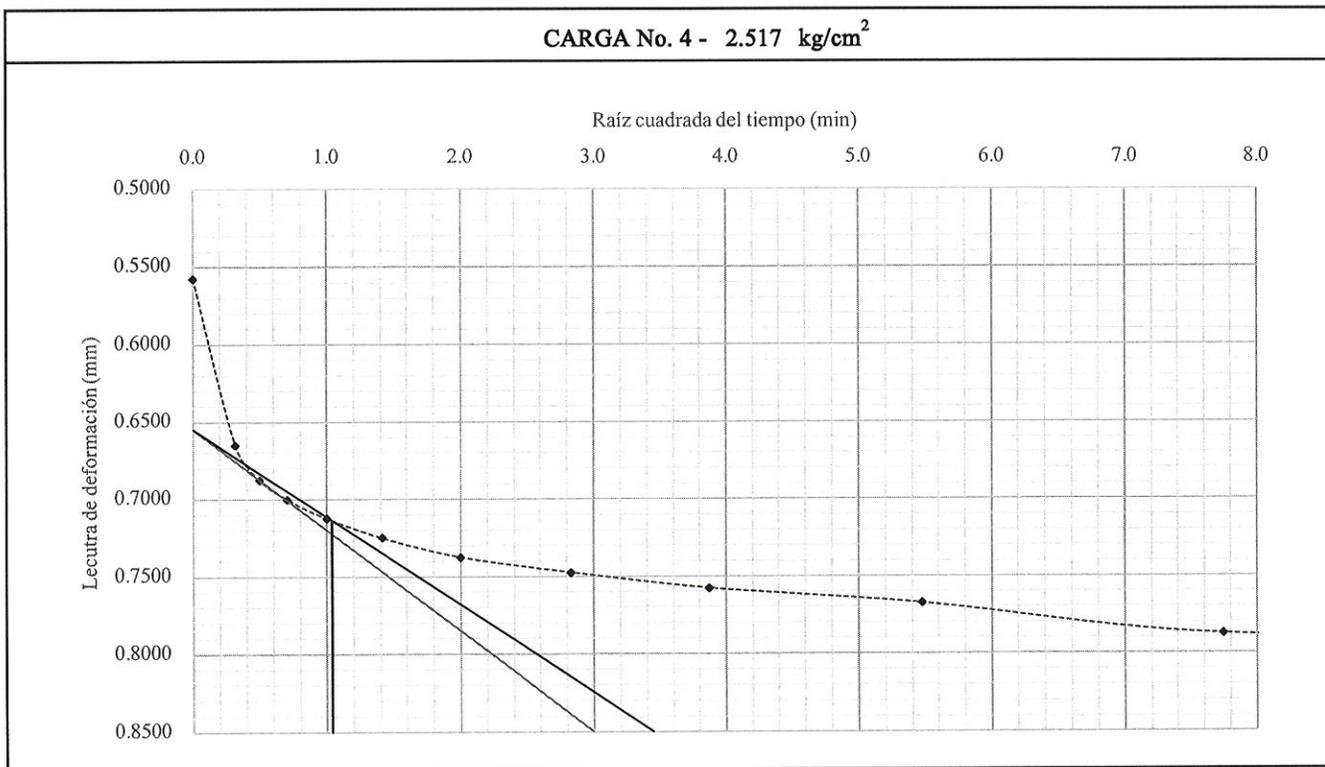
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES
"ING. MARIO ANGEL GUZMÁN URBINA"



ENSAYO DE CONSOLIDACIÓN ASTM D2435
GRÁFICO DEFORMACIÓN - RAÍZ CUADRADA DEL TIEMPO (CARGA No. 4)

Solicita: SUELOS Y MATERIALES, S.A. de C.V.
Proyecto: DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE PASO A DESNIVEL EN INTERSECCIÓN
ENTRE LAS RUTAS CA04S-LIB04W, CARRETERA AL PUERTO DE LA
LIBERTAD, SOBRE EL REDONDEL UTILA, MUNICIPIO DE SANTA TECLA,
LA LIBERTAD
Muestra: 3 - SR-3
Profundidad: 15.00 - 16.05 m
Ensayo No.: 3

Reporte No.: 75-2021
Hoja No.: 11 / 21
Laborarista: E. López
Calculó: E. López
Fecha: 22/11/2021
Micrómetro: 0.0025
Consolidómetro: 3



T₉₀ (s): 64.9



F.
Ing. Ramón Evelio López
Jefe de Laboratorio



ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES
"ING. MARIO ANGEL GUZMÁN URBINA"



ENSAYO DE CONSOLIDACIÓN ASTM D2435
REGISTRO DE LECTURAS (CARGA No. 5)

Solicita: SUELOS Y MATERIALES, S.A. de C.V.
 Proyecto: DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE PASO A DESNIVEL EN INTERSECCIÓN
ENTRE LAS RUTAS CA04S-LIB04W, CARRETERA AL PUERTO DE LA
LIBERTAD, SOBRE EL REDONDEL UTILA, MUNICIPIO DE SANTA TECLA,
LA LIBERTAD
 Muestra: 3 - SR-3
 Profundidad: 15.00 - 16.05 m
 Ensayo No.: 3

Reporte No.: 75-2021
 Hoja No.: 12 / 21
 Laboratorista: E. López
 Calculó: E. López
 Fecha: 23/11/2021
 Micrómetro: 0.0025
 Consolidómetro: 3

CARGA No. 5 - 5.025 kg/cm ²						
Fecha	Hora	Tiempo transcurrido (min)	T (°C)	Presión (kg/cm ²)	Lectura del micrómetro	Deformación
23 noviembre 2021	08:41 AM	0	23.6	5.025	11.3275	0.8175
"	-	0.1	23.6	"	11.3825	0.8725
"	-	0.25	23.6	"	11.4650	0.9550
"	-	0.5	23.6	"	12.0000	0.9900
"	08:42 AM	1	23.6	"	12.0250	1.0150
"	08:43 AM	2	23.6	"	12.0475	1.0375
"	08:45 AM	4	23.6	"	12.0675	1.0575
"	08:49 AM	8	23.6	"	12.0875	1.0775
"	08:56 AM	15	23.8	"	12.1000	1.0900
"	09:11 AM	30	23.8	"	12.1150	1.1050
"	09:41 AM	60	24.0	"	12.1275	1.1175
"	10:41 AM	120	24.1	"	12.1375	1.1275
"	12:41 PM	240	24.5	"	12.1500	1.1400
"	04:41 PM	480	25.1	"	12.1525	1.1425
24 noviembre 2021	08:41 AM	1440	23.1	"	12.1775	1.1675



Ramón E. López
 Ing. Ramón Evelio López
 Jefe de Laboratorio



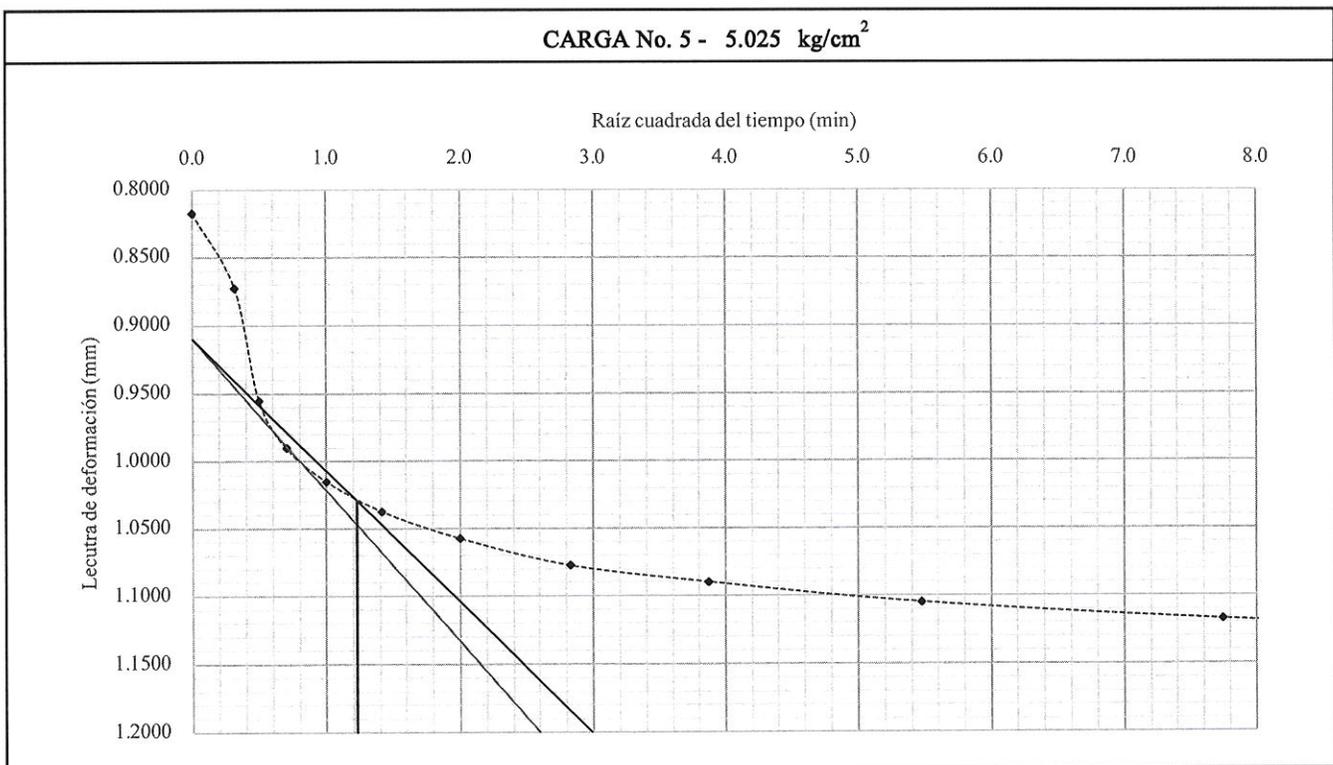
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES
"ING. MARIO ANGEL GUZMÁN URBINA"



ENSAYO DE CONSOLIDACIÓN ASTM D2435
GRÁFICO DEFORMACIÓN - RAÍZ CUADRADA DEL TIEMPO (CARGA No. 5)

Solicita: SUELOS Y MATERIALES, S.A. de C.V.
Proyecto: DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE PASO A DESNIVEL EN INTERSECCIÓN
ENTRE LAS RUTAS CA04S-LIB04W, CARRETERA AL PUERTO DE LA
LIBERTAD, SOBRE EL REDONDEL UTILA, MUNICIPIO DE SANTA TECLA,
LA LIBERTAD
Muestra: 3 - SR-3
Profundidad: 15.00 - 16.05 m
Ensayo No.: 3

Reporte No.: 75-2021
Hoja No.: 13 / 21
Laboratorista: E. López
Calculó: E. López
Fecha: 23/11/2021
Micrómetro: 0.0025
Consolidómetro: 3



T₉₀ (s): 90.8



Ramón E. López
Ing. Ramón Evelio López
Jefe de Laboratorio



ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES
"ING. MARIO ANGEL GUZMÁN URBINA"



ENSAYO DE CONSOLIDACIÓN ASTM D2435
REGISTRO DE LECTURAS (DESCARGA No. 1)

Solicita: SUELOS Y MATERIALES, S.A. de C.V.
Proyecto: DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE PASO A DESNIVEL EN INTERSECCIÓN
ENTRE LAS RUTAS CA04S-LIB04W, CARRETERA AL PUERTO DE LA
LIBERTAD, SOBRE EL REDONDEL UTILA, MUNICIPIO DE SANTA TECLA,
LA LIBERTAD
Muestra: 3 - SR-3
Profundidad: 15.00 - 16.05 m
Ensayo No.: 3

Reporte No.: 75-2021
Hoja No.: 14 / 21
Laborarista: E. López
Calculó: E. López
Fecha: 24/11/2021
Micrómetro: 0.0025
Consolidómetro: 3

DESCARGA No. 1 - 2.517 kg/cm ²						
Fecha	Hora	Tiempo transcurrido (min)	T (°C)	Presión (kg/cm ²)	Lectura del micrómetro	Deformación
24 noviembre 2021	08:40 AM	0	23.1	2.517	12.1775	1.1675
"	-	0.1	23.1	"	12.1425	1.1325
"	-	0.25	23.1	"	12.1400	1.1300
"	-	0.5	23.1	"	12.1375	1.1275
"	08:41 AM	1	23.1	"	12.1375	1.1275
"	08:42 AM	2	23.1	"	12.1350	1.1250
"	08:44 AM	4	23.1	"	12.1325	1.1225
"	08:48 AM	8	23.1	"	12.1300	1.1200
"	08:55 AM	15	23.1	"	12.1300	1.1200
"	09:10 AM	30	23.1	"	12.1275	1.1175
"	09:40 AM	60	23.2	"	12.1275	1.1175
"	10:40 AM	120	23.5	"	12.1250	1.1150
"	12:40 PM	240	24.1	"	12.1225	1.1125
"	04:40 PM	480	24.8	"	12.1225	1.1125
25 noviembre 2021	08:40 AM	1440	23.0	"	12.1225	1.1125



Ing. Ramón Evelio López
Jefe de Laboratorio



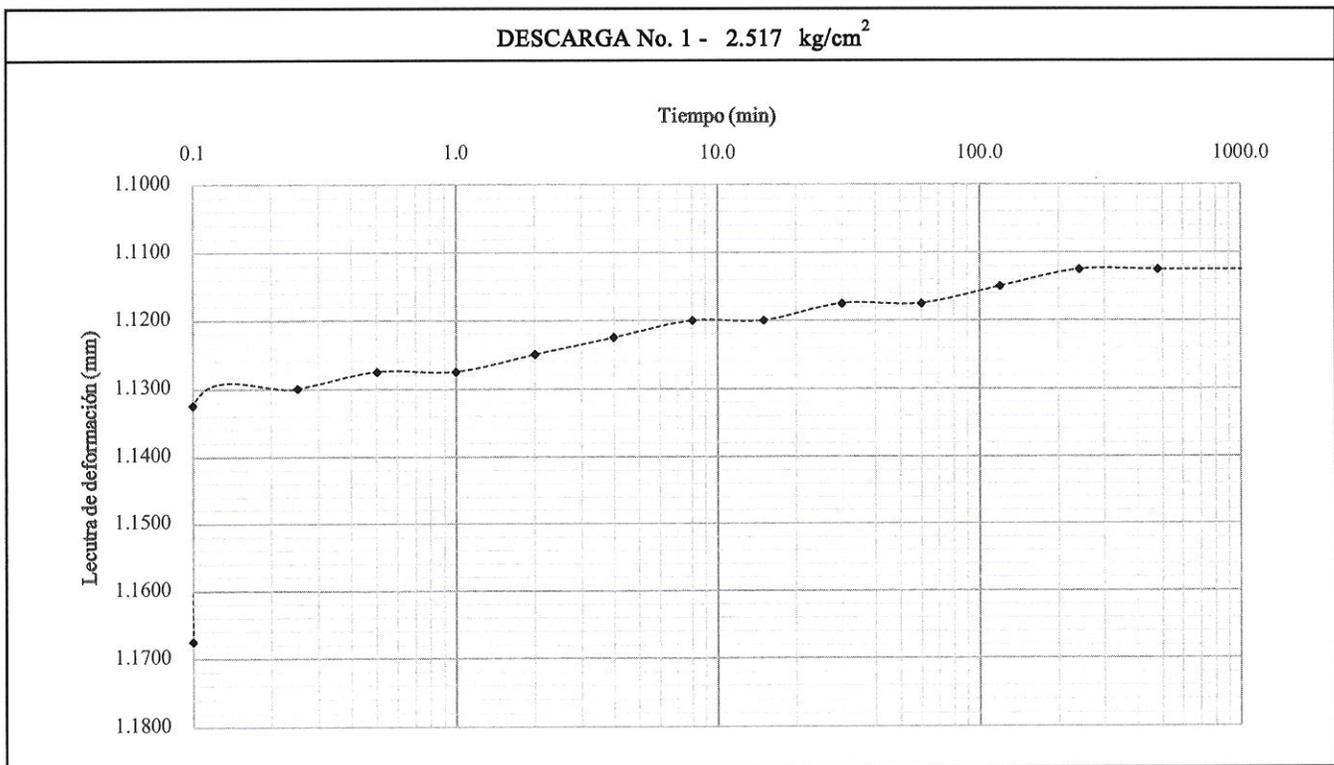
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES
"ING. MARIO ANGEL GUZMÁN URBINA"



ENSAYO DE CONSOLIDACIÓN ASTM D2435
GRÁFICO DEFORMACIÓN - TIEMPO (DESCARGA No. 1)

Solicita: SUELOS Y MATERIALES, S.A. de C.V.
Proyecto: DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE PASO A DESNIVEL EN INTERSECCIÓN
ENTRE LAS RUTAS CA04S-LIB04W, CARRETERA AL PUERTO DE LA
LIBERTAD, SOBRE EL REDONDEL UTILA, MUNICIPIO DE SANTA TECLA,
LA LIBERTAD
Muestra: 3 - SR-3
Profundidad: 15.00 - 16.05 m
Ensayo No.: 3

Reporte No.: 75-2021
Hoja No.: 15 / 21
Laboratorista: E. López
Calculó: E. López
Fecha: 24/11/2021
Micrómetro: 0.0025
Consolidómetro: 3



Ramón E. López
Ing. Ramón Evelio López
Jefe de Laboratorio



ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES
"ING. MARIO ANGEL GUZMÁN URBINA"



ENSAYO DE CONSOLIDACIÓN ASTM D2435
REGISTRO DE LECTURAS (DESCARGA No. 2)

Solicita: SUELOS Y MATERIALES, S.A. de C.V.
 Proyecto: DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE PASO A DESNIVEL EN INTERSECCIÓN
 ENTRE LAS RUTAS CA04S-LIB04W, CARRETERA AL PUERTO DE LA
 LIBERTAD, SOBRE EL REDONDEL UTILA, MUNICIPIO DE SANTA TECLA,
 LA LIBERTAD
 Muestra: 3 - SR-3
 Profundidad: 15.00 - 16.05 m
 Ensayo No.: 3

Reporte No.: 75-2021
 Hoja No.: 16 / 21
 Laboratorista: E. López
 Calculó: E. López
 Fecha: 25/11/2021
 Micrómetro: 0.0025
 Consolidómetro: 3

DESCARGA No. 2 - 1.260 kg/cm ²						
Fecha	Hora	Tiempo transcurrido (min)	T (°C)	Presión (kg/cm ²)	Lectura del micrómetro	Deformación
25 noviembre 2021	09:01 AM	0	23.0	1.260	12.1225	1.1125
"	-	0.1	23.0	"	12.0925	1.0825
"	-	0.25	23.0	"	12.0825	1.0725
"	-	0.5	23.1	"	12.0775	1.0675
"	09:02 AM	1	23.1	"	12.0750	1.0650
"	09:03 AM	2	23.1	"	12.0725	1.0625
"	09:05 AM	4	23.1	"	12.0700	1.0600
"	09:09 AM	8	23.1	"	12.0650	1.0550
"	09:16 AM	15	23.1	"	12.0625	1.0525
"	09:31 AM	30	23.1	"	12.0600	1.0500
"	10:01 AM	60	23.5	"	12.0575	1.0475
"	11:01 AM	120	23.8	"	12.0550	1.0450
"	01:01 PM	240	24.3	"	12.0525	1.0425
"	05:01 PM	480	24.7	"	12.0525	1.0425
26 noviembre 2021	08:30 AM	1409	23.4	"	12.0475	1.0375

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
 LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES
 "Ing. Mario Angel Guzmán Urbina"
 Escuela de INGENIERIA CIVIL

Ramón E. López
 Ing. Ramón Evelio López
 Jefe de Laboratorio



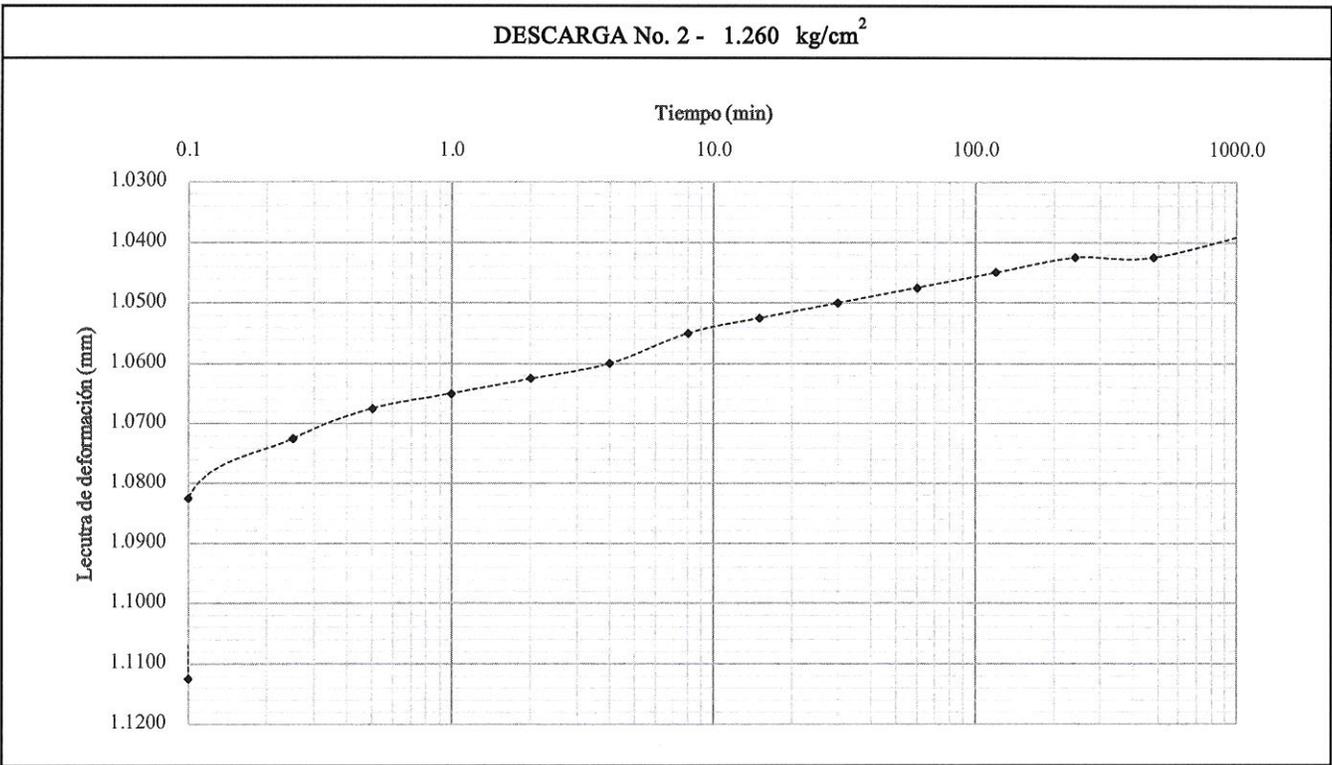
**ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES
"ING. MARIO ANGEL GUZMÁN URBINA"**



**ENSAYO DE CONSOLIDACIÓN ASTM D2435
GRÁFICO DEFORMACIÓN - TIEMPO (DESCARGA No. 2)**

Solicita: SUELOS Y MATERIALES, S.A. de C.V.
 Proyecto: DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE PASO A DESNIVEL EN INTERSECCIÓN
ENTRE LAS RUTAS CA04S-LIB04W, CARRETERA AL PUERTO DE LA
LIBERTAD, SOBRE EL REDONDEL UTILA, MUNICIPIO DE SANTA TECLA,
LA LIBERTAD
 Muestra: 3 - SR-3
 Profundidad: 15.00 - 16.05 m
 Ensayo No.: 3

Reporte No.: 75-2021
 Hoja No.: 17 / 21
 Laboratorista: E. López
 Calculó: E. López
 Fecha: 25/11/2021
 Micrómetro: 0.0025
 Consolidómetro: 3



UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
 LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES
 "Ing. Mario Angel Guzmán Urbina"
 Escuela de INGENIERIA CIVIL

Ramón E. López
 Ing. Ramón Evelio López
 Jefe de Laboratorio



ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES
"ING. MARIO ANGEL GUZMÁN URBINA"



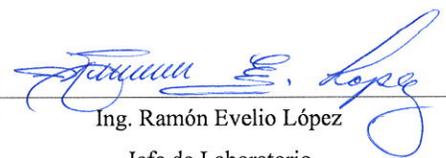
ENSAYO DE CONSOLIDACIÓN ASTM D2435
REGISTRO DE LECTURAS (DESCARGA No. 3)

Solicita: SUELOS Y MATERIALES, S.A. de C.V.
Proyecto: DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE PASO A DESNIVEL EN INTERSECCIÓN
ENTRE LAS RUTAS CA04S-LIB04W, CARRETERA AL PUERTO DE LA
LIBERTAD, SOBRE EL REDONDEL UTILA, MUNICIPIO DE SANTA TECLA,
LA LIBERTAD
Muestra: 3 - SR-3
Profundidad: 15.00 - 16.05 m
Ensayo No.: 3

Reporte No.: 75-2021
Hoja No.: 18 / 21
Laboratorista: E. López
Calculó: E. López
Fecha: 26/11/2021
Micrómetro: 0.0025
Consolidómetro: 3

DESCARGA No. 3 - 0.000 kg/cm ²						
Fecha	Hora	Tiempo transcurrido (min)	T (°C)	Presión (kg/cm ²)	Lectura del micrómetro	Deformación
26 noviembre 2021	08:45 AM	0	23.4	0.000	12.0475	1.0375
"	-	0.1	23.4	"	11.4100	0.9000
"	-	0.25	23.4	"	11.3925	0.8825
"	-	0.5	23.4	"	11.3775	0.8675
"	08:46 AM	1	23.4	"	11.3575	0.8475
"	08:47 AM	2	23.4	"	11.3350	0.8250
"	08:49 AM	4	23.4	"	11.3025	0.7925
"	08:53 AM	8	23.4	"	11.2700	0.7600
"	09:00 AM	15	23.4	"	11.2375	0.7275
"	09:15 AM	30	23.4	"	11.2250	0.7150
"	09:45 AM	60	23.6	"	11.1800	0.6700
"	10:45 AM	120	23.9	"	11.1575	0.6475
"	12:45 PM	240	24.5	"	11.1425	0.6325
"	04:45 PM	480	25.0	"	11.1275	0.6175
27 noviembre 2021	02:10 PM	1765	24.7	"	11.1075	0.5975




Ing. Ramón Evelio López
Jefe de Laboratorio



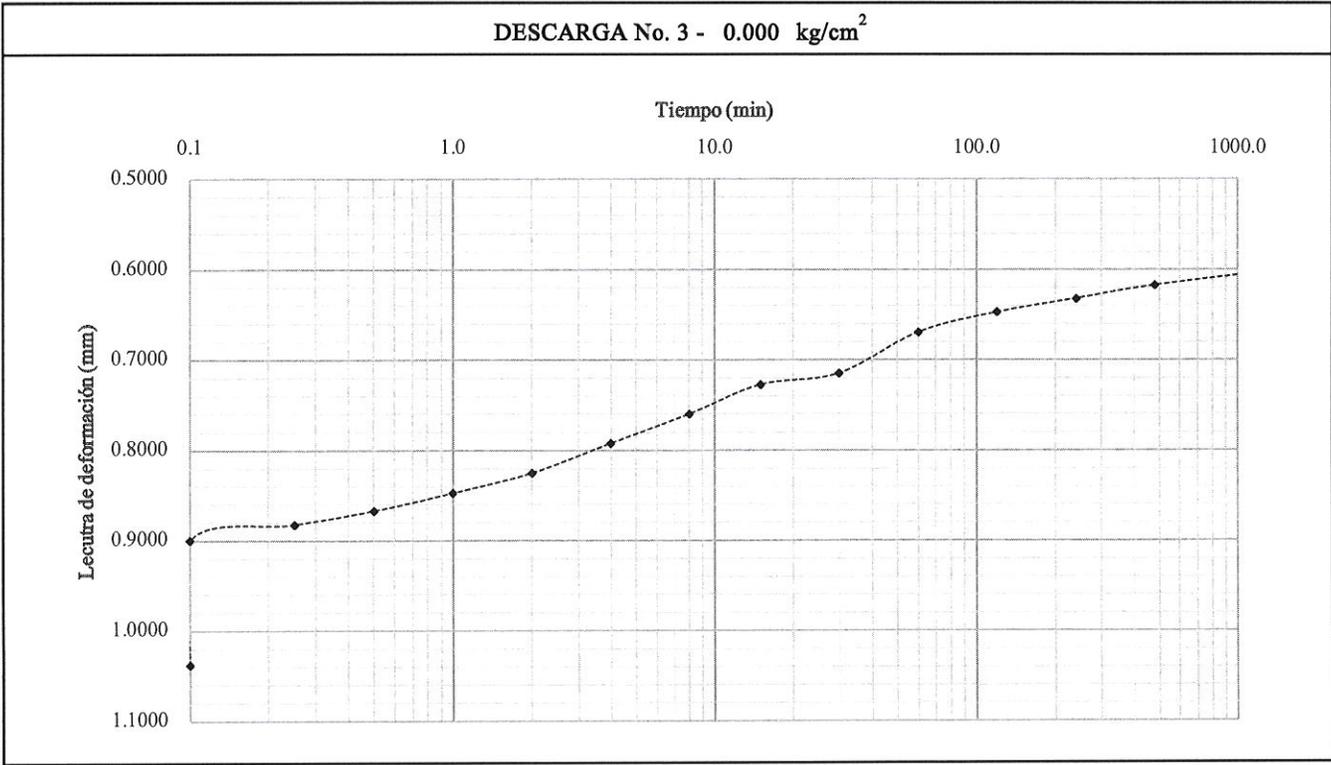
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES
"ING. MARIO ANGEL GUZMÁN URBINA"



ENSAYO DE CONSOLIDACIÓN ASTM D2435
GRÁFICO DEFORMACIÓN - TIEMPO (DESCARGA No. 3)

Solicita: SUELOS Y MATERIALES, S.A. de C.V.
Proyecto: DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE PASO A DESNIVEL EN INTERSECCIÓN
ENTRE LAS RUTAS CA04S-LIB04W, CARRETERA AL PUERTO DE LA
LIBERTAD, SOBRE EL REDONDEL UTILA, MUNICIPIO DE SANTA TECLA,
LA LIBERTAD
Muestra: 3 - SR-3
Profundidad: 15.00 - 16.05 m
Ensayo No.: 3

Reporte No.: 75-2021
Hoja No.: 19 / 21
Laboratorista: E. López
Calculó: E. López
Fecha: 26/11/2021
Micrómetro: 0.0025
Consolidómetro: 3



UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES
"Ing. Mario Angel Guzmán Urbina"
Escuela de INGENIERIA CIVIL

Ing. Ramón Evelio López
Jefe de Laboratorio



**ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES
"ING. MARIO ANGEL GUZMAN URBINA"**



**ENSAYO DE CONSOLIDACION ASTM D2435
REGISTRO DE CONSOLIDACION**

Solicita: SUELOS Y MATERIALES, S.A. de C.V.

Proyecto: DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE PASO A DESNIVEL EN INTERSECCIÓN ENTRE LAS RUTAS CA04S-LIB04W, CARRETERA AL
PUERTO DE LA LIBERTAD, SOBRE EL REDONDEL UTILA, MUNICIPIO DE SANTA TECLA, LA LIBERTAD

Muestra: 3 - SR-3

Profundidad: 15.00 - 16.00 m

Ensayo No.: 3

Reporte No.:

Hoja No.: 20 / 21

Laboratorista: E. López

Calculó: E. López

Fecha: 26/11/2021

Micrómetro: 0.0025

Consolidómetro: 3

Altura del anillo (mm): 19.30
Masa de los sólidos (g): 90.69

Área de la muestra: 31.77 cm²
Gravedad específica: 2.69

Altura de los sólidos (mm): 10.61
Altura inicial (mm): 19.3100

T (°C)	γ_o g/cm ³	Presión kg/cm ³	Def. δ mm	2H mm	2H - 2H ₀ mm	e = (2H - 2H ₀) / 2H ₀	H cm	Hm ² cm ²	T ₉₀ (seg)	Av cm ²	Cv cm ² /seg	Km cm ² /seg	Km 20° C	e _m	Pm cm ² /seg
0	0	0.000	0.0000	19.3000	10.6121	0.819								0.819	0.000
24.9	0.99708	0.000	-0.0100	19.3100	8.6979	0.820	1.9305	3.72683							
24.7	0.99713	0.314	0.2250	19.0850	8.4729	0.798	1.9198	3.68544	122.7	0.06763	0.0255	9.49E-07	8.42E-07	0.809	0.157
24.7	0.99713	0.627	0.1325	18.9525	8.3404	0.786	1.9019	3.61713	121.0	0.03979	0.0253	5.61E-07	4.98E-07	0.792	0.470
24.4	0.9972	1.260	0.2000	18.7525	8.1404	0.767	1.8853	3.55417	92.3	0.02977	0.0327	5.46E-07	4.84E-07	0.777	0.944
24.5	0.99718	2.517	0.2600	18.4925	7.8804	0.743	1.8623	3.46798	64.9	0.0195	0.0453	5.02E-07	4.45E-07	0.755	1.889
23.9	0.99733	5.025	0.3500	18.1425	7.5304	0.710	1.8318	3.35531	90.8	0.01315	0.0313	2.38E-07	2.11E-07	0.726	3.771
23.3	0.99747	2.517	0.0550	18.1975	7.5854	0.715									
23.4	0.99745	1.260	0.0750	18.2725	7.6604	0.722									
23.6	0.9974	0.000	0.4400	18.7125	8.1004	0.763									



F.

Ramón E. López
Ing. Ramón Evelio López
Jefe de Laboratorio



ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES
"ING. MARIO ANGEL GUZMÁN URBINA"



ENSAYO DE CONSOLIDACIÓN ASTM D2435
GRÁFICO PRESIÓN - RELACIÓN DE VACÍOS

Solicita: SUELOS Y MATERIALES, S.A. de C.V.

Proyecto: DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE PASO A DESNIVEL EN INTERSECCIÓN

ENTRE LAS RUTAS CA04S-LIB04W, CARRETERA AL PUERTO DE LA
LIBERTAD, SOBRE EL REDONDEL UTILA, MUNICIPIO DE SANTA TECLA,
LA LIBERTAD

Muestra: 3 - SR-3

Profundidad: 15.00 - 16.05 m

Ensayo No.: 3

Reporte No.: 75-2021

Hoja No.: 21 / 21

Laboratorista: E. López

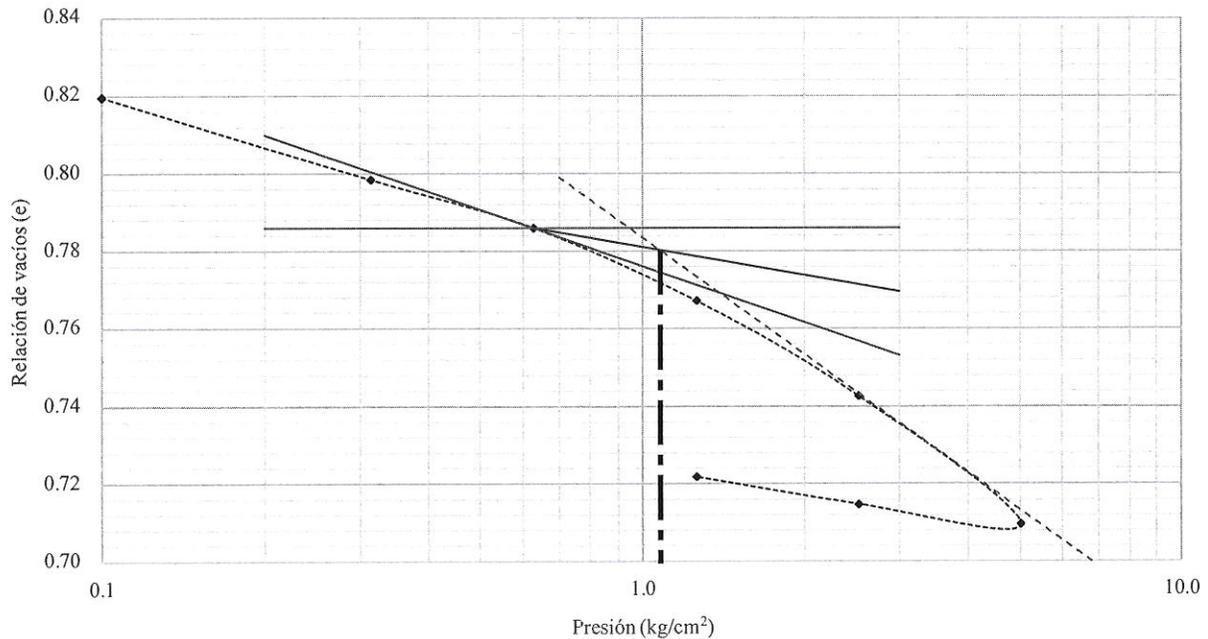
Calculó: E. López

Fecha: 26/11/2021

Micrómetro: 0.0025

Consolidómetro: 3

GRÁFICO PRESIÓN - RELACIÓN DE VACÍOS



Carga de preconsolidación (P_c): 1.08 kg/cm²



Ramón E. López
Ing. Ramón Evelio López
Jefe de Laboratorio

Página intencionalmente en
blanco para congruencia entre
versiones impresa y digital.

**ENSAYOS DE
CONSOLIDACION**

CONSOLIDOMETRO 4

**Muestra 3 – SR3
Prof: 30.00 m – 31.05 m**

Página intencionalmente en
blanco para congruencia entre
versiones impresa y digital



**ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES
"ING. MARIO ANGEL GUZMÁN URBINA"**



**ENSAYO DE CONSOLIDACIÓN ASTM D2435
DATOS INICIALES**

Solicita: SUELOS Y MATERIALES, S.A. de C.V.
 Proyecto: DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE PASO A DESNIVEL EN INTERSECCIÓN
 ENTRE LAS RUTAS CA04S-LIB04W, CARRETERA AL PUERTO DE LA
 LIBERTAD, SOBRE EL REDONDEL UTILA, MUNICIPIO DE SANTA TECLA,
 LA LIBERTAD
 Muestra: 4 - SR-3
 Profundidad: 30.00 - 31.05 m
 Ensayo No.: 4

Reporte No.: 75-2021
 Hoja No.: 1 / 21
 Laboratorista: E. López
 Calculó: E. López
 Fecha: 16/11/2021
 Micrómetro: 0.0025
 Consolidómetro: 4

DATOS INICIALES	
Masa del anillo (g):	63.50
Masa de muestra húmeda + anillo (g):	168.52
Masa de muestra húmeda (g):	105.02
Diámetro del anillo (cm):	6.36
Áltura del anillo (cm):	1.94
Área de la muestra (cm ²):	31.77
Volumen inicial (cm ³):	61.63
Humedad inicial (%):	51.33
Masa de la muestra seca (g):	69.40

DATOS ANTES DE LA CONSOLIDACIÓN	
Masa de muestra húmeda (g):	105.02
Masa de muestra seca (g):	69.40
Masa de agua (g):	35.62
Volumen inicial (cm ³):	61.63
Volumen de sólidos (cm ³):	26.39
Volumen de Vacíos (cm ³):	35.24
Relacion de vacios inicial:	1.34
Humedad inicial (%):	51.33
Grado de saturación (%):	101.07

DATOS DESPUÉS DE LA CONSOLIDACIÓN	
Masa de muestra húmeda (g):	105.60
Masa de muestra seca (g):	69.40
Masa de agua (g):	36.20
Volumen total final (cm ³):	58.90
Volumen de sólidos (cm ³):	26.39
Volumen de Vacíos (cm ³):	32.51
Relacion de vacios final:	1.23
Humedad final (%):	52.16
Grado de saturación (%):	111.34



Ramón E. López
 Ing. Ramón Evelio López
 Jefe de Laboratorio



ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES
"ING. MARIO ANGEL GUZMÁN URBINA"



ENSAYO DE CONSOLIDACIÓN ASTM D2435
REGISTRO DE LECTURAS (SATURACIÓN)

Solicita: SUELOS Y MATERIALES, S.A. de C.V.
Proyecto: DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE PASO A DESNIVEL EN INTERSECCIÓN
ENTRE LAS RUTAS CA04S-LIB04W, CARRETERA AL PUERTO DE LA
LIBERTAD, SOBRE EL REDONDEL UTILA, MUNICIPIO DE SANTA TECLA,
LA LIBERTAD
Muestra: 4 - SR-3
Profundidad: 30.00 - 31.05 m
Ensayo No.: 4

Reporte No.: 75-2021
Hoja No.: 2 / 21
Laboratorista: E. López
Calculó: E. López
Fecha: 16/11/2021
Micrómetro: 0.0025
Consolidómetro: 4

SATURACIÓN						
Fecha	Hora	Tiempo transcurrido (min)	T (°C)	Presión (kg/cm ²)	Lectura del micrómetro	Deformación
16 noviembre 2021	09:14 AM	0	24.7	0.000	10.0000	0.0000
"	-	0.1	24.7	"	10.0200	0.0200
"	-	0.25	24.7	"	10.0200	0.0200
"	-	0.5	24.7	"	10.0200	0.0200
"	09:15 AM	1	24.7	"	10.0225	0.0225
"	09:16 AM	2	24.7	"	10.0225	0.0225
"	09:18 AM	4	24.7	"	10.0225	0.0225
"	09:22 AM	8	24.7	"	10.0225	0.0225
"	09:29 AM	15	24.7	"	10.0225	0.0225
"	09:44 AM	30	24.7	"	10.0225	0.0225
"	10:14 AM	60	24.7	"	10.0225	0.0225
"	11:14 AM	120	24.8	"	10.0225	0.0225
"	01:14 PM	240	25.7	"	10.0225	0.0225
"	05:14 PM	480	25.9	"	10.0225	0.0225
17 noviembre 2021	08:12 AM	1378	24.1	"	10.0225	0.0225



Ramón E. López
Ing. Ramón Evelio López
Jefe de Laboratorio



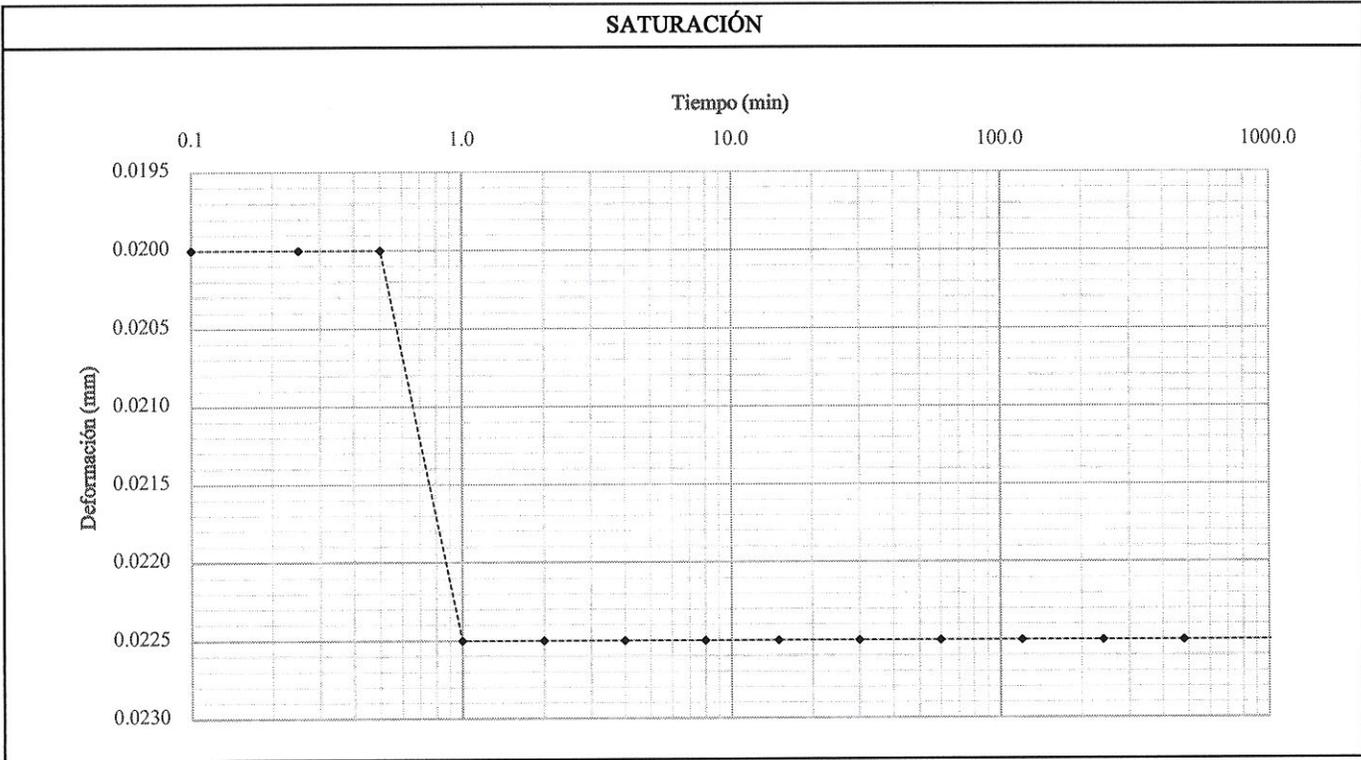
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES
"ING. MARIO ANGEL GUZMÁN URBINA"



ENSAYO DE CONSOLIDACIÓN ASTM D2435
GRÁFICO DEFORMACIÓN - TIEMPO (SATURACIÓN)

Solicita: SUELOS Y MATERIALES, S.A. de C.V.
Proyecto: DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE PASO A DESNIVEL EN INTERSECCIÓN
ENTRE LAS RUTAS CA04S-LIB04W, CARRETERA AL PUERTO DE LA
LIBERTAD, SOBRE EL REDONDEL UTILA, MUNICIPIO DE SANTA TECLA,
LA LIBERTAD
Muestra: 4 - SR-3
Profundidad: 30.00 - 31.05 m
Ensayo No.: 4

Reporte No.: 75-2021
Hoja No.: 3 / 21
Laboratorista: E. López
Calculó: E. López
Fecha: 16/11/2021
Micrómetro: 0.0025
Consolidómetro: 4



UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES
"Ing. Mario Angel Guzmán Urbina"
Escuela de INGENIERIA CIVIL

Ramón E. López
Ing. Ramón Evelio López
Jefe de Laboratorio



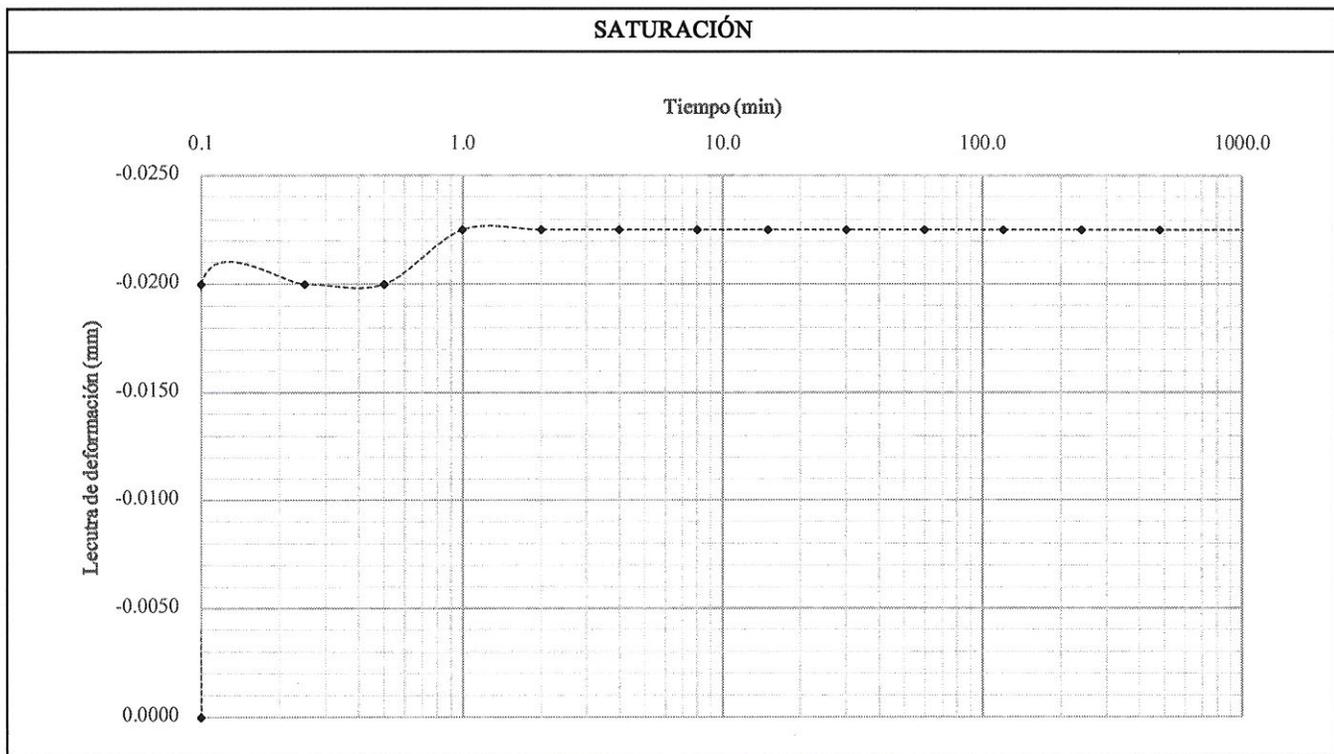
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES
"ING. MARIO ANGEL GUZMÁN URBINA"



ENSAYO DE CONSOLIDACIÓN ASTM D2435
GRÁFICO DEFORMACIÓN - TIEMPO (SATURACIÓN)

Solicita: SUELOS Y MATERIALES, S.A. de C.V.
Proyecto: DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE PASO A DESNIVEL EN INTERSECCIÓN
ENTRE LAS RUTAS CA04S-LIB04W, CARRETERA AL PUERTO DE LA
LIBERTAD, SOBRE EL REDONDEL UTILA, MUNICIPIO DE SANTA TECLA,
LA LIBERTAD
Muestra: 4 - SR-3
Profundidad: 30.00 - 31.05 m
Ensayo No.: 4

Reporte No.: 75-2021
Hoja No.: 3 / 21
Laboratorista: E. López
Calculó: E. López
Fecha: 16/11/2021
Micrómetro: 0.0025
Consolidómetro: 4



Ramón E. López
Ing. Ramón Evelio López
Jefe de Laboratorio



ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES
"ING. MARIO ANGEL GUZMÁN URBINA"



ENSAYO DE CONSOLIDACIÓN ASTM D2435
REGISTRO DE LECTURAS (CARGA No. 1)

Solicita: SUELOS Y MATERIALES, S.A. de C.V.
 Proyecto: DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE PASO A DESNIVEL EN INTERSECCIÓN
ENTRE LAS RUTAS CA04S-LIB04W, CARRETERA AL PUERTO DE LA
LIBERTAD, SOBRE EL REDONDEL UTILA, MUNICIPIO DE SANTA TECLA,
LA LIBERTAD
 Muestra: 4 - SR-3
 Profundidad: 30.00 - 31.05 m
 Ensayo No.: 4

Reporte No.: 75-2021
 Hoja No.: 4 / 21
 Laborarista: E. López
 Calculó: E. López
 Fecha: 17/11/2021
 Micrómetro: 0.0025
 Consolidómetro: 4

CARGA No. 1 - 0.316 kg/cm²						
Fecha	Hora	Tiempo transcurrido (min)	T (°C)	Presión (kg/cm ²)	Lectura del micrómetro	Deformación
17 noviembre 2021	08:57 AM	0	24.1	0.316	10.0225	0.0000
"	-	0.1	24.1	"	10.2100	0.1875
"	-	0.25	24.1	"	11.0300	0.5075
"	-	0.5	24.1	"	11.1500	0.6275
"	08:58 AM	1	24.1	"	11.1825	0.6600
"	08:59 AM	2	24.1	"	11.1875	0.6650
"	09:01 AM	4	24.1	"	11.1925	0.6700
"	09:05 AM	8	24.1	"	11.1950	0.6725
"	09:12 AM	15	25.0	"	11.1975	0.6750
"	09:27 AM	30	25.0	"	11.1975	0.6750
"	09:57 AM	60	25.0	"	11.2000	0.6775
"	10:58 AM	121	25.1	"	11.2025	0.6800
"	12:58 PM	241	25.7	"	11.2075	0.6850
"	04:58 PM	481	26.2	"	11.2075	0.6850
18 noviembre 2021	08:00 AM	1383	24.6	"	11.2825	0.7600



Ramón E. López
 Ing. Ramón Evelio López
 Jefe de Laboratorio



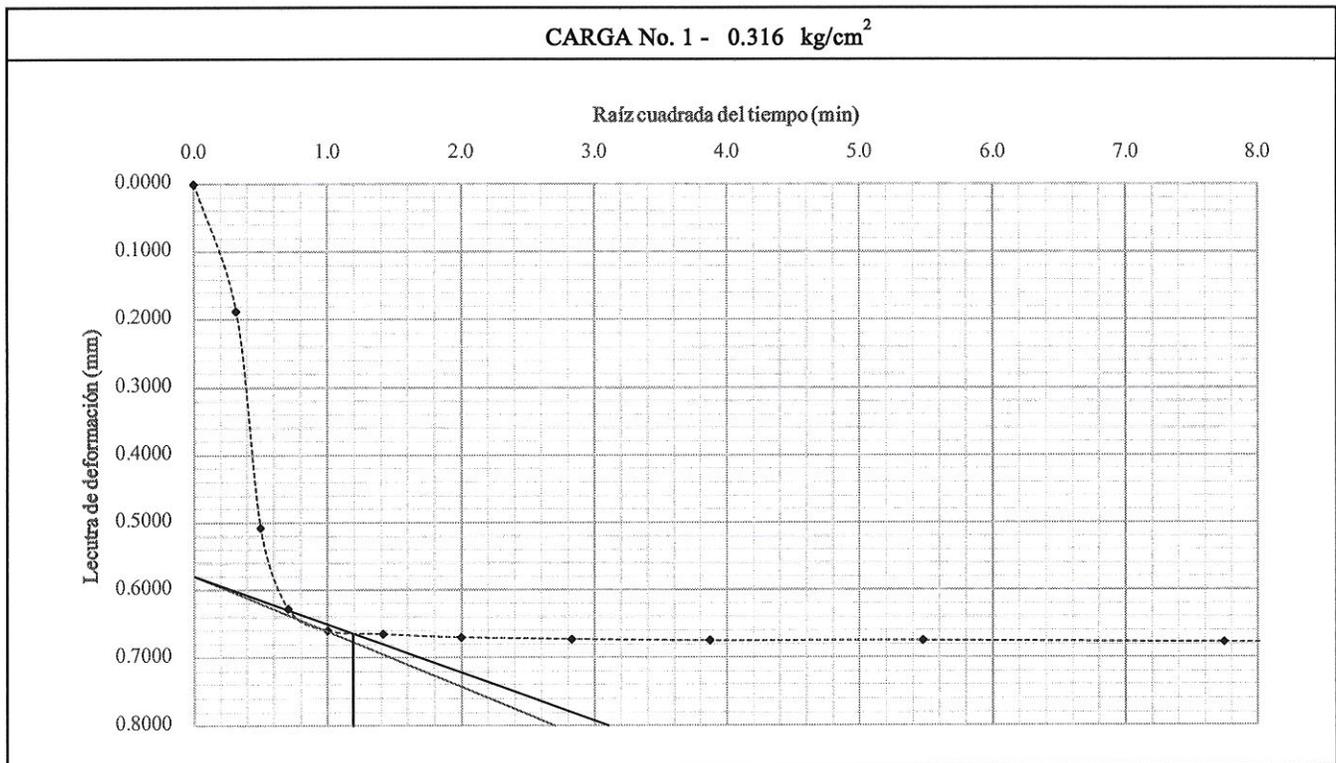
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES
"ING. MARIO ANGEL GUZMÁN URBINA"



ENSAYO DE CONSOLIDACIÓN ASTM D2435
GRÁFICO DEFORMACIÓN - RAÍZ CUADRADA DEL TIEMPO (CARGA No. 1)

Solicita: SUELOS Y MATERIALES, S.A. de C.V.
Proyecto: DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE PASO A DESNIVEL EN INTERSECCIÓN
ENTRE LAS RUTAS CA04S-LIB04W, CARRETERA AL PUERTO DE LA
LIBERTAD, SOBRE EL REDONDEL UTILA, MUNICIPIO DE SANTA TECLA,
LA LIBERTAD
Muestra: 4 - SR-3
Profundidad: 30.00 - 31.05 m
Ensayo No.: 4

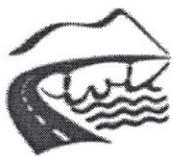
Reporte No.: 75-2021
Hoja No.: 5 / 21
Laboratorista: E. López
Calculó: E. López
Fecha: 17/11/2021
Micrómetro: 0.0025
Consolidómetro: 4



T₉₀ (s): 85.0



Ramón E. López
Ing. Ramón Evelio López
Jefe de Laboratorio



ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES
"ING. MARIO ANGEL GUZMÁN URBINA"



ENSAYO DE CONSOLIDACIÓN ASTM D2435
REGISTRO DE LECTURAS (CARGA No. 2)

Solicita: SUELOS Y MATERIALES, S.A. de C.V.

Proyecto: DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE PASO A DESNIVEL EN INTERSECCIÓN
 ENTRE LAS RUTAS CA04S-LIB04W, CARRETERA AL PUERTO DE LA
 LIBERTAD, SOBRE EL REDONDEL UTILA, MUNICIPIO DE SANTA TECLA,
 LA LIBERTAD

Muestra: 4 - SR-3

Profundidad: 30.00 - 31.05 m

Ensayo No.: 4

Reporte No.: 75-2021

Hoja No.: 6 / 21

Laborarista: E. López

Calculó: E. López

Fecha: 18/11/2021

Micrómetro: 0.0025

Consolidómetro: 4

CARGA No. 2 - 0.633 kg/cm ²						
Fecha	Hora	Tiempo transcurrido (min)	T (°C)	Presión (kg/cm ²)	Lectura del micrómetro	Deformación
18 noviembre 2021	08:26 AM	0	24.6	0.63269142	11.2100	0.7600
"	-	0.1	24.6	"	11.2375	0.7875
"	-	0.25	24.6	"	11.2475	0.7975
"	-	0.5	24.6	"	11.2500	0.8000
"	08:27 AM	1	24.6	"	11.2525	0.8025
"	08:28 AM	2	24.6	"	11.2550	0.8050
"	08:30 AM	4	24.6	"	11.2575	0.8075
"	08:34 AM	8	24.6	"	11.2600	0.8100
"	08:41 AM	15	24.6	"	11.2625	0.8125
"	08:56 AM	30	24.6	"	11.2650	0.8150
"	09:26 AM	60	24.6	"	11.2700	0.8200
"	10:26 AM	120	24.9	"	11.2725	0.8225
"	12:26 PM	240	24.9	"	11.2750	0.8250
"	04:26 PM	480	25.9	"	11.2800	0.8300
19 noviembre 2021	08:11 AM	1425	24.1	"	11.2850	0.8350



Ramón E. López
 Ing. Ramón Evelio López
 Jefe de Laboratorio



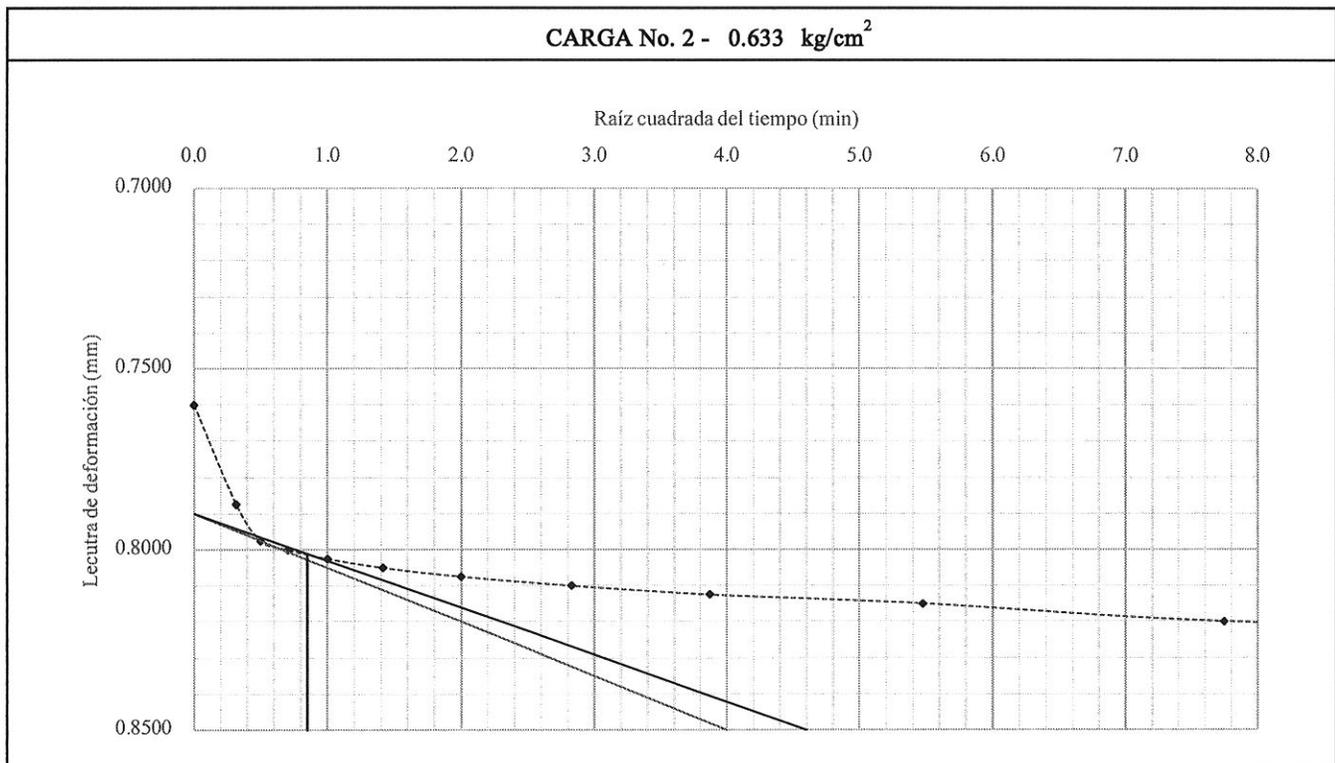
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES
"ING. MARIO ANGEL GUZMÁN URBINA"



ENSAYO DE CONSOLIDACIÓN ASTM D2435
GRÁFICO DEFORMACIÓN - RAÍZ CUADRADA DEL TIEMPO (CARGA No. 2)

Solicita: SUELOS Y MATERIALES, S.A. de C.V.
Proyecto: DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE PASO A DESNIVEL EN INTERSECCIÓN
ENTRE LAS RUTAS CA04S-LIB04W, CARRETERA AL PUERTO DE LA
LIBERTAD, SOBRE EL REDONDEL UTILA, MUNICIPIO DE SANTA TECLA,
LA LIBERTAD
Muestra: 4 - SR-3
Profundidad: 30.00 - 31.05 m
Ensayo No.: 4

Reporte No.: 75-2021
Hoja No.: 7 / 21
Laboratorista: E. López
Calculó: E. López
Fecha: 18/11/2021
Micrómetro: 0.0025
Consolidómetro: 4



T_{90} (s): 43.4



Ramón E. López
Ing. Ramón Evelio López
Jefe de Laboratorio



ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES
"ING. MARIO ANGEL GUZMÁN URBINA"



ENSAYO DE CONSOLIDACIÓN ASTM D2435
REGISTRO DE LECTURAS (CARGA No. 3)

Solicita: SUELOS Y MATERIALES, S.A. de C.V.

Proyecto: DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE PASO A DESNIVEL EN INTERSECCIÓN
ENTRE LAS RUTAS CA04S-LIB04W, CARRETERA AL PUERTO DE LA
LIBERTAD, SOBRE EL REDONDEL UTILA, MUNICIPIO DE SANTA TECLA,
LA LIBERTAD

Muestra: 4 - SR-3

Profundidad: 30.00 - 31.05 m

Ensayo No.: 4

Reporte No.: 75-2021

Hoja No.: 8 / 21

Laboratorista: E. López

Calculó: E. López

Fecha: 19/11/2021

Micrómetro: 0.0025

Consolidómetro: 4

CARGA No. 3 - 1.263 kg/cm ²						
Fecha	Hora	Tiempo transcurrido (min)	T (°C)	Presión (kg/cm ²)	Lectura del micrómetro	Deformación
19 noviembre 2021	08:33 AM	0	24.2	1.263	11.2825	0.8350
"	-	0.1	24.2	"	11.3250	0.8775
"	-	0.25	24.2	"	11.3350	0.8875
"	-	0.5	24.2	"	11.3400	0.8925
"	08:34 AM	1	24.2	"	11.3450	0.8975
"	08:35 AM	2	24.2	"	11.3500	0.9025
"	08:37 AM	4	24.2	"	11.3525	0.9050
"	08:41 AM	8	24.2	"	11.3550	0.9075
"	08:48 AM	15	24.2	"	11.3600	0.9125
"	09:03 AM	30	24.2	"	11.3600	0.9125
"	09:33 AM	60	24.4	"	11.3600	0.9125
"	10:33 AM	120	24.7	"	11.3600	0.9125
"	12:33 PM	240	25.8	"	11.3600	0.9125
"	04:33 PM	480	25.8	"	11.3600	0.9125
20 noviembre 2021	08:33 AM	1440	23.8	"	11.3600	0.9125



Ramón E. López
Ing. Ramón Evelio López
Jefe de Laboratorio



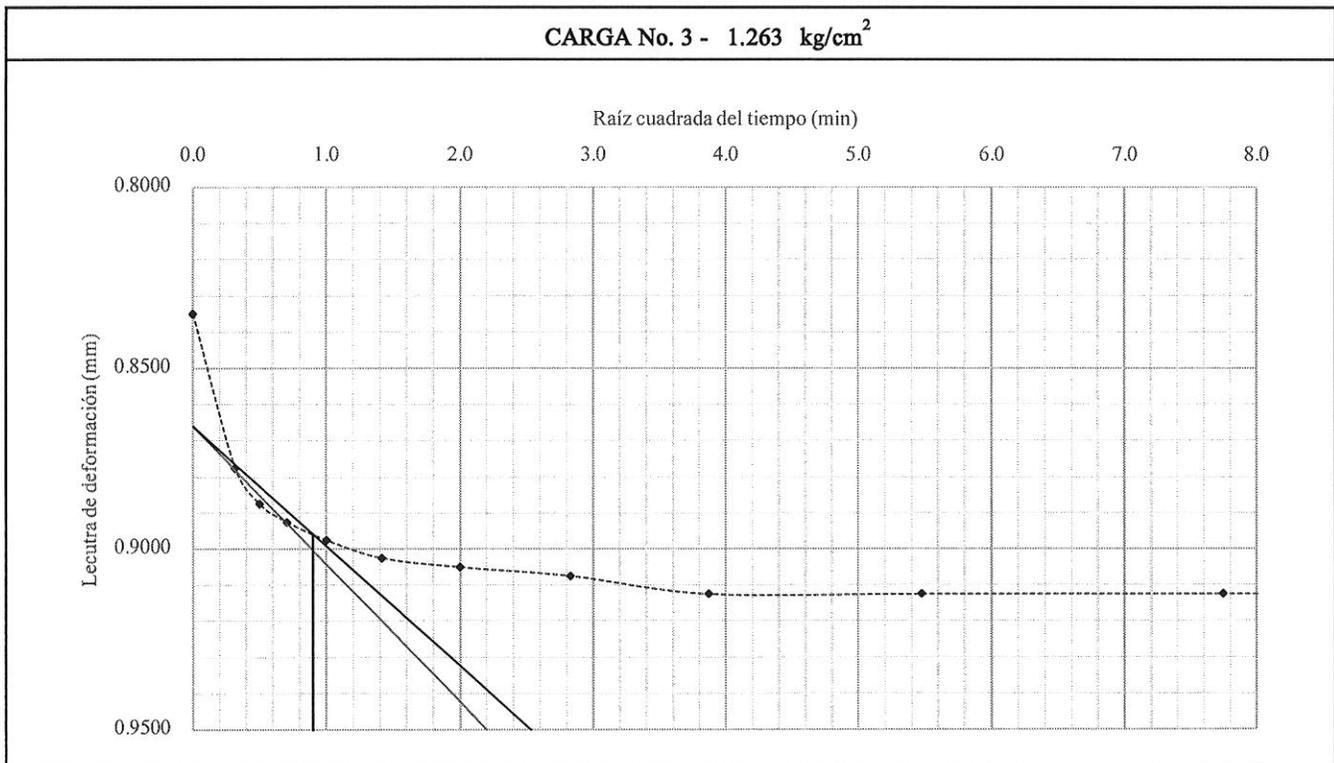
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES
"ING. MARIO ANGEL GUZMÁN URBINA"



ENSAYO DE CONSOLIDACIÓN ASTM D2435
GRÁFICO DEFORMACIÓN - RAÍZ CUADRADA DEL TIEMPO (CARGA No. 3)

Solicita: SUELOS Y MATERIALES, S.A. de C.V.
Proyecto: DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE PASO A DESNIVEL EN INTERSECCIÓN
ENTRE LAS RUTAS CA04S-LIB04W, CARRETERA AL PUERTO DE LA
LIBERTAD, SOBRE EL REDONDEL UTILA, MUNICIPIO DE SANTA TECLA,
LA LIBERTAD
Muestra: 4 - SR-3
Profundidad: 30.00 - 31.05 m
Ensayo No.: 4

Reporte No.: 75-2021
Hoja No.: 9 / 21
Laboratorista: E. López
Calculó: E. López
Fecha: 19/11/2021
Micrómetro: 0.0025
Consolidómetro: 4



T₉₀ (s): 48.6



Ramón E. López
Ing. Ramón Evelio López

Jefe de Laboratorio



ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES
"ING. MARIO ANGEL GUZMÁN URBINA"



ENSAYO DE CONSOLIDACIÓN ASTM D2435
REGISTRO DE LECTURAS (CARGA No. 4)

Solicita: SUELOS Y MATERIALES, S.A. de C.V.

Proyecto: DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE PASO A DESNIVEL EN INTERSECCIÓN
ENTRE LAS RUTAS CA04S-LIB04W, CARRETERA AL PUERTO DE LA
LIBERTAD, SOBRE EL REDONDEL UTILA, MUNICIPIO DE SANTA TECLA,
LA LIBERTAD

Muestra: 4 - SR-3

Profundidad: 30.00 - 31.05 m

Ensayo No.: 4

Reporte No.: 75-2021

Hoja No.: 10 / 21

Laboratorista: E. López

Calculó: E. López

Fecha: 22/11/2021

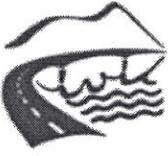
Micrómetro: 0.0025

Consolidómetro: 4

CARGA No. 4 - 2.519 kg/cm ²						
Fecha	Hora	Tiempo transcurrido (min)	T (°C)	Presión (kg/cm ²)	Lectura del micrómetro	Deformación
22 noviembre 2021	08:38 AM	0	24.3	2.519	11.3600	0.9125
"	-	0.1	24.3	"	11.4400	0.9925
"	-	0.25	24.3	"	11.4625	1.0150
"	-	0.5	24.3	"	11.4700	1.0225
"	08:39 AM	1	24.3	"	11.4750	1.0275
"	08:40 AM	2	24.3	"	11.4800	1.0325
"	08:42 AM	4	24.3	"	11.4850	1.0375
"	08:46 AM	8	24.3	"	11.4900	1.0425
"	08:53 AM	15	24.3	"	11.4925	1.0450
"	09:08 AM	30	24.5	"	12.0000	1.0525
"	09:38 AM	60	24.6	"	12.0050	1.0575
"	10:38 AM	120	24.7	"	12.0075	1.0600
"	12:38 PM	240	25.0	"	12.0125	1.0650
"	04:38 PM	480	25.5	"	12.0200	1.0725
23 noviembre 2021	08:10 AM	1412	23.6	"	12.0275	1.0800



Ing. Ramón Evelio López
Jefe de Laboratorio



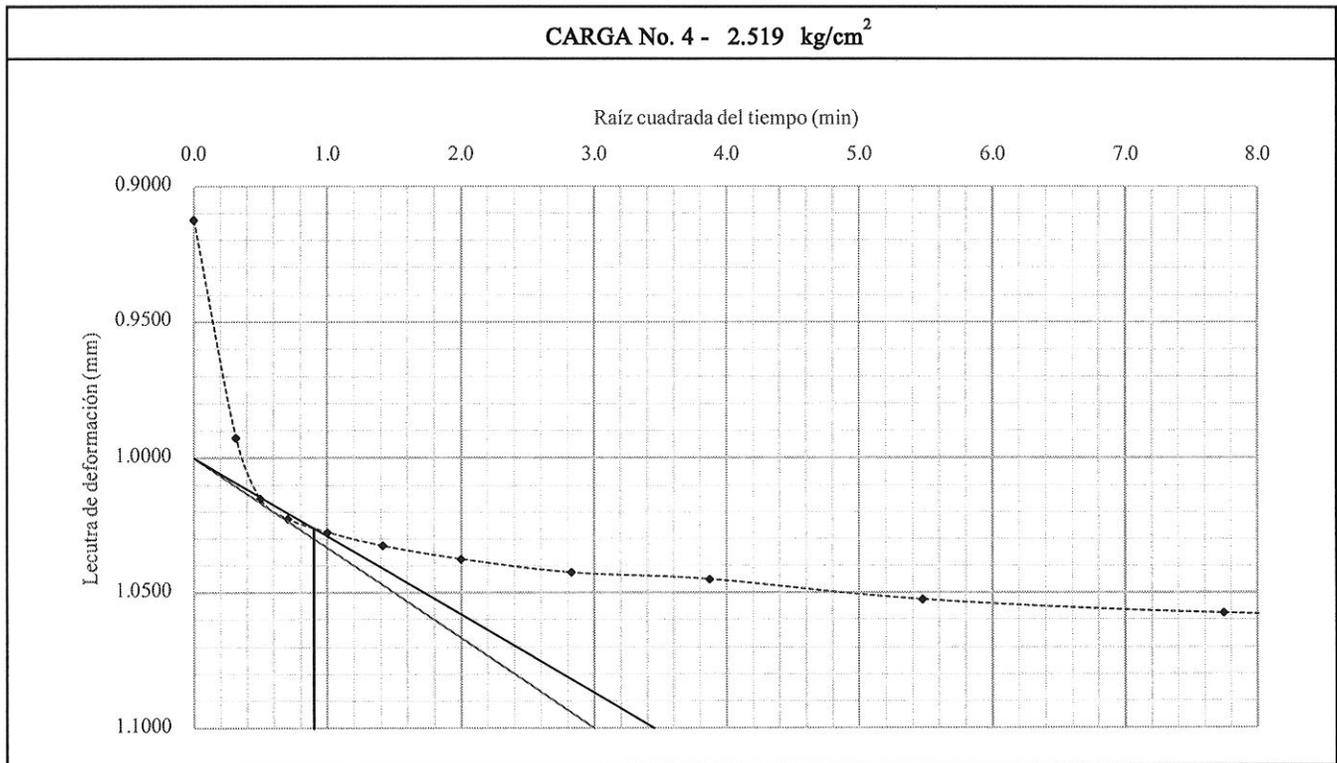
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES
"ING. MARIO ANGEL GUZMÁN URBINA"



ENSAYO DE CONSOLIDACIÓN ASTM D2435
GRÁFICO DEFORMACIÓN - RAÍZ CUADRADA DEL TIEMPO (CARGA No. 4)

Solicita: SUELOS Y MATERIALES, S.A. de C.V.
Proyecto: DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE PASO A DESNIVEL EN INTERSECCIÓN
ENTRE LAS RUTAS CA04S-LIB04W, CARRETERA AL PUERTO DE LA
LIBERTAD, SOBRE EL REDONDEL UTILA, MUNICIPIO DE SANTA TECLA,
LA LIBERTAD
Muestra: 4 - SR-3
Profundidad: 30.00 - 31.05 m
Ensayo No.: 4

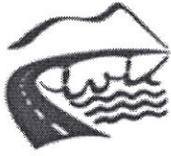
Reporte No.: 75-2021
Hoja No.: 11 / 21
Laboratorista: E. López
Calculó: E. López
Fecha: 22/11/2021
Micrómetro: 0.0025
Consolidómetro: 4



T₉₀ (s): 48.6



Ramón E. López
Ing. Ramón Evelio López
Jefe de Laboratorio



ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES
"ING. MARIO ANGEL GUZMÁN URBINA"



ENSAYO DE CONSOLIDACIÓN ASTM D2435
REGISTRO DE LECTURAS (CARGA No. 5)

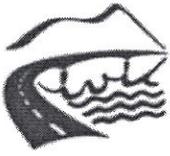
Solicita: SUELOS Y MATERIALES, S.A. de C.V.
 Proyecto: DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE PASO A DESNIVEL EN INTERSECCIÓN
 ENTRE LAS RUTAS CA04S-LIB04W, CARRETERA AL PUERTO DE LA
 LIBERTAD, SOBRE EL REDONDEL UTILA, MUNICIPIO DE SANTA TECLA,
 LA LIBERTAD
 Muestra: 4 - SR-3
 Profundidad: 30.00 - 31.05 m
 Ensayo No.: 4

Reporte No.: 75-2021
 Hoja No.: 12 / 21
 Laborarista: E. López
 Calculó: E. López
 Fecha: 23/11/2021
 Micrómetro: 0.0025
 Consolidómetro: 4

CARGA No. 5 - 5.040 kg/cm ²						
Fecha	Hora	Tiempo transcurrido (min)	T (°C)	Presión (kg/cm ²)	Lectura del micrómetro	Deformación
23 noviembre 2021	08:47 AM	0	23.6	5.040	12.0750	1.0800
"	-	0.1	23.6	"	12.1150	1.1200
"	-	0.25	23.6	"	12.1375	1.1425
"	-	0.5	23.6	"	12.1475	1.1525
"	08:48 AM	1	23.7	"	12.1550	1.1600
"	08:49 AM	2	23.7	"	12.1650	1.1700
"	08:51 AM	4	23.7	"	12.1725	1.1775
"	08:55 AM	8	23.8	"	12.1775	1.1825
"	09:02 AM	15	23.8	"	12.1825	1.1875
"	09:17 AM	30	23.8	"	12.1900	1.1950
"	09:47 AM	60	24.0	"	12.1950	1.2000
"	10:47 AM	120	24.1	"	12.2025	1.2075
"	12:47 PM	240	24.5	"	12.2100	1.2150
"	04:47 PM	480	25.1	"	12.2200	1.2250
24 noviembre 2021	08:36 AM	1429	23.1	"	12.2300	1.2350



Ramón E. López
 Ing. Ramón Evelio López
 Jefe de Laboratorio



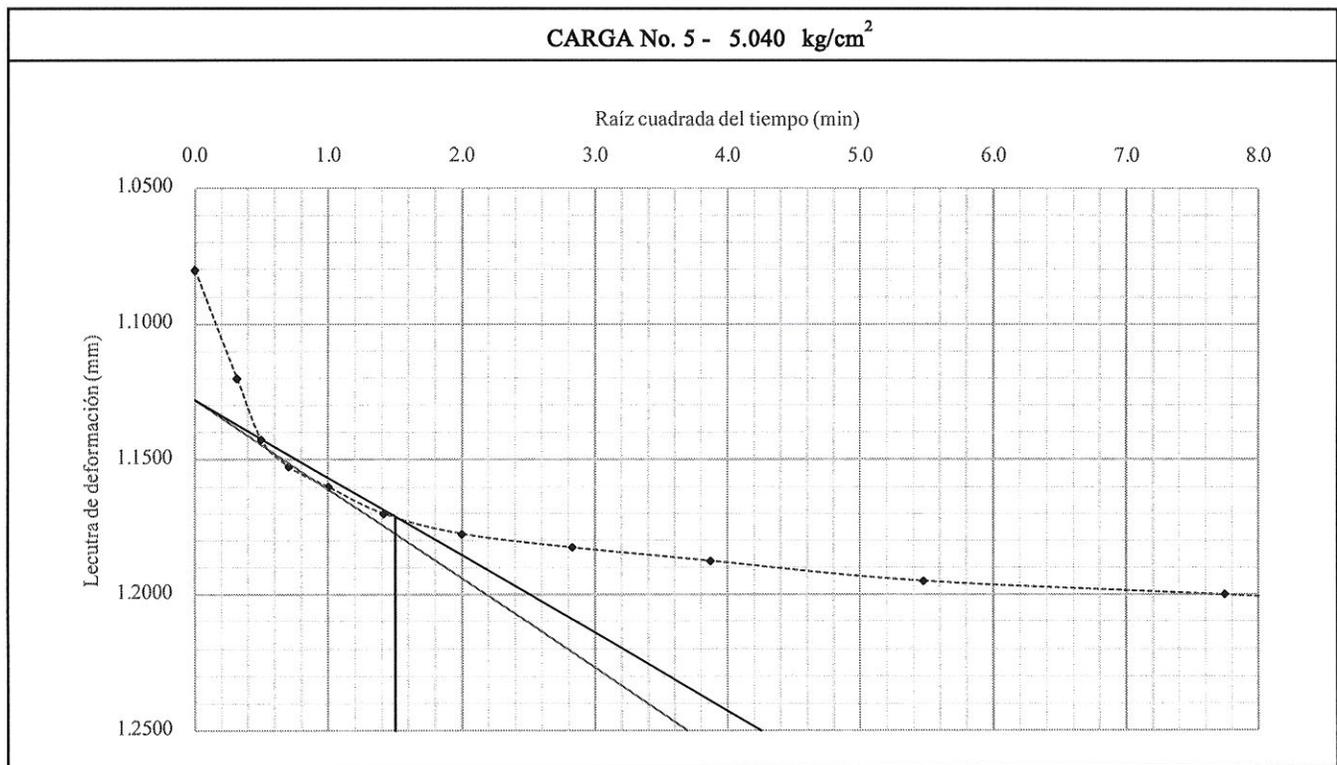
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES
"ING. MARIO ANGEL GUZMÁN URBINA"



ENSAYO DE CONSOLIDACIÓN ASTM D2435
GRÁFICO DEFORMACIÓN - RAÍZ CUADRADA DEL TIEMPO (CARGA No. 5)

Solicita: SUELOS Y MATERIALES, S.A. de C.V.
Proyecto: DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE PASO A DESNIVEL EN INTERSECCIÓN
ENTRE LAS RUTAS CA04S-LIB04W, CARRETERA AL PUERTO DE LA
LIBERTAD, SOBRE EL REDONDEL UTILA, MUNICIPIO DE SANTA TECLA,
LA LIBERTAD
Muestra: 4 - SR-3
Profundidad: 30.00 - 31.05 m
Ensayo No.: 4

Reporte No.: 75-2021
Hoja No.: 13 / 21
Laboratorista: E. López
Calculó: E. López
Fecha: 23/11/2021
Micrómetro: 0.0025
Consolidómetro: 4



T₉₀ (s): 135.0



Ramón E. López
Ing. Ramón Evelio López
Jefe de Laboratorio



ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES
"ING. MARIO ANGEL GUZMÁN URBINA"



ENSAYO DE CONSOLIDACIÓN ASTM D2435
REGISTRO DE LECTURAS (DESCARGA No. 1)

Solicita: SUELOS Y MATERIALES, S.A. de C.V.
Proyecto: DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE PASO A DESNIVEL EN INTERSECCIÓN
ENTRE LAS RUTAS CA04S-LIB04W, CARRETERA AL PUERTO DE LA
LIBERTAD, SOBRE EL REDONDEL UTILA, MUNICIPIO DE SANTA TECLA,
LA LIBERTAD
Muestra: 4 - SR-3
Profundidad: 30.00 - 31.05 m
Ensayo No.: 4

Reporte No.: 75-2021
Hoja No.: 14 / 21
Laboratorista: E. López
Calculó: E. López
Fecha: 24/11/2021
Micrómetro: 0.0025
Consolidómetro: 4

DESCARGA No. 1 - 2.519 kg/cm ²						
Fecha	Hora	Tiempo transcurrido (min)	T (°C)	Presión (kg/cm ²)	Lectura del micrómetro	Deformación
24 noviembre 2021	08:43 AM	0	23.1	2.519	12.2300	1.2350
"	-	0.1	23.1	"	12.1950	1.2000
"	-	0.25	23.1	"	12.1950	1.2000
"	-	0.5	23.1	"	12.1950	1.2000
"	08:44 AM	1	23.1	"	12.1925	1.1975
"	08:45 AM	2	23.1	"	12.1925	1.1975
"	08:47 AM	4	23.1	"	12.1925	1.1975
"	08:51 AM	8	23.1	"	12.1925	1.1975
"	08:58 AM	15	23.1	"	12.1925	1.1975
"	09:13 AM	30	23.1	"	12.1900	1.1950
"	09:43 AM	60	23.2	"	12.1900	1.1950
"	10:43 AM	120	23.5	"	12.1850	1.1900
"	12:43 PM	240	23.5	"	12.1850	1.1900
"	04:43 PM	480	24.8	"	12.1850	1.1900
25 noviembre 2021	08:43 AM	1440	23.0	"	12.1850	1.1900



Ing. Ramón Evelio López
Jefe de Laboratorio



ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES
"ING. MARIO ANGEL GUZMÁN URBINA"

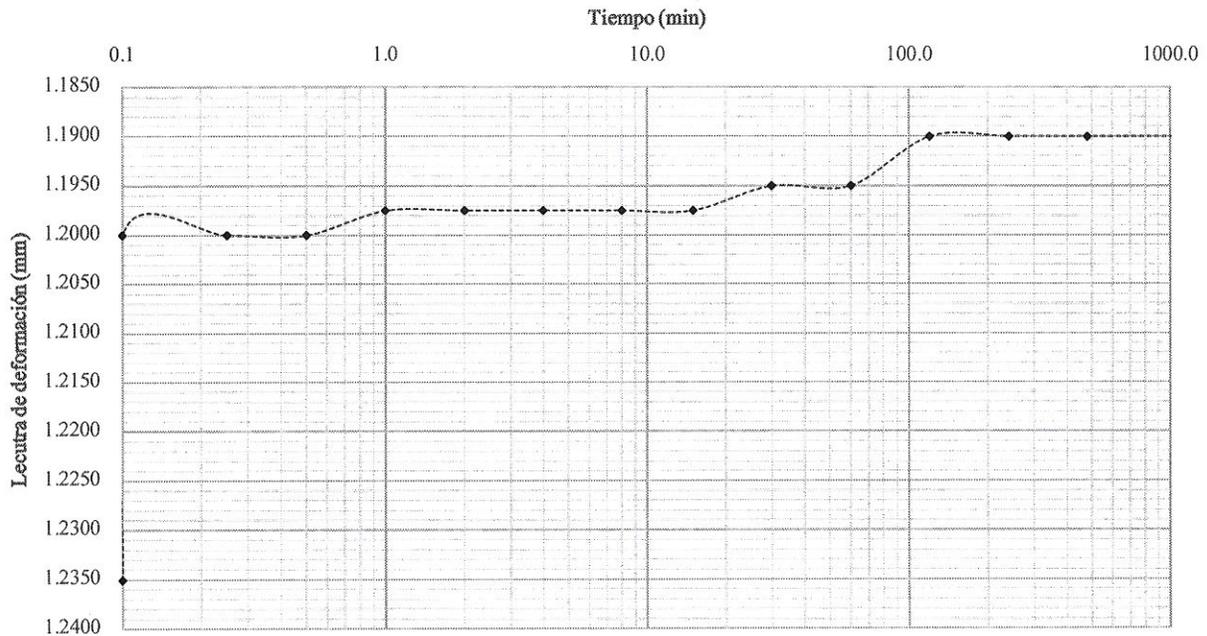


ENSAYO DE CONSOLIDACIÓN ASTM D2435
GRÁFICO DEFORMACIÓN - TIEMPO (DESCARGA No. 1)

Solicita: SUELOS Y MATERIALES, S.A. de C.V.
Proyecto: DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE PASO A DESNIVEL EN INTERSECCIÓN
ENTRE LAS RUTAS CA04S-LIB04W, CARRETERA AL PUERTO DE LA
LIBERTAD, SOBRE EL REDONDEL UTILA, MUNICIPIO DE SANTA TECLA,
LA LIBERTAD
Muestra: 4 - SR-3
Profundidad: 30.00 - 31.05 m
Ensayo No.: 4

Reporte No.: 75-2021
Hoja No.: 15 / 21
Laboralista: E. López
Calculó: E. López
Fecha: 24/11/2021
Micrómetro: 0.0025
Consolidómetro: 4

DESCARGA No. 1 - 2.519 kg/cm²



Ramón E. López
Ing. Ramón Evelio López
Jefe de Laboratorio



ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES
"ING. MARIO ANGEL GUZMÁN URBINA"



ENSAYO DE CONSOLIDACIÓN ASTM D2435
REGISTRO DE LECTURAS (DESCARGA No. 2)

Solicita: SUELOS Y MATERIALES, S.A. de C.V.
 Proyecto: DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE PASO A DESNIVEL EN INTERSECCIÓN
 ENTRE LAS RUTAS CA04S-LIB04W, CARRETERA AL PUERTO DE LA
 LIBERTAD, SOBRE EL REDONDEL UTILA, MUNICIPIO DE SANTA TECLA,
 LA LIBERTAD
 Muestra: 4 - SR-3
 Profundidad: 30.00 - 31.05 m
 Ensayo No.: 4

Reporte No.: 75-2021
 Hoja No.: 16 / 21
 Laboratorista: E. López
 Calculó: E. López
 Fecha: 25/11/2021
 Micrómetro: 0.0025
 Consolidómetro: 4

DESCARGA No. 2 - 1.263 kg/cm ²						
Fecha	Hora	Tiempo transcurrido (min)	T (°C)	Presión (kg/cm ²)	Lectura del micrómetro	Deformación
25 noviembre 2021	09:12 AM	0	23.0	1.263	12.1850	1.1900
"	-	0.1	23.0	"	12.1650	1.1700
"	-	0.25	23.0	"	12.1475	1.1525
"	-	0.5	23.0	"	12.1450	1.1500
"	09:13 AM	1	23.1	"	12.1450	1.1500
"	09:14 AM	2	23.1	"	12.1425	1.1475
"	09:16 AM	4	23.1	"	12.1425	1.1475
"	09:20 AM	8	23.1	"	12.1400	1.1450
"	09:27 AM	15	23.1	"	12.1400	1.1450
"	09:42 AM	30	23.1	"	12.1400	1.1450
"	10:12 AM	60	23.6	"	12.1375	1.1425
"	11:12 AM	120	23.6	"	12.1325	1.1375
"	01:12 PM	240	24.2	"	12.1325	1.1375
"	05:12 PM	480	24.7	"	12.1325	1.1375
26 noviembre 2021	08:40 AM	1408	23.4	"	12.1300	1.1350



Ramón E. López
 Ing. Ramón Evelio López
 Jefe de Laboratorio



ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES
"ING. MARIO ANGEL GUZMÁN URBINA"

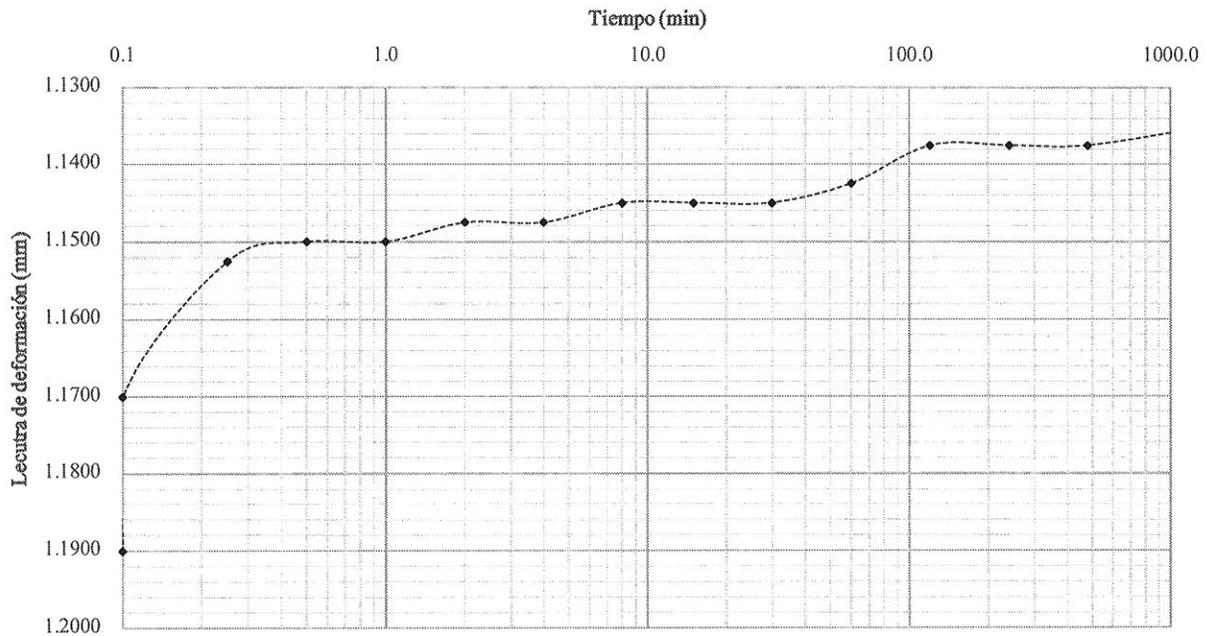


ENSAYO DE CONSOLIDACIÓN ASTM D2435
GRÁFICO DEFORMACIÓN - TIEMPO (DESCARGA No. 2)

Solicita: SUELOS Y MATERIALES, S.A. de C.V.
Proyecto: DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE PASO A DESNIVEL EN INTERSECCIÓN
ENTRE LAS RUTAS CA04S-LIB04W, CARRETERA AL PUERTO DE LA
LIBERTAD, SOBRE EL REDONDEL UTILA, MUNICIPIO DE SANTA TECLA,
LA LIBERTAD
Muestra: 4 - SR-3
Profundidad: 30.00 - 31.05 m
Ensayo No.: 4

Reporte No.: 75-2021
Hoja No.: 17 / 21
Laboratorista: E. López
Calculó: E. López
Fecha: 25/11/2021
Micrómetro: 0.0025
Consolidómetro: 4

DESCARGA No. 2 - 1.263 kg/cm²



Ing. Ramón Evelio López
Jefe de Laboratorio



ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES
"ING. MARIO ANGEL GUZMÁN URBINA"



ENSAYO DE CONSOLIDACIÓN ASTM D2435
REGISTRO DE LECTURAS (DESCARGA No. 3)

Solicita: SUELOS Y MATERIALES, S.A. de C.V.

Proyecto: DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE PASO A DESNIVEL EN INTERSECCIÓN

ENTRE LAS RUTAS CA04S-LIB04W, CARRETERA AL PUERTO DE LA
LIBERTAD, SOBRE EL REDONDEL UTILA, MUNICIPIO DE SANTA TECLA,
LA LIBERTAD

Muestra: 4 - SR-3

Profundidad: 30.00 - 31.05 m

Ensayo No.: 4

Reporte No.: 75-2021

Hoja No.: 18 / 21

Laboratorista: E. López

Calculó: E. López

Fecha: 26/11/2021

Micrómetro: 0.0025

Consolidómetro: 4

DESCARGA No. 3 - 0.000 kg/cm²

Fecha	Hora	Tiempo transcurrido (min)	T (°C)	Presión (kg/cm ²)	Lectura del micrómetro	Deformación
26 noviembre 2021	08:49 AM	0	23.4	0.000	12.1300	1.1350
"	-	0.1	23.4	"	12.0100	1.0150
"	-	0.25	23.4	"	11.4925	0.9975
"	-	0.5	23.4	"	11.4650	0.9700
"	08:50 AM	1	23.4	"	11.4475	0.9525
"	08:51 AM	2	23.4	"	-	-
"	08:53 AM	4	23.4	"	11.4350	0.9400
"	08:57 AM	8	23.4	"	11.4225	0.9275
"	09:04 AM	15	23.5	"	11.4125	0.9175
"	09:19 AM	30	23.6	"	11.4075	0.9125
"	09:49 AM	60	23.9	"	11.4000	0.9050
"	10:49 AM	120	24.0	"	11.3950	0.9000
"	12:49 PM	240	24.5	"	11.3900	0.8950
"	04:49 PM	480	25.0	"	11.3850	0.8900
27 noviembre 2021	02:10 PM	1761	24.7	"	11.3775	0.8825



Ing. Ramón Evelio López
Jefe de Laboratorio



ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES
"ING. MARIO ANGEL GUZMÁN URBINA"



ENSAYO DE CONSOLIDACIÓN ASTM D2435
GRÁFICO DEFORMACIÓN - TIEMPO (DESCARGA No. 3)

Solicita: SUELOS Y MATERIALES, S.A. de C.V.

Proyecto: DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE PASO A DESNIVEL EN INTERSECCIÓN
ENTRE LAS RUTAS CA04S-LIB04W, CARRETERA AL PUERTO DE LA
LIBERTAD, SOBRE EL REDONDEL UTILA, MUNICIPIO DE SANTA TECLA,
LA LIBERTAD

Muestra: 4 - SR-3

Profundidad: 30.00 - 31.05 m

Ensayo No.: 4

Reporte No.: 75-2021

Hoja No.: 19 / 21

Laboratorista: E. López

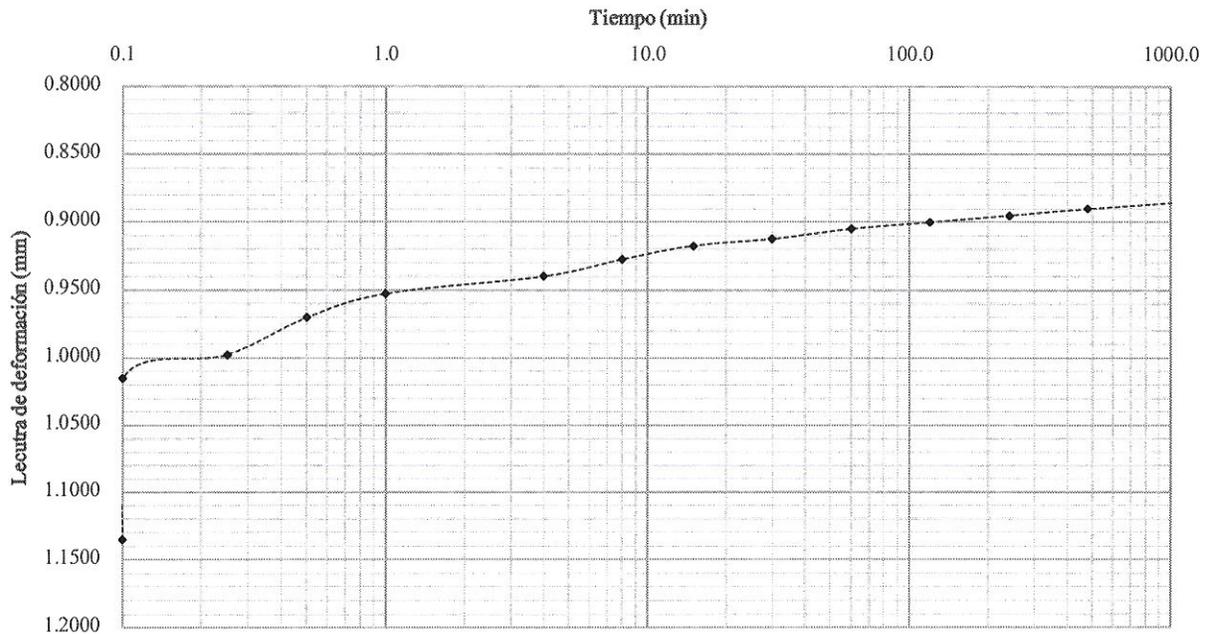
Calculó: E. López

Fecha: 26/11/2021

Micrómetro: 0.0025

Consolidómetro: 4

DESCARGA No. 3 - 0.000 kg/cm²



Ramón E. López
Ing. Ramón Evelio López
Jefe de Laboratorio



ESCUELA DE INGENIERIA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES
"ING. MARIO ANGEL GUZMÁN URBINA"



ENSAYO DE CONSOLIDACIÓN ASTM D2435
REGISTRO DE CONSOLIDACIÓN

Solicita: SUELOS Y MATERIALES, S.A. de C.V.
Proyecto: DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE PASO A DESNIVEL EN INTERSECCIÓN ENTRE LAS RUTAS CA04S-LIB04W, CARRETERA AL
PUERTO DE LA LIBERTAD, SOBRE EL REDONDEL UTILA, MUNICIPIO DE SANTA TECLA, LA LIBERTAD
Muestra: 4 - SR-3
Profundidad: 30.00 - 31.05 m
Ensayo No.: 4

Reporte No.:
Hoja No.: 20 / 21
Laboratorista: E. López
Calculó: E. López
Fecha: 26/11/2021
Micrómetro: 0.0025
Consolidómetro: 4

Altura del anillo (mm): 19.40
Masa de los sólidos (g): 69.40

Área de la muestra: 31.77 cm²
Gravedad específica: 2.63

Altura de los sólidos (mm): 8.306
Altura inicial (mm): 19.4225

T (°C)	γ_w g/cm ³	Presión kg/cm ³	Def. δ mm	2H mm	2H - 2H ₀ mm	e = (2H - 2H ₀) / 2H ₀	H cm	Hm ² cm ²	T ₉₀ (seg)	Av cm ²	Cv cm ² /seg	Km cm ² /seg	Km 20° C	e _m	Pm cm ² /seg
0	0	0.000	0.0000	19.4000	8.3061	1.336									
							1.9411	3.76797						1.337	0.000
24.9	0.99708	0.000	-0.0225	19.4225	11.1164	1.338									
							1.9043	3.62617	85	0.28924	0.0362	4.55E-06	4.04E-06	1.293	0.158
24.6	0.99715	0.316	0.7600	18.6625	10.3564	1.247									
							1.8625	3.46891	43.4	0.02854	0.0678	8.60E-07	7.63E-07	1.242	0.475
24.7	0.99713	0.633	0.0750	18.5875	10.2814	1.238									
							1.8549	3.44056	48.6	0.01481	0.0600	3.97E-07	3.52E-07	1.233	0.948
24.5	0.99718	1.263	0.0775	18.5100	10.2039	1.228									
							1.8426	3.39527	48.6	0.01605	0.0592	4.27E-07	3.79E-07	1.218	1.891
24.5	0.99718	2.519	0.1675	18.3425	10.0364	1.208									
							1.8265	3.3361	135	0.0074	0.0210	7.04E-08	6.24E-08	1.199	3.779
23.9	0.99733	5.040	0.1550	18.1875	9.8814	1.190									
23.3	0.99747	2.519	0.0450	18.2325	9.9264	1.195									
23.3	0.99747	1.263	0.0550	18.2875	9.9814	1.202									
23.7	0.99737	0.000	0.2525	18.5400	10.2339	1.232									

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES
"Ing. Mario Angel Guzmán Urbina"
Escuela de INGENIERIA CIVIL

Ing. Ramón Evelio López
Jefe de Laboratorio



ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES
"ING. MARIO ANGEL GUZMÁN URBINA"



ENSAYO DE CONSOLIDACIÓN ASTM D2435
GRÁFICO PRESIÓN - RELACIÓN DE VACÍOS

Solicita: SUELOS Y MATERIALES, S.A. de C.V.

Proyecto: DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE PASO A DESNIVEL EN INTERSECCIÓN
ENTRE LAS RUTAS CA04S-LIB04W, CARRETERA AL PUERTO DE LA
LIBERTAD, SOBRE EL REDONDEL UTILA, MUNICIPIO DE SANTA TECLA,
LA LIBERTAD

Muestra: 4 - SR-3

Profundidad: 30.00 - 31.05 m

Ensayo No.: 4

Reporte No.: 75-2021

Hoja No.: 21 / 21

Laboratorista: E. López

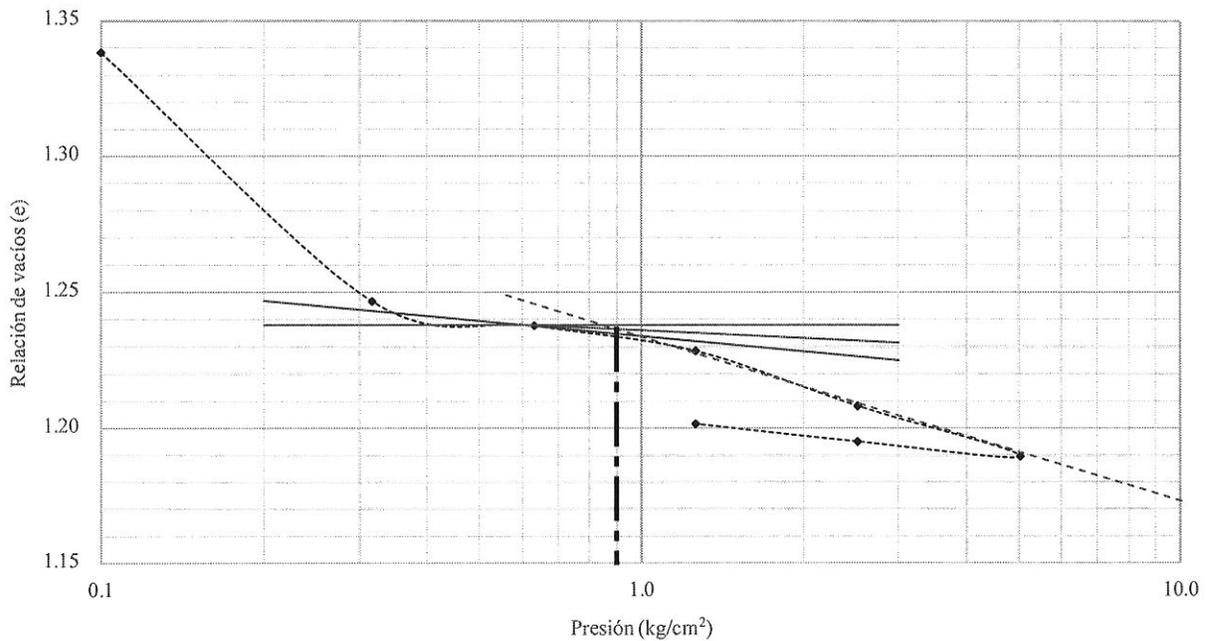
Calculó: E. López

Fecha: 26/11/2021

Micrómetro: 0.0025

Consolidómetro: 4

GRÁFICO PRESIÓN - RELACIÓN DE VACÍOS



Carga de preconsolidación (P_c): 0.90 kg/cm²



Ramón E. López
Ing. Ramón Evelio López
Jefe de Laboratorio

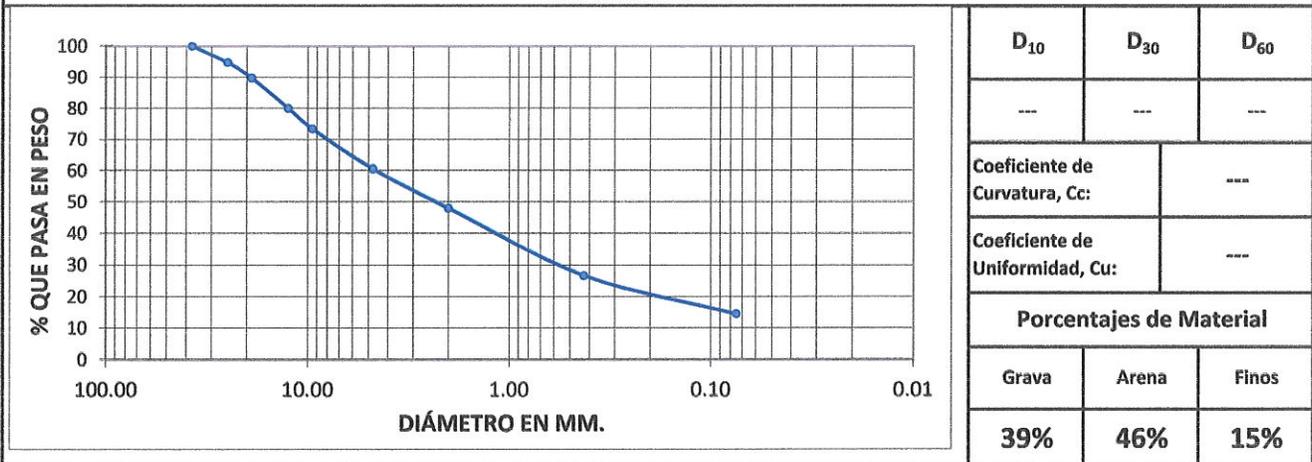
PCA No. 1

SUELOS Y MATERIALES, S.A. DE C.V.
San Salvador, El Salvador, C.A.

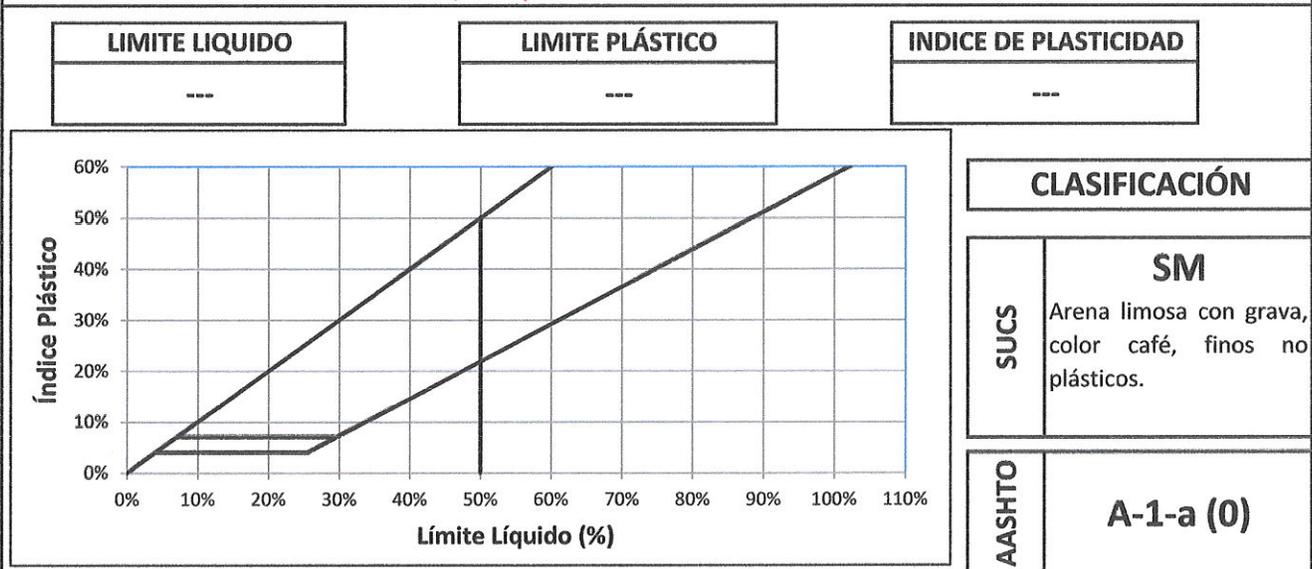
CLASIFICACIÓN DE SUELOS AASHTO M 145 (ASTM D 2487)

Proyecto: "DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE PASO A DESNIVEL EN INTERSECCIÓN ENTRE LAS RUTAS CA04S - LIB04W, CARRETERA AL PUERTO DE LA LIBERTAD, SOBRE REDONDEL UTILA, MUNICIPIO DE SANTA TECLA, LA LIBERTAD".			
Solicitante: GRUPO ECON, S.A. DE C.V.		Estación: 0+038	
Muestra No.: 1	Procedencia del Material: PCA No. 1	Lateral: DERECHO	
	Profundidad: 0.145 - 0.390 m		
Fecha de Ensayo: 9-mar-22	Fecha de Muestreo: 21-feb-22	Laboratorista: C. TORRES	Revisó: N.E.C.R.

GRANULOMETRIA



LÍMITE LÍQUIDO, LÍMITE PLÁSTICO E ÍNDICE PLÁSTICO



Ing. Néstor Enrique Cárcamo Reyes
Coordinador de Laboratorio de Suelos y Materiales

SUELOS Y MATERIALES, S.A. DE C.V.
San Salvador, El Salvador, C.A.

No. de Informe: IRE22-CC-124

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO AASHTO T 27 (ASTM C 136)					
Proyecto: "DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE PASO A DESNIVEL EN INTERSECCIÓN ENTRE LAS RUTAS CA04S - LIB04W, CARRETERA AL PUERTO DE LA LIBERTAD, SOBRE REDONDEL UTILA, MUNICIPIO DE SANTA TECLA, LA LIBERTAD".					
Solicitante: GRUPO ECON, S.A. DE C.V.				Estación: 0+038	
Muestra No.: 1	Procedencia del Material: PCA No. 1			Lateral: DERECHO	
	Profundidad: 0.145 - 0.390 m				
Fecha de Ensayo: 4-mar-22	Fecha de Muestreo: 21-feb-22	Laboratorista: C. TORRES		Revisó: N.E.C.R.	

Peso Bruto (grs): 12,848.0 Tara (grs): 375.0 Peso Neto (grs): 12,473.0

MATERIAL GRUESO

PSC (grs): 12,473.0

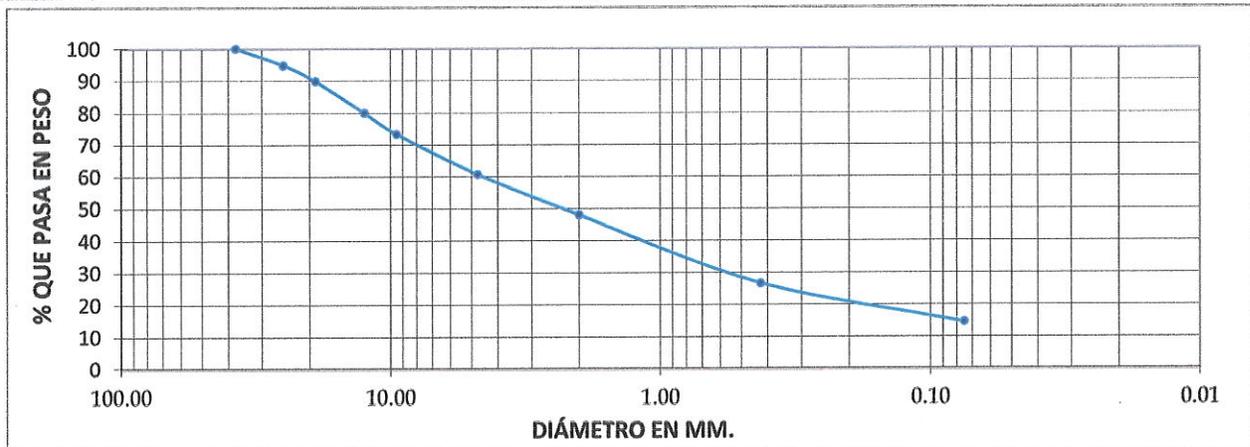
Malla	Peso Retenido Parcial (grs)	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% Que Pasa la Malla	Observaciones
2½"					Contenido de Humedad
2"					PH + Tara (grs): 777.1
1½"	0.0	0.0	0.0	100.0	PS + Tara (grs): 714.0
1"	643.0	5.2	5.2	94.8	Humedad grs): 63.1
¾"	629.0	5.0	10.2	89.8	PS Neto (grs): 595.8
½"	1226.0	9.8	20.0	80.0	Peso Tara (grs): 118.2
3/8"	825.0	6.6	26.6	73.4	Humedad (%): 10.6
No. 4	1596.0	12.8	39.4	60.6	
Pasa No. 4	7554.0	60.6	100.0		
SUMAS	12473.0	100.0			

MATERIAL TAMIZADO POR MALLA No.4

Peso Neto (grs): 845.0

PSC (grs): 845.0

Malla	Peso Retenido Parcial (grs)	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% Que Pasa la Malla	Observaciones
No. 10	176.2	12.6	52.0	48.0	GRAVA 39%
No. 40	297.0	21.3	73.3	26.7	ARENA 46%
No. 200	168.8	12.1	85.4	14.6	FINOS 15%
Pasa No. 200	203.0	14.6	100.0	0.0	
SUMAS	845.0	100.0			



Ing. Néstor Enrique Cárcamo Reyes
 Coordinador de Laboratorio de Suelos y Materiales

SUELOS Y MATERIALES, S.A. DE C.V.
 San Salvador, El Salvador, C.A.

Código: REG P7.08-01

Edición: 01.01

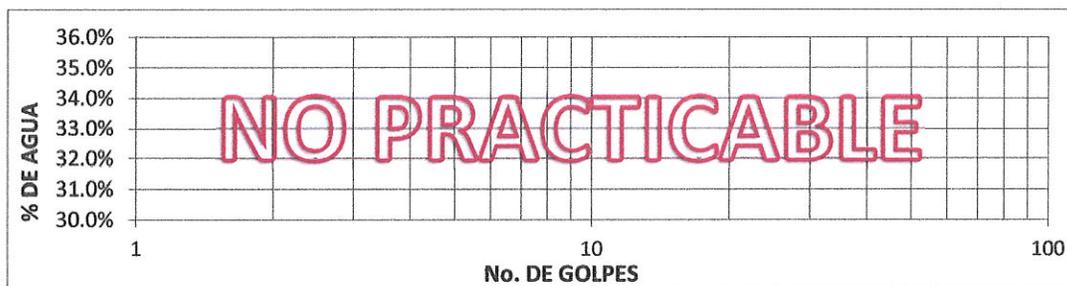
No. de Informe: IRE22-CC-124

INFORME DE RESULTADOS DE LIMITES DE ATTERBERG ASTM D 4318-17			
Proyecto:* "DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE PASO A DESNIVEL EN INTERSECCIÓN ENTRE LAS RUTAS CA04S - LIB04W, CARRETERA AL PUERTO DE LA LIBERTAD, SOBRE REDONDEL UTILA, MUNICIPIO DE SANTA TECLA, LA LIBERTAD".			
Solicitante:* GRUPO ECON, S.A. DE C.V.			
Ubicación:* DEPARTAMENTO DE LA LIBERTAD.			
Procedencia del Material:* PCA No. 1		Estación: 0+038	
Muestra No. : 1	Profundidad:* 0.145 - 0.390 m	Lateral. DERECHO	
Fecha de Ensayo: 8-mar-22	Laboratorista: C. TORRES	Revisó: N.E.C.R.	
Grano máximo Aproximado: 19.00 mm	Porcentaje Retenido en la malla No 40 (Aprox.): 73.3%	Contenido de agua de muestra como es recibida (%): 10.6%	
Método de Preparación de la muestra:	<input type="checkbox"/> Húmedo <input type="checkbox"/> Secado al horno <input checked="" type="checkbox"/> Secado al aire	Método utilizado para remover las partículas mayores a la malla No.40:	<input type="checkbox"/> Con la mano <input checked="" type="checkbox"/> Tamizado (seco) <input type="checkbox"/> Lavado
Realización <input checked="" type="checkbox"/> Manual Lim. Plas.: <input type="checkbox"/> Dispositivo de rolado	Dispositivo para Lim. Liq.: <input checked="" type="checkbox"/> Manual <input type="checkbox"/> Mecánico	Herramienta de Ranurado: <input checked="" type="checkbox"/> Metálica <input type="checkbox"/> Plástica	

	LIMITE LIQUIDO	LIMITE PLASTICO
Prueba No.		
No. de Golpes		
Cápsula No.		
Peso Húmedo + Tara, g		
Peso Seco + Tara, g	NO PRACTICABLE	NO PRACTICABLE
Peso Agua, g		
Peso Tara, g		
Peso Seco, g		
Contenido de Agua %		

(*) Información proporcionada por el solicitante

Los resultados corresponden al material proporcionado por el solicitante.



LIMITE LIQUIDO	----
LIMITE PLÁSTICO	----
ÍNDICE DE PLASTICIDAD	----

Ing. Néstor Enrique Cárcamo Reyes
Coordinador de Laboratorio de Suelos y Materiales
Fecha de Emisión: 09/03/2022

SUELOS Y MATERIALES, S.A. DE C.V.
San Salvador, El Salvador, C.A.

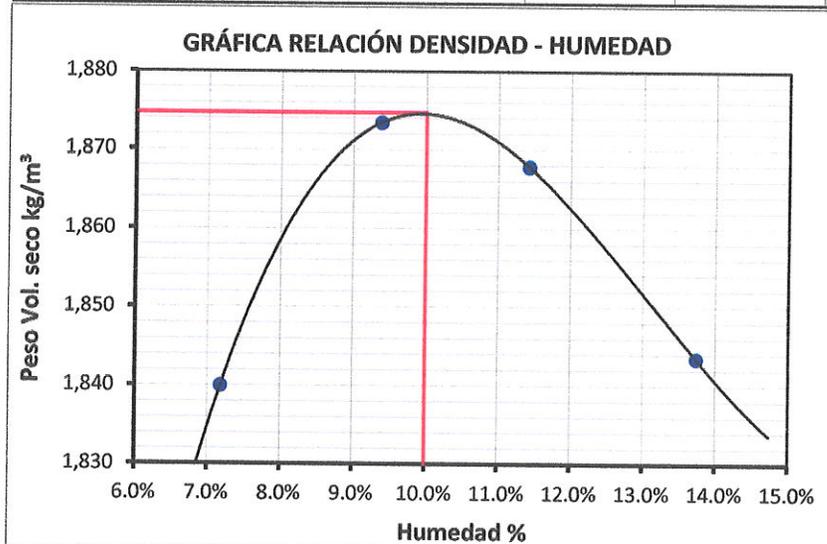
3 de 8

Prohibida la reproducción total o parcial de este documento sin la autorización de Suelos y Materiales, S.A. de C.V.

No. de Informe: IRE22-CC-124

RELACIÓN DENSIDAD - HUMEDAD (PROCTOR) AASHTO T 99				
Proyecto: "DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE PASO A DESNIVEL EN INTERSECCIÓN ENTRE LAS RUTAS CA04S - LIB04W, CARRETERA AL PUERTO DE LA LIBERTAD, SOBRE REDONDEL UTILA, MUNICIPIO DE SANTA TECLA, LA LIBERTAD".				
Solicitante: GRUPO ECON, S.A. DE C.V.			Estación: 0+038	
Muestra No.: 1	Procedencia del Material: PCA No. 1		Lateral: DERECHO	
	Profundidad: 0.145 - 0.390 m			
Fecha de Ensayo: 8-mar-22	Fecha de Muestreo: 21-feb-22	Laboratorista: C. TORRES	Revisó: N.E.C.R.	
NORMA T-180 MÉTODO D MOLDE 6" MARTILLO 10.0 Lbs. No CAPAS 5 GOLPE POR CAPA 56				

% Humedad de prueba		0%	2%	4%	6%
Peso muestra húmeda + molde	(gr)	10654	10817	10885	10918
Peso molde	(gr)	6475	6475	6475	6475
Peso muestra húmeda	(gr)	4179	4342	4410	4443
Capacidad molde	(dm ³)	2.119	2.119	2.119	2.119
Peso volumétrico húmedo P.V.H.	(Kg/m ³)	1,972	2,049	2,081	2,097
Peso volumétrico seco P.V.S.	(Kg/m ³)	1,840	1,873	1,868	1,843
Peso húmedo + recipiente	(gr)	517.0	682.4	652.4	576.0
Peso seco + recipiente	(gr)	491.8	636.9	601.4	520.7
Peso de agua	(gr)	25.2	45.5	51.0	55.3
Tara	(gr)	141.0	151.8	155.0	118.2
Peso seco	(gr)	350.8	485.1	446.4	402.5
% Humedad		7.2%	9.4%	11.4%	13.7%



HUMEDAD ÓPTIMA	10.0%
P.V. SECO MÁXIMO	1875 Kg/m ³
P.V. HÚMEDO	2063 Kg/m ³

GRAVEDAD ESPECÍFICA	---
% RETENIDO MALLA 3/4"	---
P.V.S. MÁX. CORREGIDO	---
P.V. HÚMEDO MÁX.	---
HUMEDAD CORREGIDA	---

CLASIFICACIÓN	
AASHTO	A-1-a (0)
SUCS	SM

Ing. Néstor Enrique Cárcamo Reyes
Coordinador de Laboratorio de Suelos y Materiales

SUELOS Y MATERIALES, S.A. DE C.V.
San Salvador, El Salvador, C.A.

RELACIÓN DE SOPORTE DEL SUELO EN EL LABORATORIO (CBR) AASHTO T 193 (ASTM D1883)					
Proyecto: "DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE PASO A DESNIVEL EN INTERSECCIÓN ENTRE LAS RUTAS CA04S - LIB04W, CARRETERA AL PUERTO DE LA LIBERTAD, SOBRE REDONDEL UTILA, MUNICIPIO DE SANTA TECLA, LA LIBERTAD".					
Solicitante: GRUPO ECON, S.A. DE C.V.				Estación: 0+038	
Muestra No.: 1		Procedencia del Material: PCA No. 1 Profundidad: 0.145 - 0.390 m		Lateral: DERECHO	
Fecha de Ensayo: 11-mar-22		Fecha de Muestreo: 21-feb-22		Laboratorista: C. TORRES	Revisó: N.E.C.R.

CLASIFICACIÓN SUCS Y AASHTO DE LA MUESTRA

Porcentajes de Material	Grava:	39%	Límites de Atterberg	LL:	---	SUCS	SM Arena limosa con grava, color café, finos no plásticos.	AASHTO	A-1-a (0)
	Arena:	46%		LP:	---				
	Finos:	15%		IP:	---				

COMPACTACIÓN

Masa Espécimen (g):	6,000.00	Agua Agregada (ml):	180.00	
Molde No.	11	60	66	
Número de Golpes por Capa	56	25	10	
Masa del Suelo Húmedo + Molde (g)	12,340.0	12,131.0	11,030.0	
Masa del Molde (g)	8,140.0	8,170.0	7,245.0	
Volumen Molde (cm ³):	2,110.0	2,087.0	2,111.0	
Masa del Suelo Húmedo (g)	4,200.0	3,961.0	3,785.0	
Contenido de Agua (%)	10.1%	10.1%	10.0%	
Peso Volumétrico Húmedo (kg/m ³)	1,990.5	1,897.9	1,793.0	
Peso Volumétrico Seco (kg/m ³)	1,809	1,724	1,630	

HUMEDADES DE COMPACTACIÓN

Molde No.	11		60		66	
Tara No.	---	---	---	---	---	---
Peso Húmedo + Tara (g)	628.5	520.0	758.0	480.0	693.2	485.0
Peso Seco + Tara (g)	584.1	484.2	701.8	447.9	640.0	454.7
Peso del Agua (g)	44.4	35.8	56.2	32.1	53.2	30.3
Peso de Tara (g)	151.8	121.0	150.4	125.9	118.2	146.0
Peso Seco (g)	432.3	363.2	551.4	322.0	521.8	308.7
Cont. de Humedad (%)	10.3%	9.9%	10.2%	10.0%	10.2%	9.8%
Humedad Promedio (%)	10.1%		10.1%		10.0%	

SUELOS Y MATERIALES, S.A. DE C.V.
San Salvador, El Salvador, C.A.

RELACIÓN DE SOPORTE DEL SUELO EN EL LABORATORIO (CBR) AASHTO T 193 (ASTM D1883)				
Proyecto: "DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE PASO A DESNIVEL EN INTERSECCIÓN ENTRE LAS RUTAS CA04S - LIB04W, CARRETERA AL PUERTO DE LA LIBERTAD, SOBRE REDONDEL UTILA, MUNICIPIO DE SANTA TECLA, LA LIBERTAD".				
Solicitante: GRUPO ECON, S.A. DE C.V.			Estación: 0+038	
Muestra No.: 1	Procedencia del Material: PCA No. 1 Profundidad: 0.145 - 0.390 m		Lateral: DERECHO	
Fecha de Ensayo: 11-mar-22	Fecha de Muestreo: 21-feb-22	Laboratorista: C. TORRES	Revisó: N.E.C.R.	

HUMEDADES DE SATURACIÓN

Molde No.	11	60	66
Tara No.	---	---	---
Peso Húmedo + Tara (g)	444.0	402.7	458.9
Peso Seco + Tara (g)	406.7	368.4	414.5
Peso del Agua (g)	37.3	34.3	44.4
Peso de Tara (g)	122.6	121.6	118.2
Peso Seco (g)	284.1	246.8	296.3
Humedad Promedio (%)	13.1%	13.9%	15.0%

Molde No.	11	60	66
Masa del Suelo Húmedo + Molde (g) [ANTES DE LA PENETRACIÓN / SATURADO]	12,512.0	12,330.0	11,242.0
Masa del Suelo Húmedo (g) [ANTES DE LA PENETRACIÓN / SATURADO]	4,372.0	4,160.0	3,997.0
Peso Volumétrico Húmedo (kg/m ³) [ANTES DE LA PENETRACIÓN / SATURADO]	2,072.0	1,993.3	1,893.4
Peso Volumétrico Seco (kg/m ³) [ANTES DE LA PENETRACIÓN / SATURADO]	1,832	1,750	1,647

ABUNDAMIENTO

Fecha de Medición	Molde No. 11	Molde No. 60	Molde No. 66
	Cambio en Longitud (0.001")	Cambio en Longitud (0.001")	Cambio en Longitud (0.001")
08/mar/2022	0	0	0
09/mar/2022	0	0	1
10/mar/2022	0	0	2
11/mar/2022	0	0	2
Porcentaje de Abundamiento	0.00%	0.00%	0.04%

SUELOS Y MATERIALES, S.A. DE C.V.
San Salvador, El Salvador, C.A.

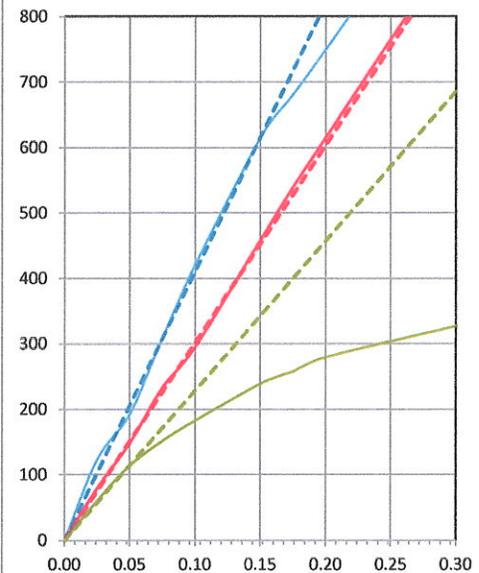
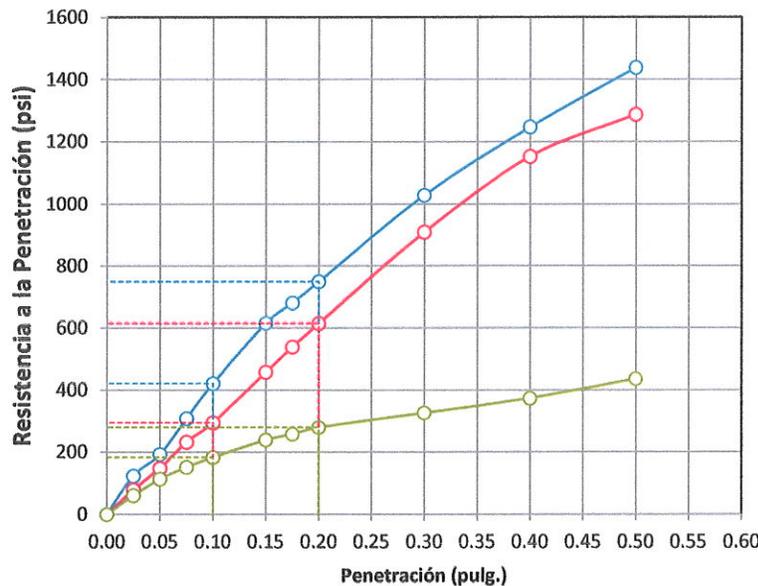
**RELACIÓN DE SOPORTE DEL SUELO EN EL LABORATORIO (CBR)
AASHTO T 193 (ASTM D1883)**

Proyecto: "DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE PASO A DESNIVEL EN INTERSECCIÓN ENTRE LAS RUTAS CA04S - LIB04W, CARRETERA AL PUERTO DE LA LIBERTAD, SOBRE REDONDEL UTILA, MUNICIPIO DE SANTA TECLA, LA LIBERTAD".					
Solicitante: GRUPO ECON, S.A. DE C.V.			Estación: 0+038		
Muestra No.: 1	Procedencia del Material: PCA No. 1		Lateral: DERECHO		
	Profundidad: 0.145 - 0.390 m				
Fecha de Ensayo: 11-mar-22	Fecha de Muestreo: 21-feb-22	Laboratorista: C. TORRES	Revisó: N.E.C.R.		

PENETRACIÓN

Peso Sobrecarga (lb): 10.00	K_{Anillo} (lb / 0.0001"): 9.3902X+41.0841	Área del Pistón (Pulg²): 3.00
------------------------------------	---	---

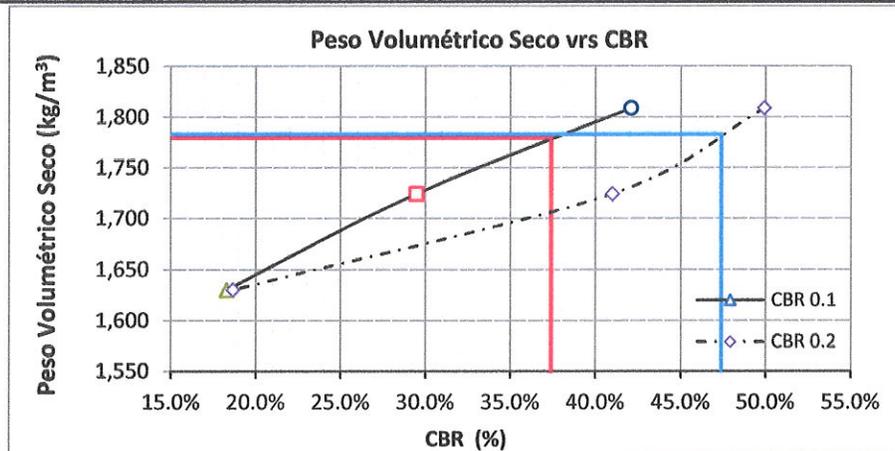
Penetración (Pulgadas)	Molde No. 11		Molde No. 60		Molde No. 66	
	Lectura del Anillo	Resistencia a la Penetración (psi)	Lectura del Anillo	Resistencia a la Penetración (psi)	Lectura del Anillo	Resistencia a la Penetración (psi)
0.000	0	0.00	0	0.00	0	0.00
0.025	35	123.25	21	79.43	15	60.65
0.050	57	192.11	43	148.29	32	113.86
0.075	94	307.92	70	232.80	44	151.42
0.100	130	420.60	90	295.40	54	182.72
0.150	192	614.67	142	458.16	72	239.06
0.175	213	680.40	168	539.55	78	257.84
0.200	235	749.26	192	614.67	85	279.75
0.300	324	1027.84	286	908.89	100	326.70
0.400	394	1246.94	364	1153.04	115	373.65
0.500	455	1437.88	407	1287.63	135	436.25



RELACIÓN DE SOPORTE DEL SUELO EN EL LABORATORIO (CBR) AASHTO T 193 (ASTM D1883)				
Proyecto: "DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE PASO A DESNIVEL EN INTERSECCIÓN ENTRE LAS RUTAS CA04S - LIB04W, CARRETERA AL PUERTO DE LA LIBERTAD, SOBRE REDONDEL UTILA, MUNICIPIO DE SANTA TECLA, LA LIBERTAD".				
Solicitante: GRUPO ECON, S.A. DE C.V.			Estación: 0+038	
Muestra No.: 1	Procedencia del Material: PCA No. 1 Profundidad: 0.145 - 0.390 m		Lateral: DERECHO	
Fecha de Ensayo: 11-mar-22	Fecha de Muestreo: 21-feb-22	Laboratorista: C. TORRES	Revisó: N.E.C.R.	

DETERMINACIÓN DEL CBR			
Molde No.	11	60	66
Número de Golpes	56	25	10
Abscisa Original (pulg.)	0.100	0.100	0.100
Abscisa Corregida (pulg.)	0.100	0.100	0.100
Ordenada (psi)	421.0	295.0	183.0
CBR (Penetración 0.10 pulg.)	42.1%	29.5%	18.3%
Abscisa Original (pulg.)	0.200	0.200	0.200
Abscisa Corregida (pulg.)	0.200	0.200	0.200
Ordenada (psi)	749.0	615.0	280.0
CBR (Penetración 0.20 pulg.)	49.9%	41.0%	18.7%
CBR (%)	42.1%	29.5%	18.3%

RELACIÓN DENSIDAD SECA - HUMEDAD (PROCTOR)			
Tipo de Proctor: [AASHTO T-180]	Densidad Seca Máxima: 1,875 kg/m ³	Humedad Óptima: 10.00%	



CBR (0.1") DE DISEÑO AL 95% = 37.0%

CBR (0.2") DE DISEÑO AL 95% = 47.0%

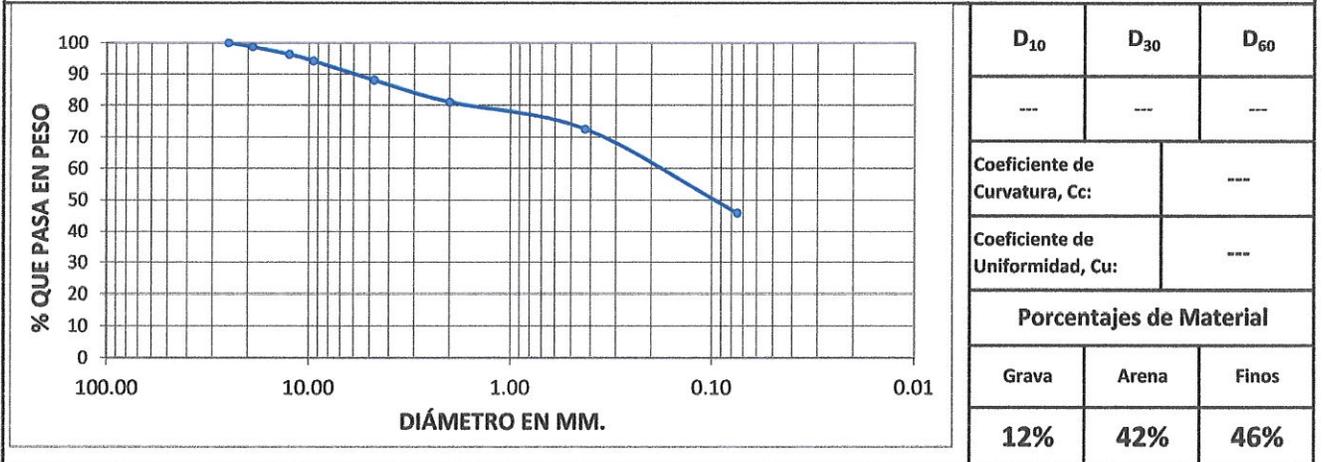
Ing. Néstor Enrique Cárcamo Reyes
Coordinador de Laboratorio de Suelos y Materiales

SUELOS Y MATERIALES, S.A. DE C.V.
San Salvador, El Salvador, C.A.

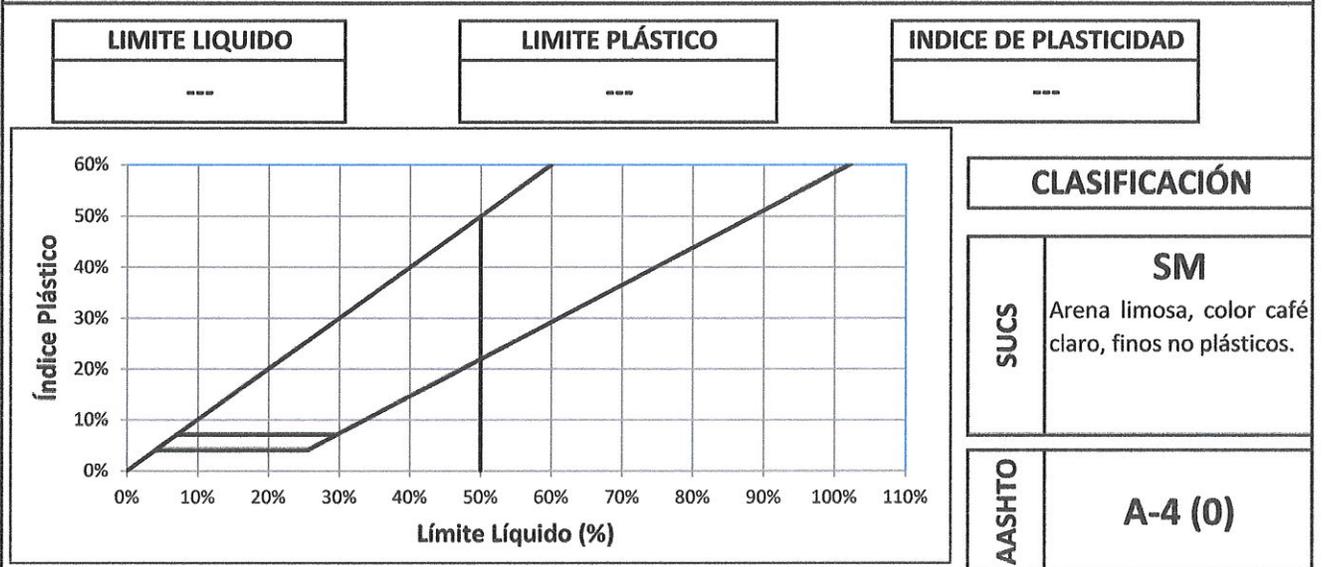
CLASIFICACIÓN DE SUELOS AASHTO M 145 (ASTM D 2487)

Proyecto: "DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE PASO A DESNIVEL EN INTERSECCIÓN ENTRE LAS RUTAS CA04S - LIB04W, CARRETERA AL PUERTO DE LA LIBERTAD, SOBRE REDONDEL UTILA, MUNICIPIO DE SANTA TECLA, LA LIBERTAD".					
Solicitante: GRUPO ECON, S.A. DE C.V.			Estación: 0+038		
Muestra No.: 2		Procedencia del Material: PCA No. 1		Lateral: DERECHO	
Profundidad: 0.390 - 0.695 m					
Fecha de Ensayo: 8-mar-22		Fecha de Muestreo: 21-feb-22		Laboratorista: C. TORRES	Revisó: N.E.C.R.

GRANULOMETRIA



LÍMITE LÍQUIDO, LÍMITE PLÁSTICO E ÍNDICE PLÁSTICO



Ing. Néstor Enrique Cárcamo Reyes
Coordinador de Laboratorio de Suelos y Materiales

SUELOS Y MATERIALES, S.A. DE C.V.
San Salvador, El Salvador, C.A.

No. de Informe: IRE22-CC-124

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO AASHTO T 27 (ASTM C 136)					
Proyecto: "DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE PASO A DESNIVEL EN INTERSECCIÓN ENTRE LAS RUTAS CA04S - LIB04W, CARRETERA AL PUERTO DE LA LIBERTAD, SOBRE REDONDEL UTILA, MUNICIPIO DE SANTA TECLA, LA LIBERTAD".					
Solicitante: GRUPO ECON, S.A. DE C.V.				Estación: 0+038	
Muestra No.: 2	Procedencia del Material: PCA No. 1 Profundidad: 0.390 - 0.695 m			Lateral: DERECHO	
Fecha de Ensayo: 4-mar-22	Fecha de Muestreo: 21-feb-22		Laboratorista: C. TORRES	Revisó: N.E.C.R.	

Peso Bruto (grs): 7,442.0 Tara (grs): 860.0 Peso Neto (grs): 6,582.0

MATERIAL GRUESO

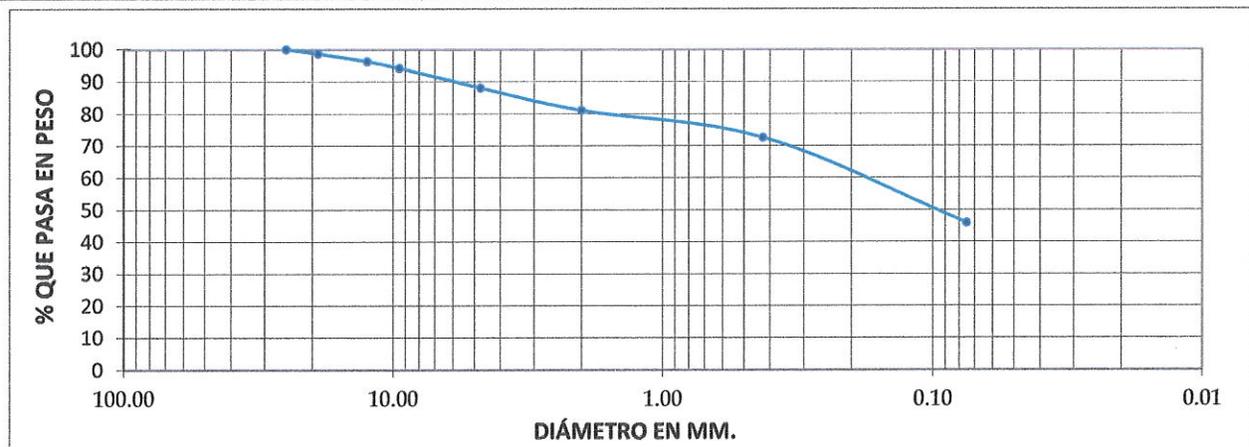
PSC (grs): 6,582.0

Malla	Peso Retenido Parcial (grs)	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% Que Pasa la Malla	Observaciones
2½"					Contenido de Humedad PH + Tara (grs): 670.5 PS + Tara (grs): 571.5 Humedad grs): 99.0 PS Neto (grs): 449.5 Peso Tara (grs): 122.0 Humedad (%): 22.0
2"					
1½"					
1"	0.0	0.0	0.0	100.0	
¾"	87.0	1.3	1.3	98.7	
½"	157.0	2.4	3.7	96.3	
3/8"	137.0	2.1	5.8	94.2	
No. 4	404.0	6.1	11.9	88.1	
Pasa No. 4	5797.0	88.1	100.0		
SUMAS	6582.0	100.0			

MATERIAL TAMIZADO POR MALLA No.4

Peso Neto (grs): 623.4 PSC (grs): 623.4

Malla	Peso Retenido Parcial (grs)	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% Que Pasa la Malla	Observaciones
No. 10	49.5	7.0	18.9	81.1	GRAVA 12%
No. 40	60.3	8.5	27.4	72.6	ARENA 42%
No. 200	188.9	26.7	54.1	45.9	FINOS 46%
Pasa No. 200	324.7	45.9	100.0	0.0	
SUMAS	623.4	100.0			



Ing. Néstor Enrique Carcamo Reyes
 Coordinador de Laboratorio de Suelos y Materiales

SUELOS Y MATERIALES, S.A. DE C.V.
 San Salvador, El Salvador, C.A.

Código: REG P7.08-01

Edición: 01.01

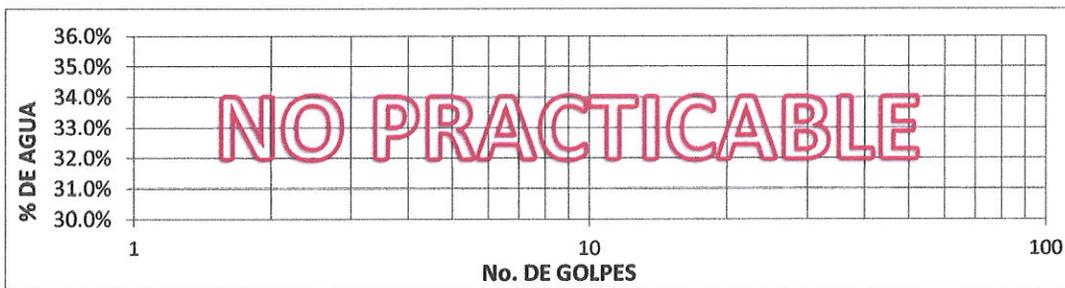
No. de Informe: IRE22-CC-124

INFORME DE RESULTADOS DE LIMITES DE ATTERBERG ASTM D 4318-17			
Proyecto:* "DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE PASO A DESNIVEL EN INTERSECCIÓN ENTRE LAS RUTAS CA04S - LIB04W, CARRETERA AL PUERTO DE LA LIBERTAD, SOBRE REDONDEL UTILA, MUNICIPIO DE SANTA TECLA, LA LIBERTAD".			
Solicitante:* GRUPO ECON, S.A. DE C.V.			
Ubicación:* DEPARTAMENTO DE LA LIBERTAD.			
Procedencia del Material:* PCA No. 1		Estación: 0+038	
Muestra No. : 2	Profundidad:* 0.390 - 0.695 m		Lateral. DERECHO
Fecha de Ensayo: 4-mar-22	Laboratorista: C. TORRES		Revisó: N.E.C.R.
Grano máximo Aproximado: 19.00 mm	Porcentaje Retenido en la malla No 40 (Aprox.): 27.4%	Contenido de agua de muestra como es recibida (%): 22.0%	
Método de Preparación de la muestra:	<input type="checkbox"/> Húmedo	Método utilizado para remover las partículas mayores a la malla No.40:	<input type="checkbox"/> Con la mano
	<input type="checkbox"/> Secado al horno		<input checked="" type="checkbox"/> Tamizado (seco)
	<input checked="" type="checkbox"/> Secado al aire		<input type="checkbox"/> Lavado
Realización <input checked="" type="checkbox"/> Manual	Dispositivo para Lim. Liq.: <input checked="" type="checkbox"/> Manual	Herramienta de Ranurado: <input checked="" type="checkbox"/> Metálica	<input type="checkbox"/> Plástica
Lim. Plas.: <input type="checkbox"/> Dispositivo de rolado	<input type="checkbox"/> Mecánico		

	LIMITE LIQUIDO	LIMITE PLASTICO
Prueba No.		
No. de Golpes		
Cápsula No.		
Peso Húmedo + Tara, g		
Peso Seco + Tara, g	NO PRACTICABLE	NO PRACTICABLE
Peso Agua, g		
Peso Tara, g		
Peso Seco, g		
Contenido de Agua %		

(*) Información proporcionada por el solicitante

Los resultados corresponden al material proporcionado por el solicitante.



LIMITE LIQUIDO	----
LIMITE PLÁSTICO	----
ÍNDICE DE PLASTICIDAD	----

Ing. Néstor Enrique Cárcamo Reyes
Coordinador de Laboratorio de Suelos y Materiales
Fecha de Emisión: 08/03/2022

SUELOS Y MATERIALES, S.A. DE C.V.
San Salvador, El Salvador, C.A.

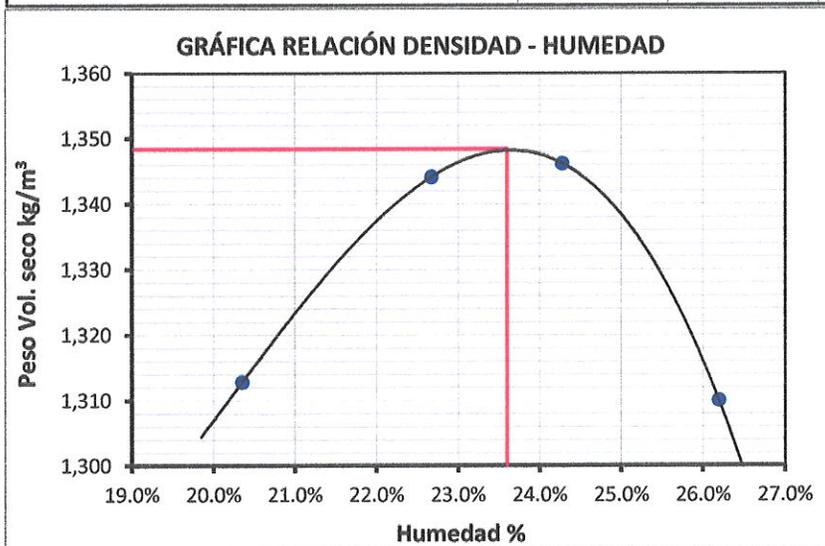
3 de 8

Prohibida la reproducción total o parcial de este documento sin la autorización de Suelos y Materiales, S.A. de C.V.

No. de Informe: IRE22-CC-124

RELACIÓN DENSIDAD - HUMEDAD (PROCTOR) AASHTO T 99				
Proyecto: "DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE PASO A DESNIVEL EN INTERSECCIÓN ENTRE LAS RUTAS CA04S - LIB04W, CARRETERA AL PUERTO DE LA LIBERTAD, SOBRE REDONDEL UTILA, MUNICIPIO DE SANTA TECLA, LA LIBERTAD".				
Solicitante: GRUPO ECON, S.A. DE C.V.			Estación: 0+038	
Muestra No.: 2	Procedencia del Material: PCA No. 1 Profundidad: 0.390 - 0.695 m		Lateral: DERECHO	
Fecha de Ensayo: 8-mar-22	Fecha de Muestreo: 21-feb-22	Laboratorista: C. TORRES	Revisó: N.E.C.R.	
NORMA T-99 MÉTODO D MOLDE 6" MARTILLO 5.50 Lbs. No CAPAS 3 GOLPE POR CAPA 56				

% Humedad de prueba		4%	6%	8%	10%
Peso muestra húmeda + molde	(gr)	9823	9969	10020	9978
Peso molde	(gr)	6475	6475	6475	6475
Peso muestra húmeda	(gr)	3348	3494	3545	3503
Capacidad molde	(dm ³)	2.119	2.119	2.119	2.119
Peso volumétrico húmedo P.V.H.	(Kg/m ³)	1,580	1,649	1,673	1,653
Peso volumétrico seco P.V.S.	(Kg/m ³)	1,313	1,344	1,346	1,310
Peso húmedo + recipiente	(gr)	469.8	420.7	431.2	458.0
Peso seco + recipiente	(gr)	414.1	371.0	377.4	388.2
Peso de agua	(gr)	55.7	49.7	53.8	69.8
Tara	(gr)	140.4	151.8	155.8	121.7
Peso seco	(gr)	273.7	219.2	221.6	266.5
% Humedad		20.4%	22.7%	24.3%	26.2%



HUMEDAD ÓPTIMA	23.6%
P.V. SECO MÁXIMO	1348 Kg/m ³
P.V. HUMEDO	1666 Kg/m ³
GRAVEDAD ESPECÍFICA	---
% RETENIDO MALLA 3/4"	---
P.V.S. MÁX. CORREGIDO	---
P.V. HUMEDO MÁX.	---
HUMEDAD CORREGIDA	---
CLASIFICACIÓN	
AASHTO	A-4 (0)
SUCS	SM

Ing. Néstor Enrique Cárcamo Reyes
Coordinador de Laboratorio de Suelos y Materiales

SUELOS Y MATERIALES, S.A. DE C.V.
San Salvador, El Salvador, C.A.

**RELACIÓN DE SOPORTE DEL SUELO EN EL LABORATORIO (CBR)
AASHTO T 193 (ASTM D1883)**

Proyecto: "DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE PASO A DESNIVEL EN INTERSECCIÓN ENTRE LAS RUTAS CA04S - LIB04W, CARRETERA AL PUERTO DE LA LIBERTAD, SOBRE REDONDEL UTILA, MUNICIPIO DE SANTA TECLA, LA LIBERTAD".					
Solicitante: GRUPO ECON, S.A. DE C.V.				Estación: 0+038	
Muestra No.: 2		Procedencia del Material: PCA No. 1		Lateral: DERECHO	
		Profundidad: 0.390 - 0.695 m			
Fecha de Ensayo: 11-mar-22		Fecha de Muestreo: 21-feb-22		Laboratorista: C. TORRES	
Revisó: N.E.C.R.					

CLASIFICACIÓN SUCS Y AASHTO DE LA MUESTRA

Porcentajes de Material	Grava:	12%	Límites de Atterberg	LL:	---	SUCS	SM Arena limosa, color café claro, finos no plásticos.	AASHTO	A-4 (0)
	Arena:	42%		LP:	---				
	Finos:	46%		IP:	---				

COMPACTACIÓN

Masa Espécimen (g):	5,500.00	Agua Agregada (ml):	385.00	
Molde No.	16	26	44	
Número de Golpes por Capa	56	25	10	
Masa del Suelo Húmedo + Molde (g)	11,727.0	11,630.0	10,458.0	
Masa del Molde (g)	8,155.0	8,200.0	7,225.0	
Volumen Molde (cm ³):	2,098.0	2,123.0	2,105.0	
Masa del Suelo Húmedo (g)	3,572.0	3,430.0	3,233.0	
Contenido de Agua (%)	23.6%	23.7%	23.7%	
Peso Volumétrico Húmedo (kg/m ³)	1,702.6	1,615.6	1,535.9	
Peso Volumétrico Seco (kg/m ³)	1,378	1,306	1,242	

HUMEDADES DE COMPACTACIÓN

Molde No.	16		26		44	
Tara No.	---	---	---	---	---	---
Peso Húmedo + Tara (g)	506.0	498.0	527.9	467.0	505.0	485.0
Peso Seco + Tara (g)	431.5	427.1	456.2	400.7	438.0	416.2
Peso del Agua (g)	74.5	70.9	71.7	66.3	67.0	68.8
Peso de Tara (g)	118.2	124.1	153.7	121.0	155.8	124.2
Peso Seco (g)	313.3	303.0	302.5	279.7	282.2	292.0
Cont. de Humedad (%)	23.8%	23.4%	23.7%	23.7%	23.7%	23.6%
Humedad Promedio (%)	23.6%		23.7%		23.7%	

**RELACIÓN DE SOPORTE DEL SUELO EN EL LABORATORIO (CBR)
AASHTO T 193 (ASTM D1883)**

Proyecto: "DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE PASO A DESNIVEL EN INTERSECCIÓN ENTRE LAS RUTAS CA04S - LIB04W, CARRETERA AL PUERTO DE LA LIBERTAD, SOBRE REDONDEL UTILA, MUNICIPIO DE SANTA TECLA, LA LIBERTAD".					
Solicitante: GRUPO ECON, S.A. DE C.V.				Estación: 0+038	
Muestra No.: 2		Procedencia del Material: PCA No. 1		Lateral: DERECHO	
		Profundidad: 0.390 - 0.695 m			
Fecha de Ensayo: 11-mar-22		Fecha de Muestreo: 21-feb-22		Laboratorista: C. TORRES	
				Revisó: N.E.C.R.	

HUMEDADES DE SATURACIÓN

Molde No.	16	26	44
Tara No.	---	---	---
Peso Húmedo + Tara (g)	459.8	353.7	520.9
Peso Seco + Tara (g)	391.1	303.8	440.0
Peso del Agua (g)	68.7	49.9	80.9
Peso de Tara (g)	153.7	150.4	206.2
Peso Seco (g)	237.4	153.4	233.8
Humedad Promedio (%)	28.9%	32.5%	34.6%

Molde No.	16	26	44
Masa del Suelo Húmedo + Molde (g) [ANTES DE LA PENETRACIÓN / SATURADO]	11,815.0	11,800.0	10,714.0
Masa del Suelo Húmedo (g) [ANTES DE LA PENETRACIÓN / SATURADO]	3,660.0	3,600.0	3,489.0
Peso Volumétrico Húmedo (kg/m ³) [ANTES DE LA PENETRACIÓN / SATURADO]	1,744.5	1,695.7	1,657.5
Peso Volumétrico Seco (kg/m ³) [ANTES DE LA PENETRACIÓN / SATURADO]	1,353	1,280	1,231

ABUNDAMIENTO

Fecha de Medición	Molde No. 16	Molde No. 26	Molde No. 44
	Cambio en Longitud (0.001")	Cambio en Longitud (0.001")	Cambio en Longitud (0.001")
08/mar/2022	0	0	0
09/mar/2022	0	0	5
10/mar/2022	0	0	7
11/mar/2022	0	0	8
Porcentaje de Abundamiento	0.00%	0.00%	0.17%

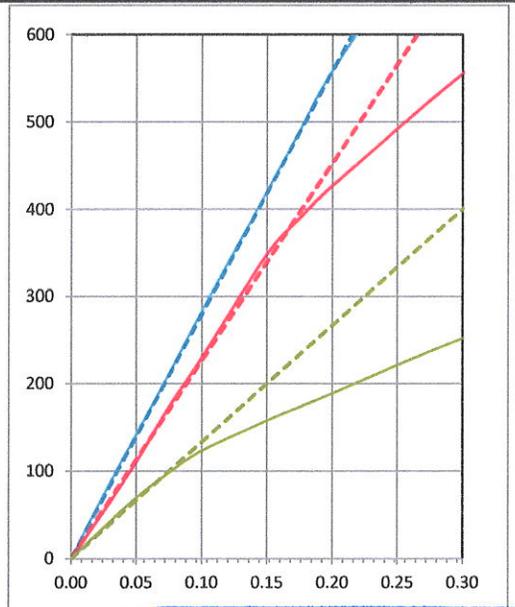
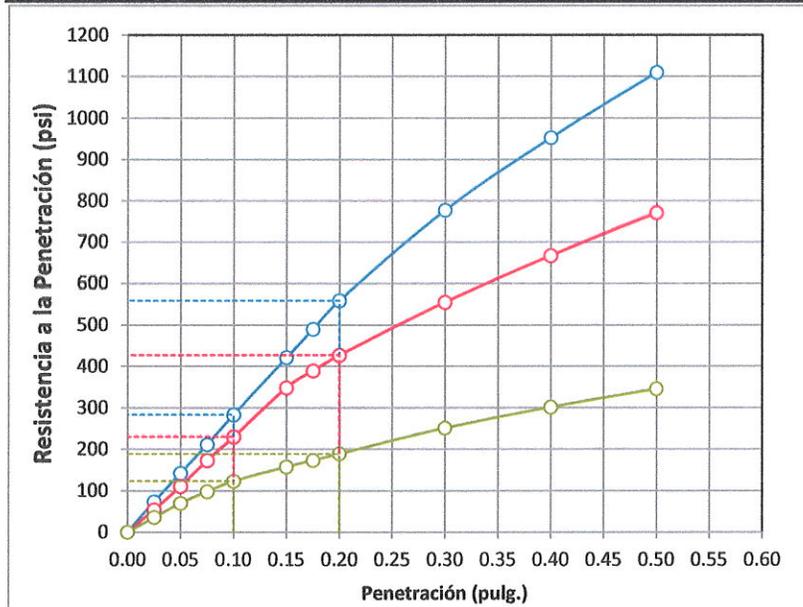
SUELOS Y MATERIALES, S.A. DE C.V.
San Salvador, El Salvador, C.A.

RELACIÓN DE SOPORTE DEL SUELO EN EL LABORATORIO (CBR) AASHTO T 193 (ASTM D1883)					
Proyecto: "DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE PASO A DESNIVEL EN INTERSECCIÓN ENTRE LAS RUTAS CA04S - LIB04W, CARRETERA AL PUERTO DE LA LIBERTAD, SOBRE REDONDEL UTILA, MUNICIPIO DE SANTA TECLA, LA LIBERTAD".					
Solicitante: GRUPO ECON, S.A. DE C.V.				Estación: 0+038	
Muestra No.: 2		Procedencia del Material: PCA No. 1		Lateral: DERECHO	
		Profundidad: 0.390 - 0.695 m			
Fecha de Ensayo: 11-mar-22		Fecha de Muestreo: 21-feb-22		Laboratorista: C. TORRES	Revisó: N.E.C.R.

PENETRACIÓN

Peso Sobrecarga (lb): 10.00	K_{Anillo} (lb / 0.0001"): 9.3902X+41.0841	Área del Pistón (Pulg²): 3.00
------------------------------------	---	---

Penetración (Pulgadas)	Molde No. 16		Molde No. 26		Molde No. 44	
	Lectura del Anillo	Resistencia a la Penetración (psi)	Lectura del Anillo	Resistencia a la Penetración (psi)	Lectura del Anillo	Resistencia a la Penetración (psi)
0.000	0	0.00	0	0.00	0	0.00
0.025	19	73.17	13	54.39	7	35.61
0.050	41	142.03	31	110.73	18	70.04
0.075	63	210.89	51	173.33	27	98.21
0.100	86	282.88	69	229.67	35	123.25
0.150	130	420.60	107	348.61	46	157.68
0.175	152	489.46	120	389.30	51	173.33
0.200	174	558.33	132	426.86	56	188.98
0.300	244	777.43	173	555.20	76	251.58
0.400	300	952.71	209	667.88	92	301.66
0.500	350	1109.22	242	771.17	106	345.48

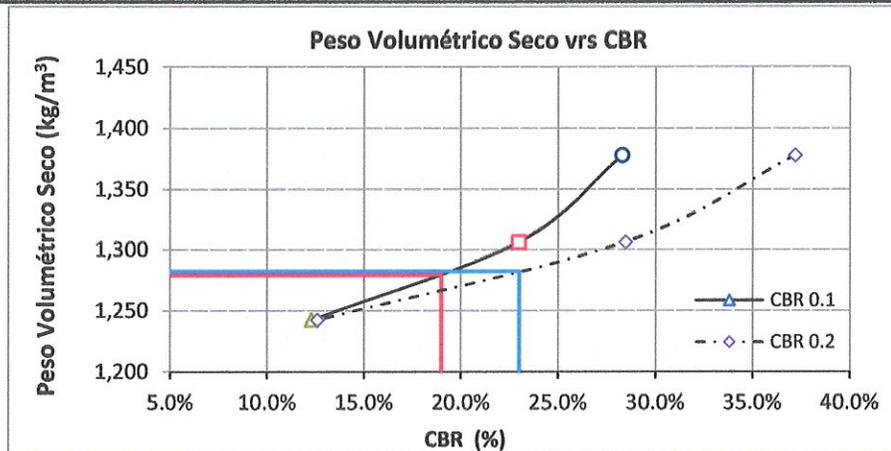


SUELOS Y MATERIALES, S.A. DE C.V.
San Salvador, El Salvador, C.A.

RELACIÓN DE SOPORTE DEL SUELO EN EL LABORATORIO (CBR) AASHTO T 193 (ASTM D1883)				
Proyecto: "DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE PASO A DESNIVEL EN INTERSECCIÓN ENTRE LAS RUTAS CA04S - LIB04W, CARRETERA AL PUERTO DE LA LIBERTAD, SOBRE REDONDEL UTILA, MUNICIPIO DE SANTA TECLA, LA LIBERTAD".				
Solicitante: GRUPO ECON, S.A. DE C.V.			Estación: 0+038	
Muestra No.: 2	Procedencia del Material: PCA No. 1 Profundidad: 0.390 - 0.695 m		Lateral: DERECHO	
Fecha de Ensayo: 11-mar-22	Fecha de Muestreo: 21-feb-22	Laboratorista: C. TORRES	Revisó: N.E.C.R.	

DETERMINACIÓN DEL CBR			
Molde No.	16	26	44
Número de Golpes	56	25	10
Abscisa Original (pulg.)	0.100	0.100	0.100
Abscisa Corregida (pulg.)	0.100	0.100	0.100
Ordenada (psi)	283.0	230.0	123.0
CBR (Penetración 0.10 pulg.)	28.3%	23.0%	12.3%
Abscisa Original (pulg.)	0.200	0.200	0.200
Abscisa Corregida (pulg.)	0.200	0.200	0.200
Ordenada (psi)	558.0	427.0	189.0
CBR (Penetración 0.20 pulg.)	37.2%	28.5%	12.6%
CBR (%)	28.3%	23.0%	12.3%

RELACIÓN DENSIDAD SECA - HUMEDAD (PROCTOR)			
Tipo de Proctor: [AASHTO T-99]	Densidad Seca Máxima: 1,348 kg/m ³	Humedad Óptima: 23.60%	



CBR (0.1") DE DISEÑO AL 95% = 19.0%

CBR (0.2") DE DISEÑO AL 95% = 23.0%

Ing. Néstor Enrique Cárdeno Reyes
Coordinador de Laboratorio de Suelos y Materiales

SUELOS Y MATERIALES, S.A. DE C.V.
San Salvador, El Salvador, C.A.

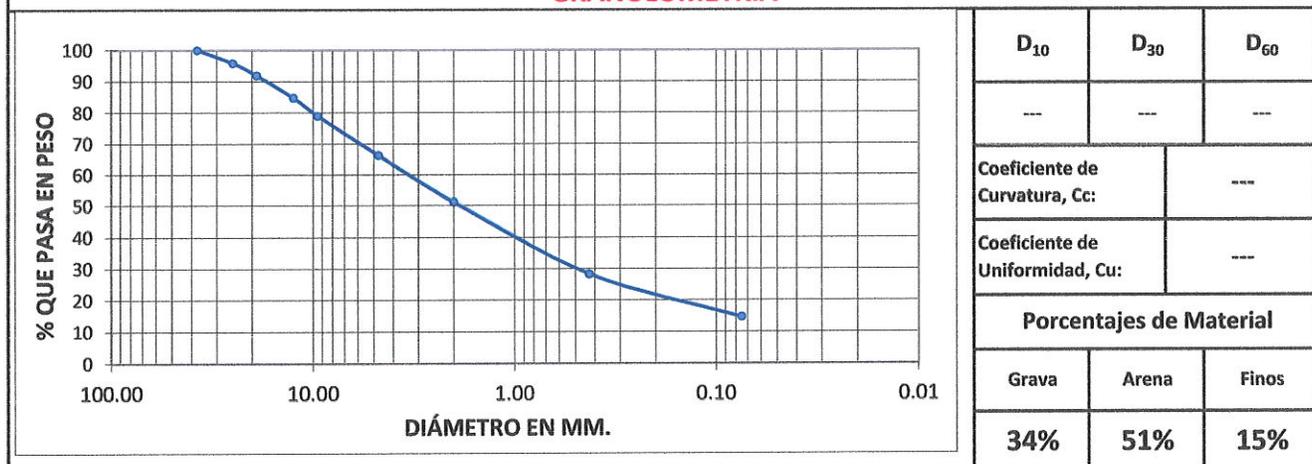
PCA No. 2

SUELOS Y MATERIALES, S.A. DE C.V.
San Salvador, El Salvador, C.A.

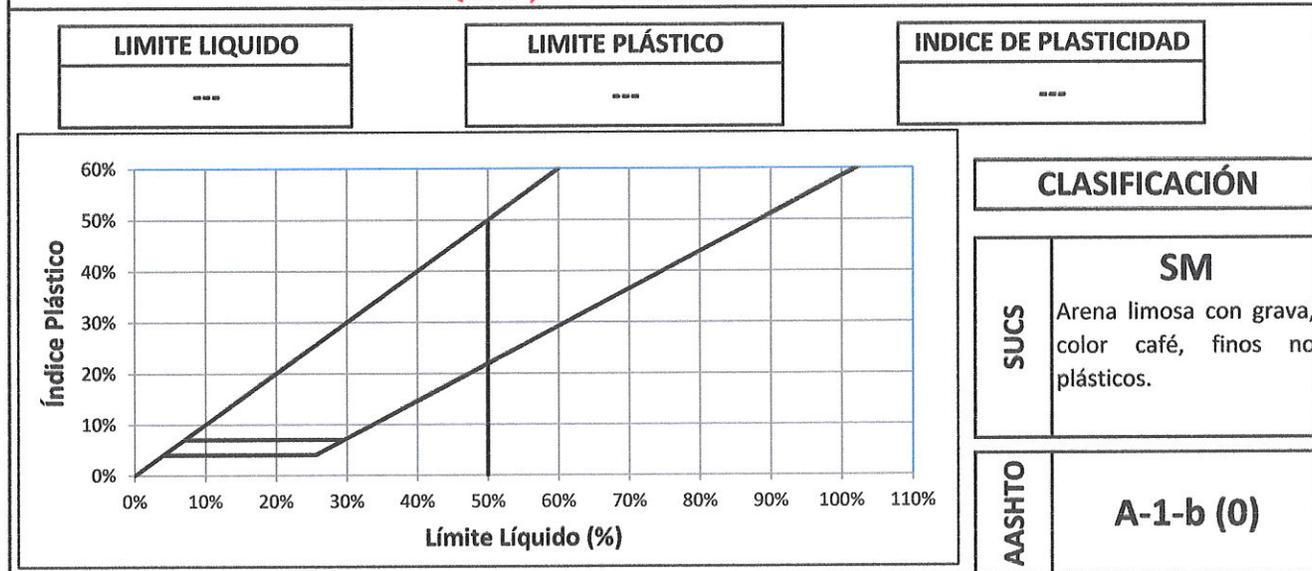
No. de Informe: IRE22-CC-124

CLASIFICACIÓN DE SUELOS AASHTO M 145 (ASTM D 2487)				
Proyecto: "DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE PASO A DESNIVEL EN INTERSECCIÓN ENTRE LAS RUTAS CA04S - LIB04W, CARRETERA AL PUERTO DE LA LIBERTAD, SOBRE REDONDEL UTILA, MUNICIPIO DE SANTA TECLA, LA LIBERTAD".				
Solicitante: GRUPO ECON, S.A. DE C.V.			Estación: 0+138	
Muestra No.: 1	Procedencia del Material: PCA No. 2 Profundidad: 0.170 - 0.435 m		Lateral: DERECHO	
Fecha de Ensayo: 9-mar-22	Fecha de Muestreo: 22-feb-22	Laboratorista: C. TORRES	Revisó: N.E.C.R.	

GRANULOMETRIA



LÍMITE LÍQUIDO, LÍMITE PLÁSTICO E ÍNDICE PLÁSTICO



Ing. Néstor Enrique Cárcamo Reyes
Coordinador de Laboratorio de Suelos y Materiales

SUELOS Y MATERIALES, S.A. DE C.V.
San Salvador, El Salvador, C.A.

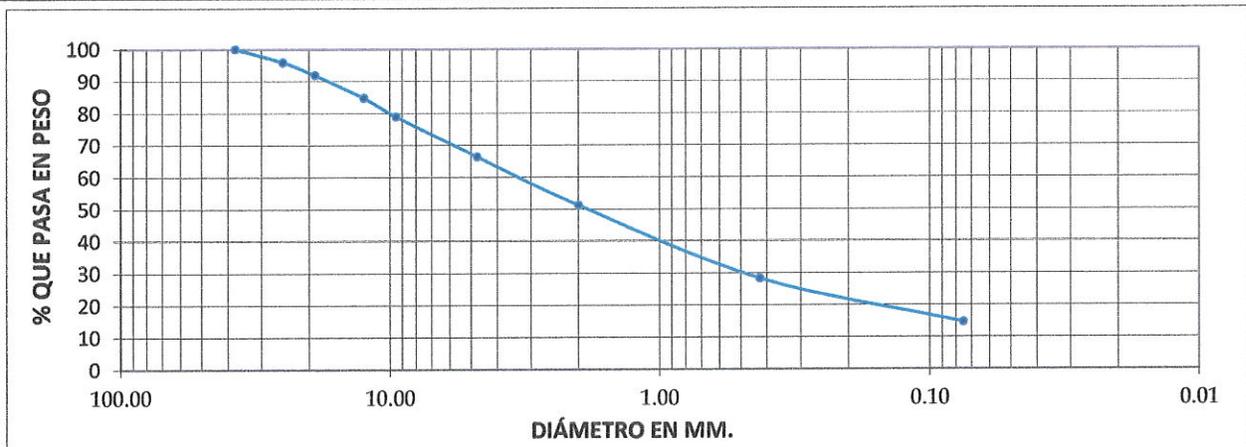
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO AASHTO T 27 (ASTM C 136)					
Proyecto: "DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE PASO A DESNIVEL EN INTERSECCIÓN ENTRE LAS RUTAS CA04S - LIB04W, CARRETERA AL PUERTO DE LA LIBERTAD, SOBRE REDONDEL UTILA, MUNICIPIO DE SANTA TECLA, LA LIBERTAD".					
Solicitante: GRUPO ECON, S.A. DE C.V.				Estación: 0+138	
Muestra No.: 1		Procedencia del Material: PCA No. 2		Lateral: DERECHO	
Profundidad: 0.170 - 0.435 m		Fecha de Ensayo: 5-mar-22		Fecha de Muestreo: 22-feb-22	
Fecha de Ensayo: 5-mar-22		Fecha de Muestreo: 22-feb-22		Laboradorista: C. TORRES	
				Revisó: N.E.C.R.	

Peso Bruto (grs): 12,888.0 Tara (grs): 900.0 Peso Neto (grs): 11,988.0
MATERIAL GRUESO PSC (grs): 11,988.0

Malla	Peso Retenido Parcial (grs)	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% Que Pasa la Malla	Observaciones
2½"					Contenido de Humedad
2"					PH + Tara (grs): 756.2
1½"	0.0	0.0	0.0	100.0	PS + Tara (grs): 703.6
1"	492.0	4.1	4.1	95.9	Humedad grs): 52.6
¾"	480.0	4.0	8.1	91.9	PS Neto (grs): 582.0
½"	846.0	7.1	15.2	84.8	Peso Tara (grs): 121.6
⅜"	695.0	5.8	21.0	79.0	Humedad (%): 9.0
No. 4	1513.0	12.6	33.6	66.4	
Pasa No. 4	7962.0	66.4	100.0		
SUMAS	11988.0	100.0			

MATERIAL TAMIZADO POR MALLA No.4 Peso Neto (grs): 919.3 PSC (grs): 919.3

Malla	Peso Retenido Parcial (grs)	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% Que Pasa la Malla	Observaciones
No. 10	209.0	15.1	48.7	51.3	GRAVA 34%
No. 40	318.6	23.0	71.7	28.3	ARENA 51%
No. 200	188.4	13.6	85.3	14.7	FINOS 15%
Pasa No. 200	203.3	14.7	100.0	0.0	
SUMAS	919.3	100.0			



Ing. Néstor Enrique Cárcamo Reyes
 Coordinador de Laboratorio de Suelos y Materiales

SUELOS Y MATERIALES, S.A. DE C.V.
 San Salvador, El Salvador, C.A.

Código: REG P7.08-01

Edición: 01.01

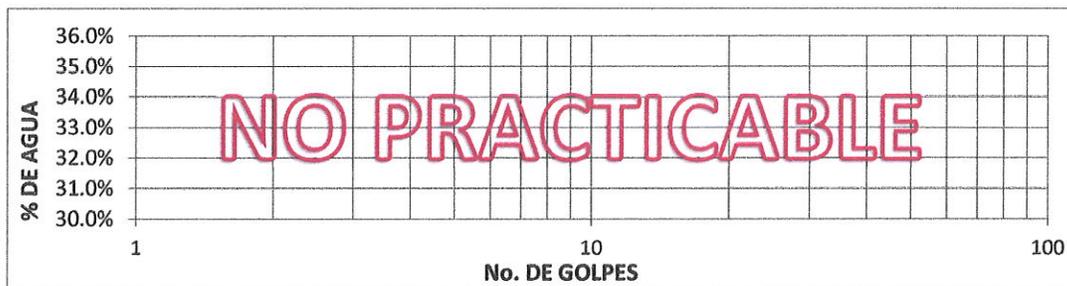
No. de Informe: IRE22-CC-124

INFORME DE RESULTADOS DE LIMITES DE ATTERBERG ASTM D 4318-17			
Proyecto:* "DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE PASO A DESNIVEL EN INTERSECCIÓN ENTRE LAS RUTAS CA04S - LIB04W, CARRETERA AL PUERTO DE LA LIBERTAD, SOBRE REDONDEL UTILA, MUNICIPIO DE SANTA TECLA, LA LIBERTAD".			
Solicitante:* GRUPO ECON, S.A. DE C.V.			
Ubicación:* DEPARTAMENTO DE LA LIBERTAD.			
Procedencia del Material:*	PCA No. 2	Estación:	0+138
Muestra No. :	1	Profundidad:*	0.170 - 0.435 m
Lateral.	DERECHO		
Fecha de Ensayo:	8-mar-22	Laboratorista:	C. TORRES
Revisó:	N.E.C.R.		
Grano máximo Aproximado:	19.00 mm	Porcentaje Retenido en la malla No 40 (Aprox.):	71.7%
Contenido de agua de muestra como es recibida (%):	9.0%		
Método de Preparación de la muestra:	<input type="checkbox"/> Húmedo <input type="checkbox"/> Secado al horno <input checked="" type="checkbox"/> Secado al aire	Método utilizado para remover las partículas mayores a la malla No.40:	<input type="checkbox"/> Con la mano <input checked="" type="checkbox"/> Tamizado (seco) <input type="checkbox"/> Lavado
Realización <input checked="" type="checkbox"/> Manual Lim. Plas.: <input type="checkbox"/> Dispositivo de rolado	Dispositivo para Lim. Liq.: <input checked="" type="checkbox"/> Manual <input type="checkbox"/> Mecánico	Herramienta de Ranurado:	<input checked="" type="checkbox"/> Metálica <input type="checkbox"/> Plástica

	LIMITE LIQUIDO	LIMITE PLÁSTICO
Prueba No.		
No. de Golpes		
Cápsula No.		
Peso Húmedo + Tara, g		
Peso Seco + Tara, g	NO PRACTICABLE	NO PRACTICABLE
Peso Agua, g		
Peso Tara, g		
Peso Seco, g		
Contenido de Agua %		

(*) Información proporcionada por el solicitante

Los resultados corresponden al material proporcionado por el solicitante.



LIMITE LIQUIDO	----
LIMITE PLÁSTICO	----
ÍNDICE DE PLASTICIDAD	----

Ing. Néstor Enrique Carcamo Reyes
Coordinador de Laboratorio de Suelos y Materiales
Fecha de Emisión: 09/03/2022

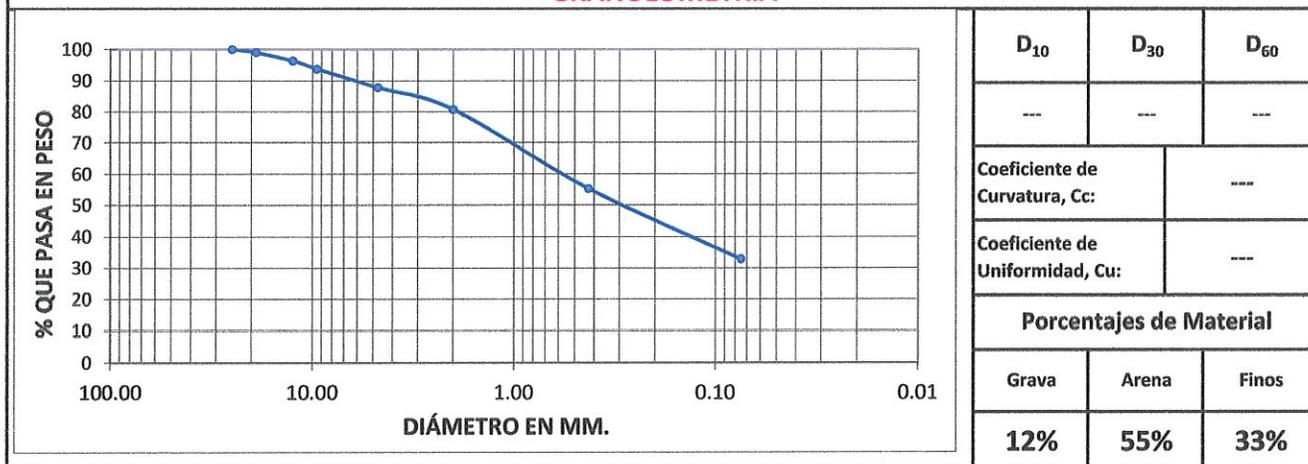
SUELOS Y MATERIALES, S.A. DE C.V.
San Salvador, El Salvador, C.A.

3 de 3

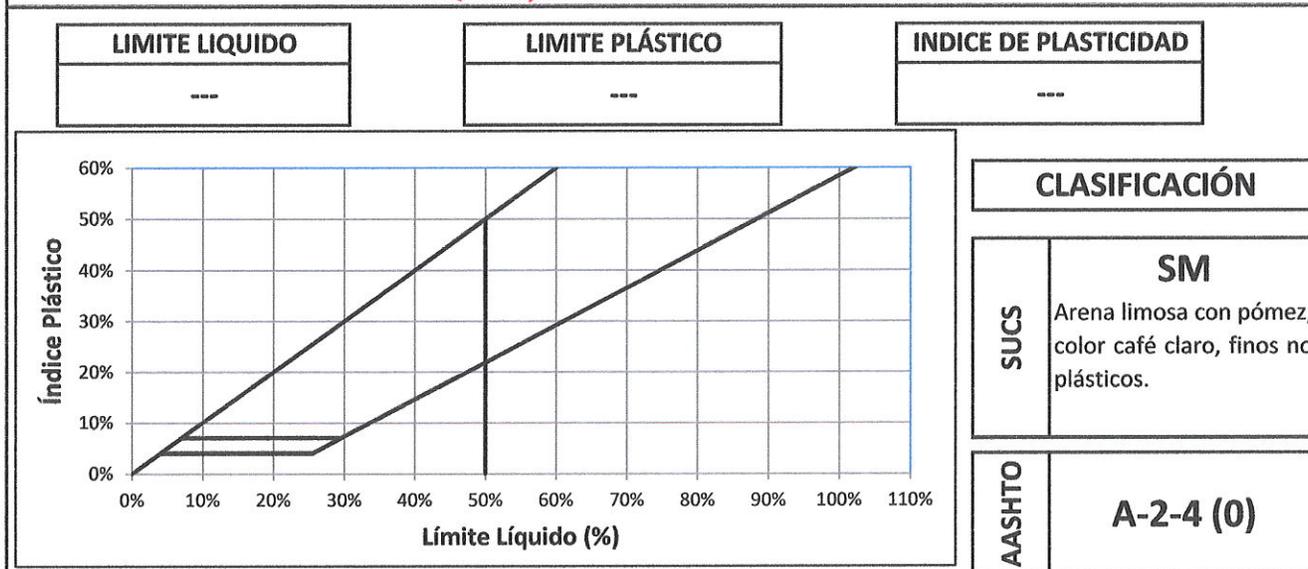
Prohibida la reproducción total o parcial de este documento sin la autorización de Suelos y Materiales, S.A. de C.V.

CLASIFICACIÓN DE SUELOS AASHTO M 145 (ASTM D 2487)					
Proyecto: "DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE PASO A DESNIVEL EN INTERSECCIÓN ENTRE LAS RUTAS CA04S - LIB04W, CARRETERA AL PUERTO DE LA LIBERTAD, SOBRE REDONDEL UTILA, MUNICIPIO DE SANTA TECLA, LA LIBERTAD".					
Solicitante: GRUPO ECON, S.A. DE C.V.			Estación: 0+138		
Muestra No.: 2	Procedencia del Material: PCA No. 2		Lateral: DERECHO		
	Profundidad: 0.435 - 0.790 m				
Fecha de Ensayo: 8-mar-22		Fecha de Muestreo: 22-feb-22		Laboratorista: C. TORRES	Revisó: N.E.C.R.

GRANULOMETRIA



LÍMITE LÍQUIDO, LÍMITE PLÁSTICO E ÍNDICE PLÁSTICO



Ing. Néstor Enrique Cárcamo Reyes
Coordinador de Laboratorio de Suelos y Materiales

SUELOS Y MATERIALES, S.A. DE C.V.
San Salvador, El Salvador, C.A.

No. de Informe: IRE22-CC-124

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO AASHTO T 27 (ASTM C 136)					
Proyecto: "DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE PASO A DESNIVEL EN INTERSECCIÓN ENTRE LAS RUTAS CA04S - LIB04W, CARRETERA AL PUERTO DE LA LIBERTAD, SOBRE REDONDEL UTILA, MUNICIPIO DE SANTA TECLA, LA LIBERTAD".					
Solicitante: GRUPO ECON, S.A. DE C.V.				Estación: 0+138	
Muestra No.: 2	Procedencia del Material: PCA No. 2			Lateral: DERECHO	
		Profundidad: 0.435 - 0.790 m			
Fecha de Ensayo: 4-mar-22		Fecha de Muestreo: 22-feb-22		Laboratorista: C. TORRES	Revisó: N.E.C.R.

Peso Bruto (grs): 6,056.0 Tara (grs): 375.0 Peso Neto (grs): 5,681.0

MATERIAL GRUESO

PSC (grs): 5,681.0

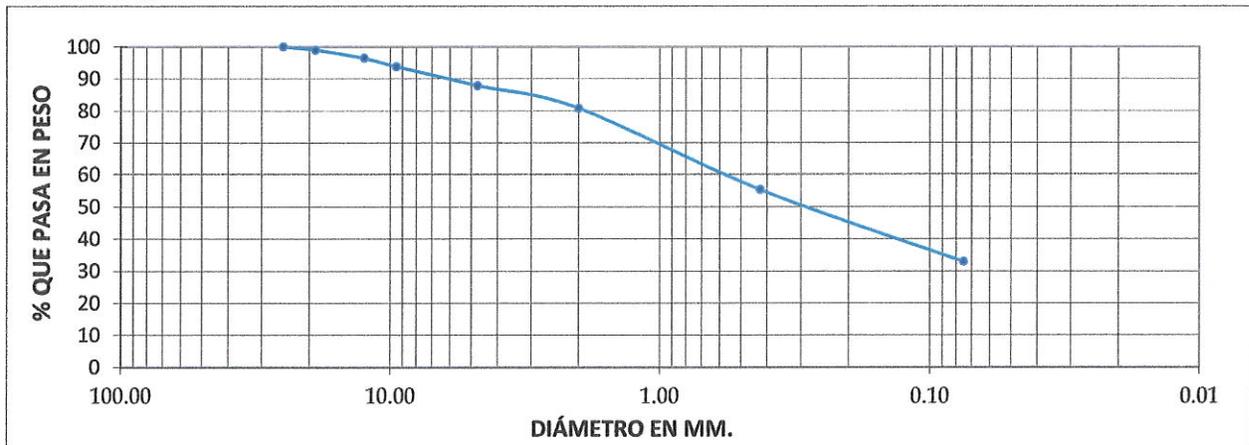
Malla	Peso Retenido Parcial (grs)	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% Que Pasa la Malla	Observaciones
2½"					Contenido de Humedad PH + Tara (grs): 623.3 PS + Tara (grs): 528.1 Humedad grs): 95.2 PS Neto (grs): 406.1 Peso Tara (grs): 122.0 Humedad (%): 23.4
2"					
1½"					
1"	0.0	0.0	0.0	100.0	
¾"	54.0	1.0	1.0	99.0	
½"	146.0	2.6	3.6	96.4	
3/8"	147.0	2.6	6.2	93.8	
No. 4	338.0	5.9	12.1	87.9	
Pasa No. 4	4996.0	87.9	100.0		
SUMAS	5681.0	100.0			

MATERIAL TAMIZADO POR MALLA No.4

Peso Neto (grs): 745.1

PSC (grs): 745.1

Malla	Peso Retenido Parcial (grs)	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% Que Pasa la Malla	Observaciones
No. 10	60.0	7.1	19.2	80.8	GRAVA 12% ARENA 55% FINOS 33%
No. 40	216.1	25.5	44.7	55.3	
No. 200	189.7	22.4	67.1	32.9	
Pasa No. 200	279.3	32.9	100.0	0.0	
SUMAS	745.1	100.0			



Ing. Néstor Enrique Cárcamo Reyes
 Coordinador de Laboratorio de Suelos y Materiales

SUELOS Y MATERIALES, S.A. DE C.V.
 San Salvador, El Salvador, C.A.

Código: REG P7.08-01

Edición: 01.01

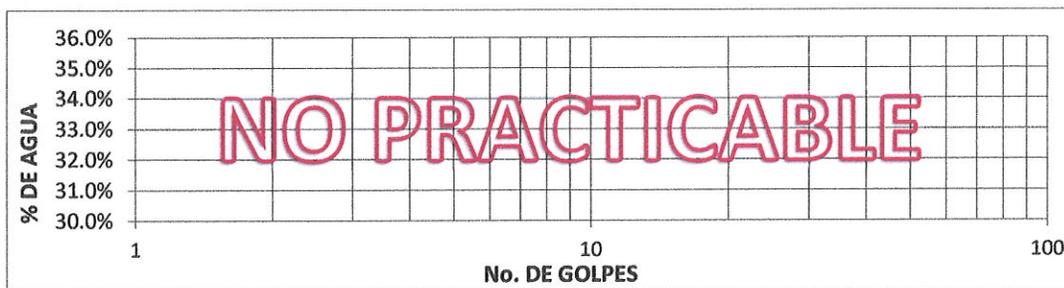
No. de Informe: IRE22-CC-124

INFORME DE RESULTADOS DE LIMITES DE ATTERBERG ASTM D 4318-17			
Proyecto:* "DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE PASO A DESNIVEL EN INTERSECCIÓN ENTRE LAS RUTAS CA04S - LIB04W, CARRETERA AL PUERTO DE LA LIBERTAD, SOBRE REDONDEL UTILA, MUNICIPIO DE SANTA TECLA, LA LIBERTAD".			
Solicitante:* GRUPO ECON, S.A. DE C.V.			
Ubicación:* DEPARTAMENTO DE LA LIBERTAD.			
Procedencia del Material:* PCA No. 2		Estación: 0+138	
Muestra No. : 2	Profundidad:* 0.435 - 0.790 m		Lateral. DERECHO
Fecha de Ensayo: 4-mar-22	Laboratorista: C. TORRES		Revisó: N.E.C.R.
Grano máximo Aproximado: 19.00 mm	Porcentaje Retenido en la malla No 40 (Aprox.): 44.7%	Contenido de agua de muestra como es recibida (%): 23.4%	
Método de Preparación de la muestra:	<input type="checkbox"/> Húmedo <input type="checkbox"/> Secado al horno <input checked="" type="checkbox"/> Secado al aire	Método utilizado para remover las partículas mayores a la malla No.40:	<input type="checkbox"/> Con la mano <input checked="" type="checkbox"/> Tamizado (seco) <input type="checkbox"/> Lavado
Realización <input checked="" type="checkbox"/> Manual Lim. Plas.: <input type="checkbox"/> Dispositivo de rolado	Dispositivo para Lim. Liq.: <input checked="" type="checkbox"/> Manual <input type="checkbox"/> Mecánico	Herramienta de Ranurado: <input checked="" type="checkbox"/> Metálica <input type="checkbox"/> Plástica	

	LIMITE LIQUIDO	LIMITE PLÁSTICO
Prueba No.		
No. de Golpes		
Cápsula No.		
Peso Húmedo + Tara, g		
Peso Seco + Tara, g	NO PRACTICABLE	NO PRACTICABLE
Peso Agua, g		
Peso Tara, g		
Peso Seco, g		
Contenido de Agua %		

(*) Información proporcionada por el solicitante

Los resultados corresponden al material proporcionado por el solicitante.



LIMITE LIQUIDO	----
LIMITE PLÁSTICO	----
ÍNDICE DE PLASTICIDAD	----

Ing. Néstor Enrique Cárcamo Reyes
 Coordinador de Laboratorio de Suelos y Materiales
 Fecha de Emisión: 08/03/2022

SUELOS Y MATERIALES, S.A. DE C.V.
 San Salvador, El Salvador, C.A.

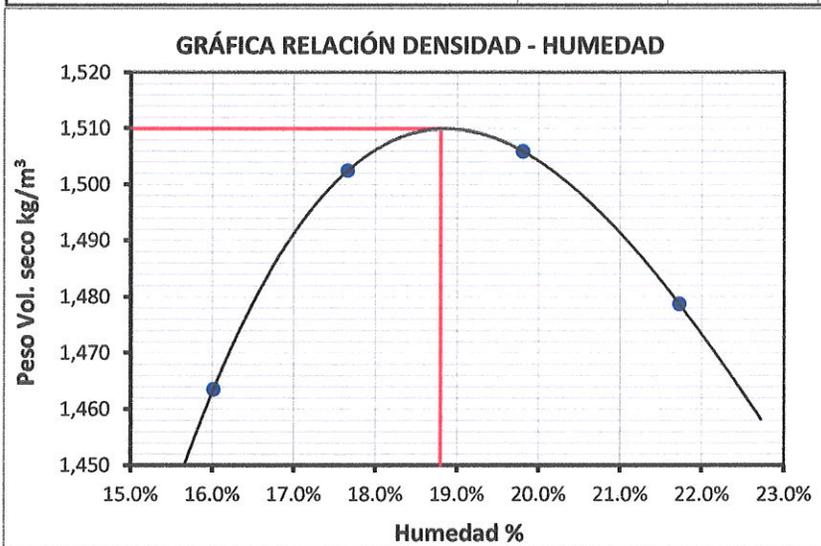
3 de 8

Prohibida la reproducción total o parcial de este documento sin la autorización de Suelos y Materiales, S.A. de C.V.

No. de Informe: IRE22-CC-124

RELACIÓN DENSIDAD - HUMEDAD (PROCTOR) AASHTO T 180						
Proyecto: "DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE PASO A DESNIVEL EN INTERSECCIÓN ENTRE LAS RUTAS CA04S - LIB04W, CARRETERA AL PUERTO DE LA LIBERTAD, SOBRE REDONDEL UTILA, MUNICIPIO DE SANTA TECLA, LA LIBERTAD".						
Solicitante: GRUPO ECON, S.A. DE C.V.				Estación: 0+138		
Muestra No.: 2	Procedencia del Material: PCA No. 2 Profundidad: 0.435 - 0.790 m			Lateral: DERECHO		
Fecha de Ensayo: 8-mar-22	Fecha de Muestreo: 22-feb-22	Laboratorista: C. TORRES	Revisó: N.E.C.R.			
NORMA T-180		MÉTODO D	MOLDE 6"	MARTILLO 10.00 Lbs.	No CAPAS 5	GOLPE POR CAPA 56

% Humedad de prueba		6%	8%	10%	12%
Peso muestra húmeda + molde	(gr)	10073	10221	10298	10289
Peso molde	(gr)	6475	6475	6475	6475
Peso muestra húmeda	(gr)	3598	3746	3823	3814
Capacidad molde	(dm ³)	2.119	2.119	2.119	2.119
Peso volumétrico húmedo P.V.H.	(Kg/m ³)	1,698	1,768	1,804	1,800
Peso volumétrico seco P.V.S.	(Kg/m ³)	1,464	1,502	1,506	1,479
Peso húmedo + recipiente	(gr)	400.0	483.6	536.0	462.0
Peso seco + recipiente	(gr)	361.1	434.4	472.8	401.7
Peso de agua	(gr)	38.9	49.2	63.2	60.3
Tara	(gr)	118.2	155.8	153.7	124.1
Peso seco	(gr)	242.9	278.6	319.1	277.6
% Humedad		16.0%	17.7%	19.8%	21.7%



HUMEDAD ÓPTIMA	18.8%
P.V. SECO MÁXIMO	1510 Kg/m ³
P.V. HUMEDO	1794 Kg/m ³
GRAVEDAD ESPECÍFICA	---
% RETENIDO MALLA 3/4"	---
P.V.S. MÁX. CORREGIDO	---
P.V. HUMEDO MÁX.	---
HUMEDAD CORREGIDA	---
CLASIFICACIÓN	
AASHTO	A-2-4 (0)
SUCS	SM

Ing. Néstor Enrique Cárcamo Reyes
Coordinador de Laboratorio de Suelos y Materiales

SUELOS Y MATERIALES, S.A. DE C.V.
San Salvador, El Salvador, C.A.

RELACIÓN DE SOPORTE DEL SUELO EN EL LABORATORIO (CBR) AASHTO T 193 (ASTM D1883)					
Proyecto: "DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE PASO A DESNIVEL EN INTERSECCIÓN ENTRE LAS RUTAS CA04S - LIB04W, CARRETERA AL PUERTO DE LA LIBERTAD, SOBRE REDONDEL UTILA, MUNICIPIO DE SANTA TECLA, LA LIBERTAD".					
Solicitante: GRUPO ECON, S.A. DE C.V.				Estación: 0+138	
Muestra No.: 2		Procedencia del Material: PCA No. 2		Lateral: DERECHO	
		Profundidad: 0.435 - 0.790 m			
Fecha de Ensayo: 11-mar-22		Fecha de Muestreo: 22-feb-22		Laboratorista: C. TORRES	Revisó: N.E.C.R.

CLASIFICACIÓN SUCS Y AASHTO DE LA MUESTRA

Porcentajes de Material	Grava: 12%	Límites de Atterberg	LL: ---	SUCS	SM Arena limosa con pómez, color café claro, finos no plásticos.	AASHTO	A-2-4 (0)
	Arena: 55%		LP: ---				
	Finos: 33%		IP: ---				

COMPACTACIÓN

Masa Espécimen (g):	6,000.00	Agua Agregada (ml):	540.00
Molde No.	4	8	30
Número de Golpes por Capa	56	25	10
Masa del Suelo Húmedo + Molde (g)	11,028.0	10,834.0	11,571.0
Masa del Molde (g)	7,190.0	7,195.0	8,155.0
Volumen Molde (cm ³):	2,105.0	2,105.0	2,113.0
Masa del Suelo Húmedo (g)	3,838.0	3,639.0	3,416.0
Contenido de Agua (%)	18.7%	18.8%	18.8%
Peso Volumétrico Húmedo (kg/m ³)	1,823.3	1,728.7	1,616.7
Peso Volumétrico Seco (kg/m ³)	1,536	1,456	1,360

HUMEDADES DE COMPACTACIÓN

Molde No.	4		8		30	
Tara No.	---	---	---	---	---	---
Peso Húmedo + Tara (g)	478.0	580.0	439.0	570.0	573.8	530.0
Peso Seco + Tara (g)	421.1	513.2	389.2	504.2	506.2	471.1
Peso del Agua (g)	56.9	66.8	49.8	65.8	67.6	58.9
Peso de Tara (g)	121.0	151.8	121.8	155.8	150.4	156.0
Peso Seco (g)	300.1	361.4	267.4	348.4	355.8	315.1
Cont. de Humedad (%)	19.0%	18.5%	18.6%	18.9%	19.0%	18.7%
Humedad Promedio (%)	18.7%		18.8%		18.8%	

SUELOS Y MATERIALES, S.A. DE C.V.
San Salvador, El Salvador, C.A.

RELACIÓN DE SOPORTE DEL SUELO EN EL LABORATORIO (CBR) AASHTO T 193 (ASTM D1883)			
Proyecto: "DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE PASO A DESNIVEL EN INTERSECCIÓN ENTRE LAS RUTAS CA04S - LIB04W, CARRETERA AL PUERTO DE LA LIBERTAD, SOBRE REDONDEL UTILA, MUNICIPIO DE SANTA TECLA, LA LIBERTAD".			
Solicitante: GRUPO ECON, S.A. DE C.V.		Estación: 0+138	
Muestra No.: 2	Procedencia del Material: PCA No. 2 Profundidad: 0.435 - 0.790 m	Lateral: DERECHO	
Fecha de Ensayo: 11-mar-22	Fecha de Muestreo: 22-feb-22	Laboratorista: C. TORRES	Revisó: N.E.C.R.

HUMEDADES DE SATURACIÓN

Molde No.	4	8	30
Tara No.	---	---	---
Peso Húmedo + Tara (g)	372.6	340.9	442.2
Peso Seco + Tara (g)	328.8	294.2	375.3
Peso del Agua (g)	43.8	46.7	66.9
Peso de Tara (g)	150.4	118.2	151.8
Peso Seco (g)	178.4	176.0	223.5
Humedad Promedio (%)	24.6%	26.5%	29.9%

Molde No.	4	8	30
Masa del Suelo Húmedo + Molde (g) [ANTES DE LA PENETRACIÓN / SATURADO]	11,172.0	11,065.0	11,850.0
Masa del Suelo Húmedo (g) [ANTES DE LA PENETRACIÓN / SATURADO]	3,982.0	3,870.0	3,695.0
Peso Volumétrico Húmedo (kg/m ³) [ANTES DE LA PENETRACIÓN / SATURADO]	1,891.7	1,838.5	1,748.7
Peso Volumétrico Seco (kg/m ³) [ANTES DE LA PENETRACIÓN / SATURADO]	1,519	1,453	1,346

ABUNDAMIENTO

Fecha de Medición	Molde No. 4	Molde No. 8	Molde No. 30
	Cambio en Longitud (0.001")	Cambio en Longitud (0.001")	Cambio en Longitud (0.001")
08/mar/2022	0	0	0
09/mar/2022	0	1	2
10/mar/2022	0	2	3
11/mar/2022	0	2	3
Porcentaje de Abundamiento	0.00%	0.04%	0.07%

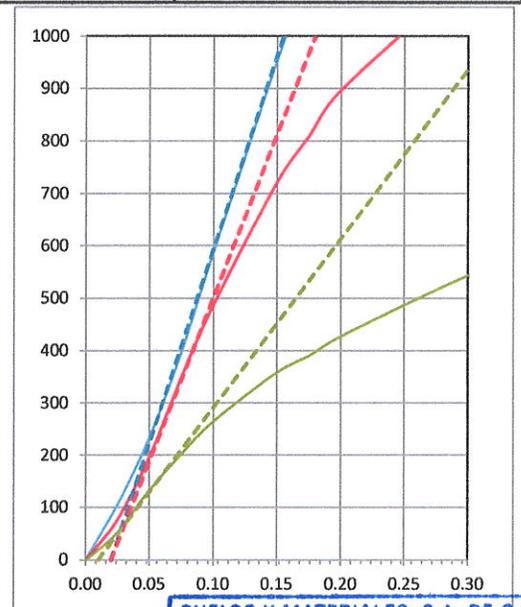
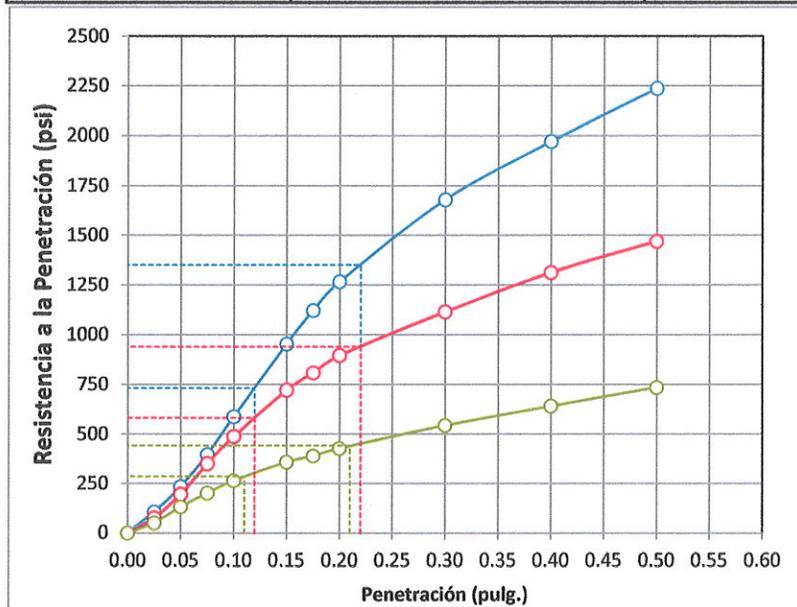
**RELACIÓN DE SOPORTE DEL SUELO EN EL LABORATORIO (CBR)
AASHTO T 193 (ASTM D1883)**

Proyecto: "DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE PASO A DESNIVEL EN INTERSECCIÓN ENTRE LAS RUTAS CA04S - LIB04W, CARRETERA AL PUERTO DE LA LIBERTAD, SOBRE REDONDEL UTILA, MUNICIPIO DE SANTA TECLA, LA LIBERTAD".					
Solicitante: GRUPO ECON, S.A. DE C.V.				Estación: 0+138	
Muestra No.: 2	Procedencia del Material: PCA No. 2			Lateral: DERECHO	
	Profundidad: 0.435 - 0.790 m				
Fecha de Ensayo: 11-mar-22	Fecha de Muestreo: 22-feb-22	Laboratorista: C. TORRES	Revisó: N.E.C.R.		

PENETRACIÓN

Peso Sobrecarga (lb): **10.00** K_{Anillo} (lb / 0.0001"): **9.3902X+41.0841** Área del Pistón (Pulg²): **3.00**

Penetración (Pulgadas)	Molde No. 4		Molde No. 8		Molde No. 30	
	Lectura del Anillo	Resistencia a la Penetración (psi)	Lectura del Anillo	Resistencia a la Penetración (psi)	Lectura del Anillo	Resistencia a la Penetración (psi)
0.000	0	0.00	0	0.00	0	0.00
0.025	29	104.47	20	76.30	12	51.26
0.050	70	232.80	58	195.24	38	132.64
0.075	122	395.56	107	348.61	60	201.50
0.100	183	586.50	151	486.33	80	264.10
0.150	300	952.71	226	721.09	110	358.00
0.175	354	1121.74	254	808.73	120	389.30
0.200	400	1265.72	282	896.37	132	426.86
0.300	532	1678.89	352	1115.48	169	542.68
0.400	625	1969.99	415	1312.67	200	639.71
0.500	710	2236.04	465	1469.18	230	733.61

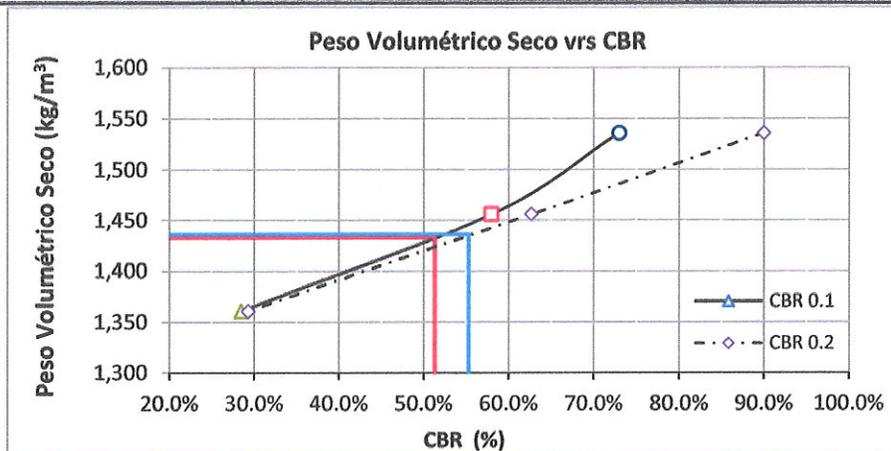


SUELOS Y MATERIALES, S.A. DE C.V.
San Salvador, El Salvador, C.A.

RELACIÓN DE SOPORTE DEL SUELO EN EL LABORATORIO (CBR)				
AASHTO T 193 (ASTM D1883)				
Proyecto: "DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE PASO A DESNIVEL EN INTERSECCIÓN ENTRE LAS RUTAS CA04S - LIB04W, CARRETERA AL PUERTO DE LA LIBERTAD, SOBRE REDONDEL UTILA, MUNICIPIO DE SANTA TECLA, LA LIBERTAD".				
Solicitante: GRUPO ECON, S.A. DE C.V.			Estación: 0+138	
Muestra No.: 2	Procedencia del Material: PCA No. 2		Lateral: DERECHO	
	Profundidad: 0.435 - 0.790 m			
Fecha de Ensayo: 11-mar-22	Fecha de Muestreo: 22-feb-22	Laboratorista: C. TORRES	Revisó: N.E.C.R.	

DETERMINACIÓN DEL CBR			
Molde No.	4	8	30
Número de Golpes	56	25	10
Abscisa Original (pulg.)	0.100	0.100	0.100
Abscisa Corregida (pulg.)	0.120	0.120	0.110
Ordenada (psi)	730.0	580.0	285.0
CBR (Penetración 0.10 pulg.)	73.0%	58.0%	28.5%
Abscisa Original (pulg.)	0.200	0.200	0.200
Abscisa Corregida (pulg.)	0.220	0.220	0.210
Ordenada (psi)	1,350.0	940.0	440.0
CBR (Penetración 0.20 pulg.)	90.0%	62.7%	29.3%
CBR (%)	73.0%	58.0%	28.5%

RELACIÓN DENSIDAD SECA - HUMEDAD (PROCTOR)			
Tipo de Proctor: [AASHTO T-180]	Densidad Seca Máxima: 1,510 kg/m ³	Humedad Óptima: 18.80%	



CBR (0.1") DE DISEÑO AL 95% = 51.0%

CBR (0.2") DE DISEÑO AL 95% = 55.0%

Ing. Néstor Enrique Cárcamo Reyes
Coordinador de Laboratorio de Suelos y Materiales

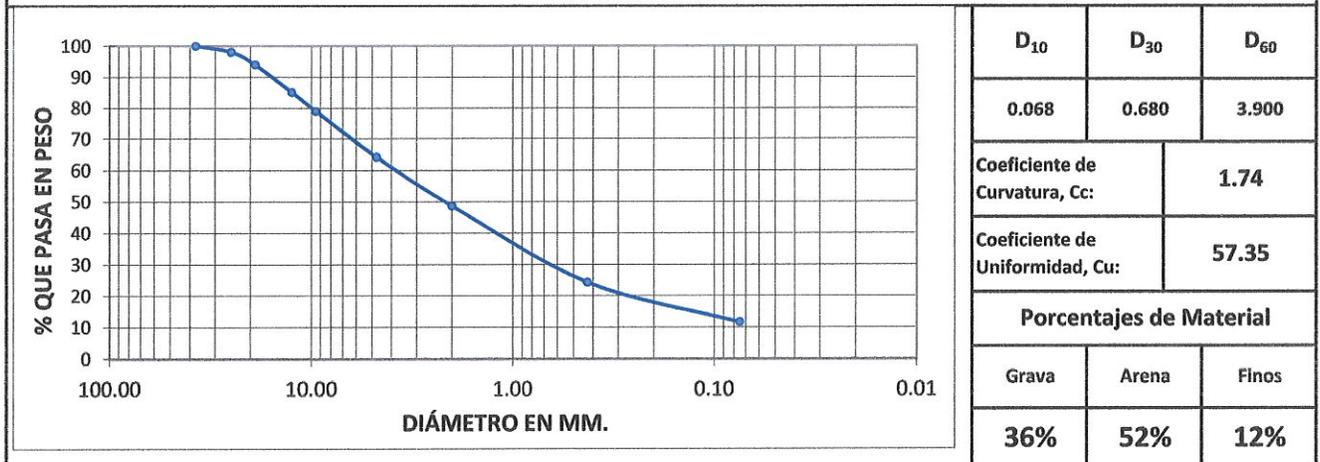
SUELOS Y MATERIALES, S.A. DE C.V.
San Salvador, El Salvador, C.A.

PCA No. 3

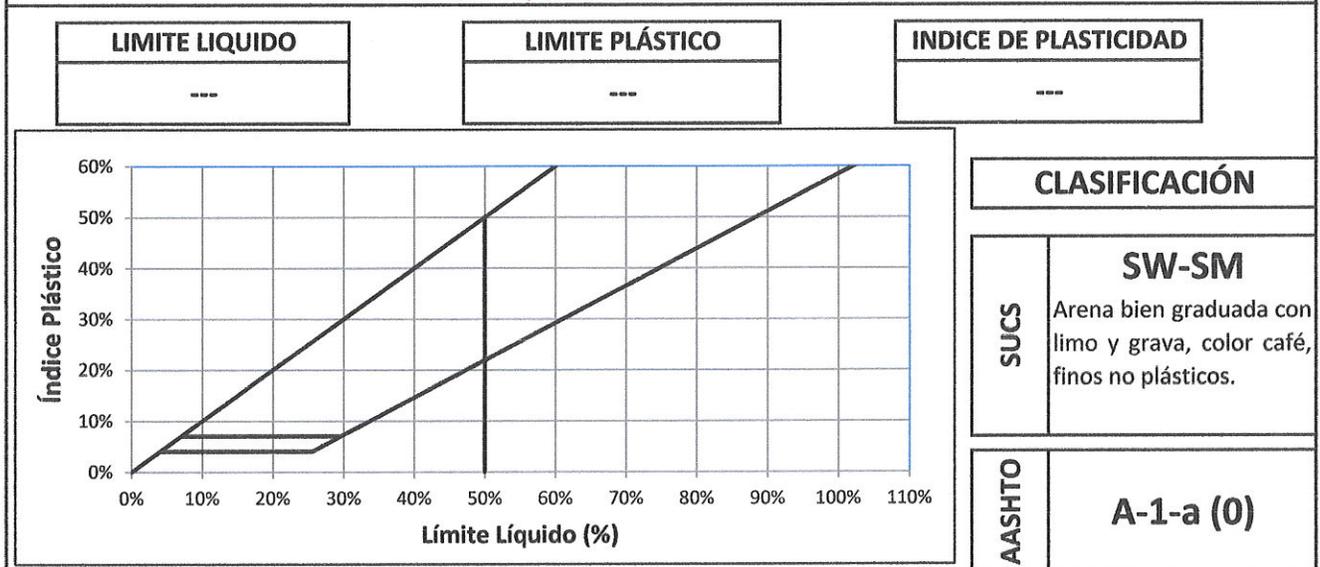
SUELOS Y MATERIALES, S.A. DE C.V.
San Salvador, El Salvador, C.A.

CLASIFICACIÓN DE SUELOS AASHTO M 145 (ASTM D 2487)					
Proyecto: "DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE PASO A DESNIVEL EN INTERSECCIÓN ENTRE LAS RUTAS CA04S - LIB04W, CARRETERA AL PUERTO DE LA LIBERTAD, SOBRE REDONDEL UTILA, MUNICIPIO DE SANTA TECLA, LA LIBERTAD".					
Solicitante: GRUPO ECON, S.A. DE C.V.			Estación: 0+367		
Muestra No.: 1	Procedencia del Material: PCA No. 3		Lateral: DERECHO		
	Profundidad: 0.127 - 0.575 m				
Fecha de Ensayo: 9-mar-22	Fecha de Muestreo: 23-feb-22	Laboratorista: C. TORRES	Revisó: N.E.C.R.		

GRANULOMETRIA



LÍMITE LÍQUIDO, LÍMITE PLÁSTICO E ÍNDICE PLÁSTICO



Ing. Néstor Enrique Cárcamo Reyes
Coordinador de Laboratorio de Suelos y Materiales

SUELOS Y MATERIALES, S.A. DE C.V.
San Salvador, El Salvador, C.A.

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO AASHTO T 27 (ASTM C 136)					
Proyecto: "DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE PASO A DESNIVEL EN INTERSECCIÓN ENTRE LAS RUTAS CA04S - LIB04W, CARRETERA AL PUERTO DE LA LIBERTAD, SOBRE REDONDEL UTILA, MUNICIPIO DE SANTA TECLA, LA LIBERTAD".					
Solicitante: GRUPO ECON, S.A. DE C.V.				Estación: 0+367	
Muestra No.: 1		Procedencia del Material: PCA No. 3		Lateral: DERECHO	
		Profundidad: 0.127 - 0.575 m			
Fecha de Ensayo: 7-mar-22		Fecha de Muestreo: 23-feb-22		Laboratorista: C. TORRES	Revisó: N.E.C.R.

Peso Bruto (grs): 13,621.0 Tara (grs): 900.0 Peso Neto (grs): 12,721.0

MATERIAL GRUESO

PSC (grs): 12,721.0

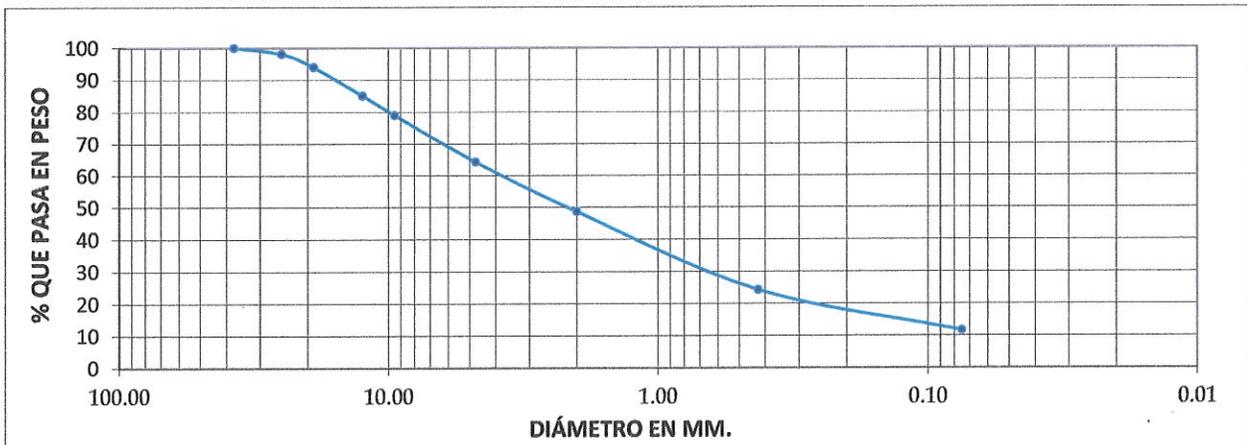
Malla	Peso Retenido Parcial (grs)	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% Que Pasa la Malla	Observaciones
2½"					Contenido de Humedad
2"					PH + Tara (grs): 960.9
1½"	0.0	0.0	0.0	100.0	PS + Tara (grs): 886.9
1"	236.0	1.9	1.9	98.1	Humedad (grs): 74.0
¾"	524.0	4.1	6.0	94.0	PS Neto (grs): 746.3
½"	1133.0	8.9	14.9	85.1	Peso Tara (grs): 140.6
3/8"	779.0	6.1	21.0	79.0	Humedad (%): 9.9
No. 4	1871.0	14.7	35.7	64.3	
Pasa No. 4	8178.0	64.3	100.0		
SUMAS	12721.0	100.0			

MATERIAL TAMIZADO POR MALLA No.4

Peso Neto (grs): 754.4

PSC (grs): 754.4

Malla	Peso Retenido Parcial (grs)	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% Que Pasa la Malla	Observaciones
No. 10	183.1	15.6	51.3	48.7	GRAVA 36%
No. 40	286.0	24.4	75.7	24.3	ARENA 52%
No. 200	147.5	12.6	88.3	11.7	FINOS 12%
Pasa No. 200	137.8	11.7	100.0	0.0	
SUMAS	754.4	100.0			



Ing. Néstor Enrique Cárcamo Reyes
 Coordinador de Laboratorio de Suelos y Materiales

SUELOS Y MATERIALES, S.A. DE C.V.
 San Salvador, El Salvador, C.A.

Código: REG P7.08-01

Edición: 01.01

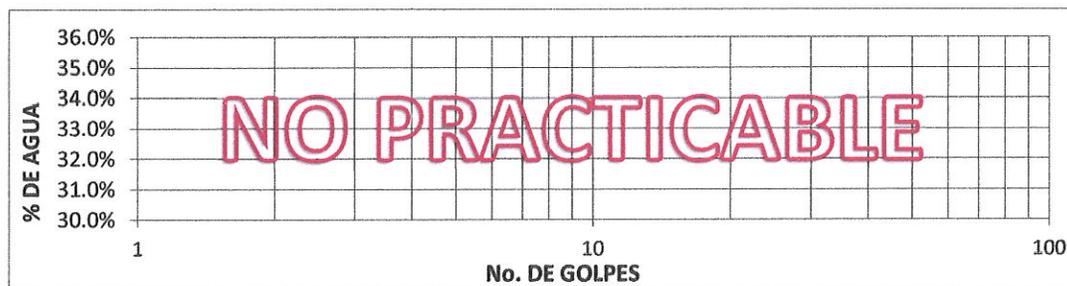
No. de Informe: IRE22-CC-124

INFORME DE RESULTADOS DE LIMITES DE ATTERBERG ASTM D 4318-17			
Proyecto:* "DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE PASO A DESNIVEL EN INTERSECCIÓN ENTRE LAS RUTAS CA04S - LIB04W, CARRETERA AL PUERTO DE LA LIBERTAD, SOBRE REDONDEL UTILA, MUNICIPIO DE SANTA TECLA, LA LIBERTAD".			
Solicitante:* GRUPO ECON, S.A. DE C.V.			
Ubicación:* DEPARTAMENTO DE LA LIBERTAD.			
Procedencia del Material:* PCA No. 3		Estación: 0+367	
Muestra No. : 1	Profundidad:* 0.127 - 0.575 m		Lateral. DERECHO
Fecha de Ensayo: 8-mar-22	Laboratorista: C. TORRES		Revisó: N.E.C.R.
Grano máximo Aproximado: 19.00 mm	Porcentaje Retenido en la malla No 40 (Aprox.): 75.7%	Contenido de agua de muestra como es recibida (%): 9.9%	
Método de Preparación de la muestra:	<input type="checkbox"/> Húmedo <input type="checkbox"/> Secado al horno <input checked="" type="checkbox"/> Secado al aire	Método utilizado para remover las partículas mayores a la malla No.40:	<input type="checkbox"/> Con la mano <input checked="" type="checkbox"/> Tamizado (seco) <input type="checkbox"/> Lavado
Realización <input checked="" type="checkbox"/> Manual Lim. Plas.: <input type="checkbox"/> Dispositivo de rolado	Dispositivo para Lim. Liq.: <input checked="" type="checkbox"/> Manual <input type="checkbox"/> Mecánico	Herramienta de Ranurado: <input checked="" type="checkbox"/> Metálica <input type="checkbox"/> Plástica	

	LIMITE LIQUIDO	LIMITE PLÁSTICO
Prueba No.		
No. de Golpes		
Cápsula No.		
Peso Húmedo + Tara, g		
Peso Seco + Tara, g	NO PRACTICABLE	NO PRACTICABLE
Peso Agua, g		
Peso Tara, g		
Peso Seco, g		
Contenido de Agua %		

(*) Información proporcionada por el solicitante

Los resultados corresponden al material proporcionado por el solicitante.



LIMITE LIQUIDO	----
LIMITE PLÁSTICO	----
ÍNDICE DE PLASTICIDAD	----

Ing. Néstor Enrique Carcamo Reyes
Coordinador de Laboratorio de Suelos y Materiales
Fecha de Emisión: 09/03/2022

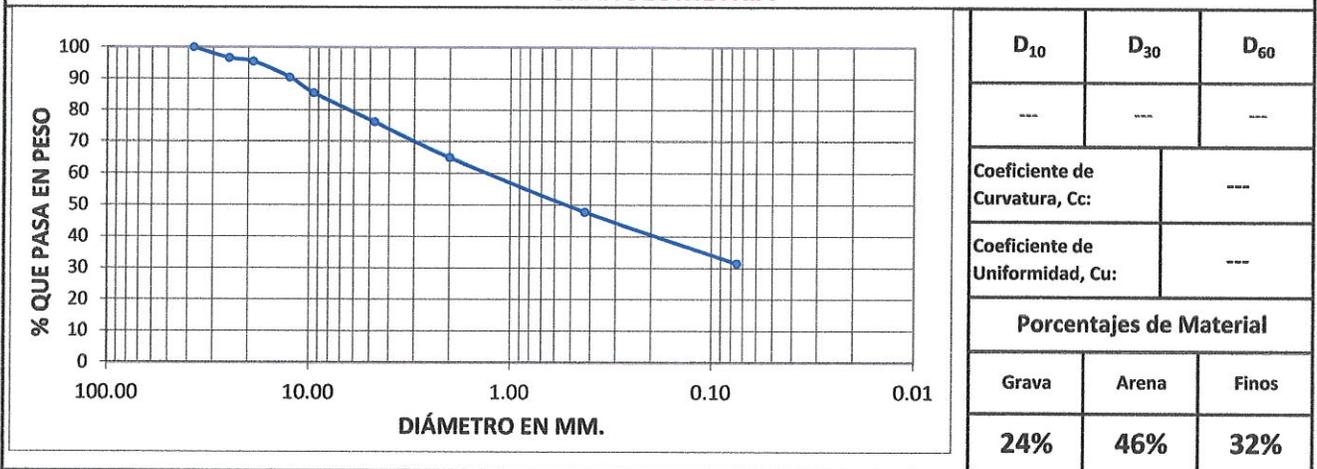
SUELOS Y MATERIALES, S.A. DE C.V.
San Salvador, El Salvador, C.A.

3 de 3

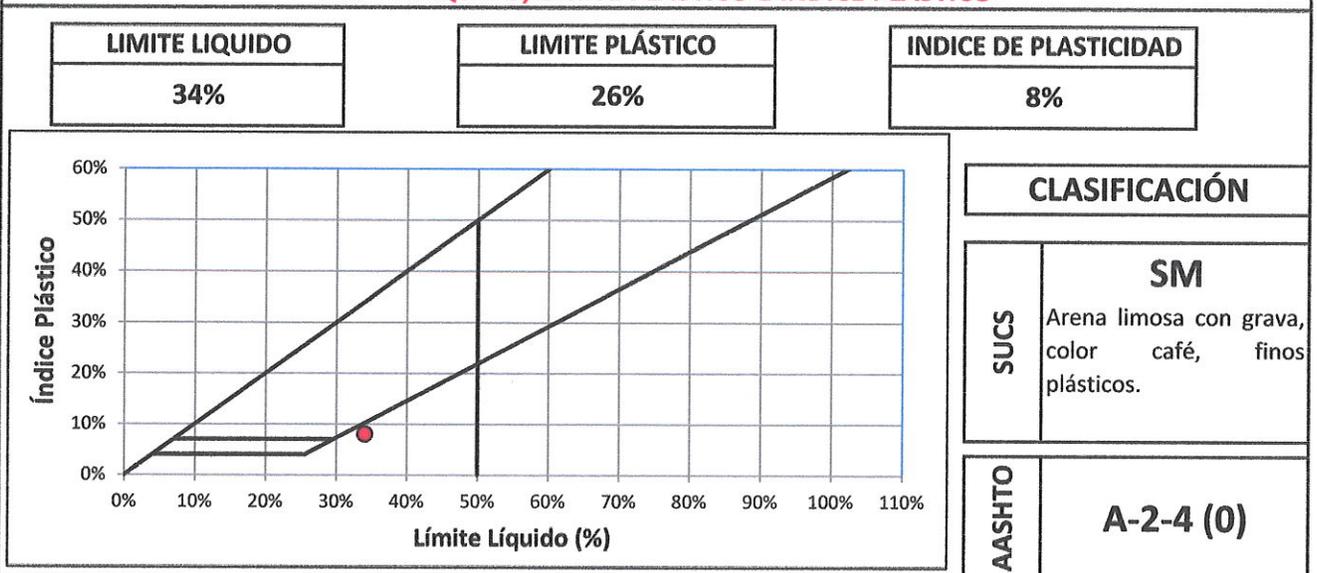
Prohibida la reproducción total o parcial de este documento sin la autorización de Suelos y Materiales, S.A. de C.V.

CLASIFICACIÓN DE SUELOS AASHTO M 145 (ASTM D 2487)					
Proyecto: "DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE PASO A DESNIVEL EN INTERSECCIÓN ENTRE LAS RUTAS CA04S - LIB04W, CARRETERA AL PUERTO DE LA LIBERTAD, SOBRE REDONDEL UTILA, MUNICIPIO DE SANTA TECLA, LA LIBERTAD".					
Solicitante: GRUPO ECON, S.A. DE C.V.			Estación: 0+367		
Muestra No.: 2		Procedencia del Material: PCA No. 3		Lateral: DERECHO	
		Profundidad: 0.575 - 0.90 m			
Fecha de Ensayo: 9-mar-22		Fecha de Muestreo: 23-feb-22		Laboratorista: C. TORRES	
				Revisó: N.E.C.R.	

GRANULOMETRIA



LÍMITE LÍQUIDO, LÍMITE PLÁSTICO E ÍNDICE PLÁSTICO



Ing. Néstor Enrique Cárcamo Reyes
Coordinador de Laboratorio de Suelos y Materiales

SUELOS Y MATERIALES, S.A. DE C.V.
San Salvador, El Salvador, C.A.

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO AASHTO T 27 (ASTM C 136)					
Proyecto: "DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE PASO A DESNIVEL EN INTERSECCIÓN ENTRE LAS RUTAS CA04S - LIB04W, CARRETERA AL PUERTO DE LA LIBERTAD, SOBRE REDONDEL UTILA, MUNICIPIO DE SANTA TECLA, LA LIBERTAD".					
Solicitante: GRUPO ECON, S.A. DE C.V.				Estación: 0+367	
Muestra No.: 2	Procedencia del Material: PCA No. 3			Lateral: DERECHO	
Profundidad: 0.575 - 0.90 m					
Fecha de Ensayo: 5-mar-22	Fecha de Muestreo: 23-feb-22		Laboratorista: C. TORRES	Revisó: N.E.C.R.	

Peso Bruto (grs): 8,953.0 Tara (grs): 520.0 Peso Neto (grs): 8,433.0
MATERIAL GRUESO PSC (grs): 8,433.0

Malla	Peso Retenido Parcial (grs)	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% Que Pasa la Malla	Observaciones
2½"					Contenido de Humedad PH + Tara (grs): 788.8 PS + Tara (grs): 692.6 Humedad grs): 96.2 PS Neto (grs): 571.0 Peso Tara (grs): 121.6 Humedad (%): 16.9
2"					
1½"	0.0	0.0	0.0	100.0	
1"	287.0	3.4	3.4	96.6	
¾"	91.0	1.1	4.5	95.5	
½"	423.0	5.0	9.5	90.5	
3/8"	424.0	5.0	14.5	85.5	
No. 4	774.0	9.2	23.7	76.3	
Pasa No. 4	6434.0	76.3	100.0		
SUMAS	8433.0	100.0			

MATERIAL TAMIZADO POR MALLA No.4 Peso Neto (grs): 714.6 PSC (grs): 714.6

Malla	Peso Retenido Parcial (grs)	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% Que Pasa la Malla	Observaciones
No. 10	106.0	11.3	35.0	65.0	GRAVA 24%
No. 40	161.2	17.2	52.2	47.8	ARENA 46%
No. 200	152.5	16.3	68.5	31.5	FINOS 32%
Pasa No. 200	294.9	31.5	100.0	0.0	
SUMAS	714.6	100.0			



Ing. Néstor Enrique Cárcamo Reyes
 Coordinador de Laboratorio de Suelos y Materiales

SUELOS Y MATERIALES, S.A. DE C.V.
 San Salvador, El Salvador, C.A.

Código: REG P7.08-01

Edición: 01.01

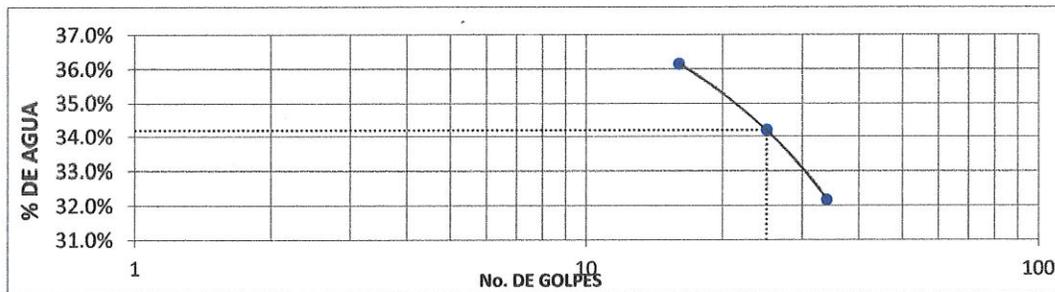
No. de Informe: IRE22-CC-124

INFORME DE RESULTADOS DE LIMITES DE ATTERBERG ASTM D 4318-17					
Proyecto:* "DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE PASO A DESNIVEL EN INTERSECCIÓN ENTRE LAS RUTAS CA04S - LIB04W, CARRETERA AL PUERTO DE LA LIBERTAD, SOBRE REDONDEL UTILA, MUNICIPIO DE SANTA TECLA, LA LIBERTAD".					
Solicitante:* GRUPO ECON, S.A. DE C.V.					
Ubicación:* DEPARTAMENTO DE LA LIBERTAD					
Procedencia del Material:* PCA No. 3			Estación: 0+367		
Muestra No. : 2		Profundidad:* 0.575 - 0.90 m		Lateral. DERECHO	
Fecha de Ensayo: 8-mar-22		Laboratorista: D. FUENTES		Revisó: N.E.C.R.	
Grano máximo Aproximado: 19.00 mm		Porcentaje Retenido en la malla No 40 (Aprox.): 52.2%		Contenido de agua de muestra como es recibida (%): 16.9%	
Método de Preparación de la muestra:		Método utilizado para remover las partículas mayores a la malla No.40:			
<input type="checkbox"/> Húmedo <input type="checkbox"/> Secado al horno <input checked="" type="checkbox"/> Secado al aire		<input type="checkbox"/> Con la mano <input checked="" type="checkbox"/> Tamizado (seco) <input type="checkbox"/> Lavado			
Realización <input checked="" type="checkbox"/> Manual		Dispositivo para Lim. Liq.: <input type="checkbox"/> Manual		Herramienta de Ranurado: <input checked="" type="checkbox"/> Metálica	
Lím. Plas.: <input type="checkbox"/> Dispositivo de rolado		<input checked="" type="checkbox"/> Mecánico		<input type="checkbox"/> Plástica	

Prueba No.	LIMITE LIQUIDO			LIMITE PLÁSTICO	
	1	2	3	1	2
No. de Golpes	34	25	16		
Cápsula No.	9	29	52	100	42
Peso Húmedo + Tara, g	25.45	25.54	25.58	20.76	20.41
Peso Seco + Tara, g	22.57	22.69	22.59	19.47	19.11
Peso Agua, g	2.88	2.85	2.99	1.29	1.30
Peso Tara, g	13.62	14.36	14.32	14.47	14.03
Peso Seco, g	8.95	8.33	8.27	5.00	5.08
Contenido de Agua %	32.2%	34.2%	36.2%	25.8%	25.6%

(*) Información proporcionada por el solicitante

Los resultados corresponden al material proporcionado por el solicitante



LIMITE LIQUIDO	34%
LIMITE PLÁSTICO	26%
ÍNDICE DE PLASTICIDAD	8%

Ing. Néstor Enrique Cárcamo Reyes
Coordinador de Laboratorio de Suelos y Materiales

Fecha de Emisión: 09/03/2022
3 de 8

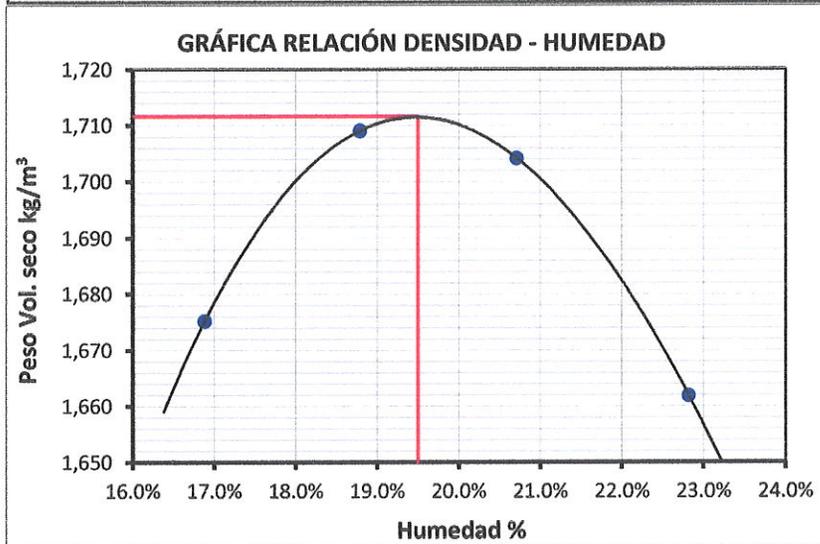
SUELOS Y MATERIALES, S.A. DE C.V.
San Salvador, El Salvador, C.A.

Prohibida la reproducción total o parcial de este documento sin la autorización de Suelos y Materiales, S.A. de C.V.

No. de Informe: IRE22-CC-124

RELACIÓN DENSIDAD - HUMEDAD (PROCTOR) AASHTO T 180				
Proyecto: "DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE PASO A DESNIVEL EN INTERSECCIÓN ENTRE LAS RUTAS CA04S - LIB04W, CARRETERA AL PUERTO DE LA LIBERTAD, SOBRE REDONDEL UTILA, MUNICIPIO DE SANTA TECLA, LA LIBERTAD".				
Solicitante: GRUPO ECON, S.A. DE C.V.			Estación: 0+367	
Muestra No.: 2	Procedencia del Material: PCA No. 3		Lateral: DERECHO	
	Profundidad: 0.575 - 0.90 m			
Fecha de Ensayo: 9-mar-22	Fecha de Muestreo: 23-feb-22	Laboratorista: C. TORRES	Revisó: N.E.C.R.	
NORMA T-180 MÉTODO D MOLDE 6" MARTILLO 10.00 Lbs. No CAPAS 5 GOLPE POR CAPA 56				

	0%	2%	4%	6%
% Humedad de prueba				
Peso muestra húmeda + molde (gr)	10624	10777	10834	10800
Peso molde (gr)	6475	6475	6475	6475
Peso muestra húmeda (gr)	4149	4302	4359	4325
Capacidad molde (dm ³)	2.119	2.119	2.119	2.119
Peso volumétrico húmedo P.V.H. (Kg/m ³)	1,958	2,030	2,057	2,041
Peso volumétrico seco P.V.S. (Kg/m ³)	1,675	1,709	1,704	1,662
Peso húmedo + recipiente (gr)	449.5	514.6	644.5	515.0
Peso seco + recipiente (gr)	402.5	451.9	560.3	441.8
Peso de agua (gr)	47.0	62.7	84.2	73.2
Tara (gr)	124.1	118.2	153.7	121.0
Peso seco (gr)	278.4	333.7	406.6	320.8
% Humedad	16.9%	18.8%	20.7%	22.8%



HUMEDAD ÓPTIMA	19.5%
P.V. SECO MÁXIMO	1712 Kg/m ³
P.V. HUMEDO	2046 Kg/m ³
GRAVEDAD ESPECÍFICA	---
% RETENIDO MALLA 3/4"	---
P.V.S. MÁX. CORREGIDO	---
P.V. HUMEDO MÁX.	---
HUMEDAD CORREGIDA	---
CLASIFICACIÓN	
AASHTO	A-2-4 (0)
SUCS	SM

Ing. Néstor Enrique Cárcamo Reyes
Coordinador de Laboratorio de Suelos y Materiales

SUELOS Y MATERIALES, S.A. DE C.V.
San Salvador, El Salvador, C.A.

4 de 8

Prohibida la reproducción total o parcial de este documento sin la autorización de Suelos y Materiales, S.A. de C.V.

**RELACIÓN DE SOPORTE DEL SUELO EN EL LABORATORIO (CBR)
AASHTO T 193 (ASTM D1883)**

Proyecto: "DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE PASO A DESNIVEL EN INTERSECCIÓN ENTRE LAS RUTAS CA04S - LIB04W, CARRETERA AL PUERTO DE LA LIBERTAD, SOBRE REDONDEL UTILA, MUNICIPIO DE SANTA TECLA, LA LIBERTAD".					
Solicitante: GRUPO ECON, S.A. DE C.V.				Estación: 0+367	
Muestra No.: 2	Procedencia del Material: PCA No. 3			Lateral: DERECHO	
	Profundidad: 0.575 - 0.90 m				
Fecha de Ensayo: 12-mar-22	Fecha de Muestreo: 23-feb-22	Laboratorista: C. TORRES	Revisó: N.E.C.R.		

CLASIFICACIÓN SUCS Y AASHTO DE LA MUESTRA

Porcentajes de Material	Grava:	24%	Límites de Atterberg	LL:	34%	SUCS	SM Arena limosa con grava, color café, finos plásticos.	AASHTO	A-2-4 (0)
	Arena:	46%		LP:	26%				
	Finos:	32%		IP:	8%				

COMPACTACIÓN

Masa Espécimen (g):	6,000.00	Agua Agregada (ml):	180.00	
Molde No.	18	22	27	
Número de Golpes por Capa	56	25	10	
Masa del Suelo Húmedo + Molde (g)	11,520.0	11,340.0	10,895.0	
Masa del Molde (g)	7,150.0	7,178.0	7,078.0	
Volumen Molde (cm³):	2,105.0	2,103.0	2,087.0	
Masa del Suelo Húmedo (g)	4,370.0	4,162.0	3,817.0	
Contenido de Agua (%)	19.5%	19.5%	19.4%	
Peso Volumétrico Húmedo (kg/m³)	2,076.0	1,979.1	1,828.9	
Peso Volumétrico Seco (kg/m³)	1,737	1,655	1,531	

HUMEDADES DE COMPACTACIÓN

Molde No.	18		22		27	
Tara No.	---	---	---	---	---	---
Peso Húmedo + Tara (g)	566.2	480.0	566.1	670.0	674.0	575.0
Peso Seco + Tara (g)	494.2	421.1	499.0	579.1	588.6	501.8
Peso del Agua (g)	72.0	58.9	67.1	90.9	85.4	73.2
Peso de Tara (g)	118.2	124.0	150.4	121.0	153.7	121.8
Peso Seco (g)	376.0	297.1	348.6	458.1	434.9	380.0
Cont. de Humedad (%)	19.1%	19.8%	19.2%	19.8%	19.6%	19.3%
Humedad Promedio (%)	19.5%		19.5%		19.4%	

SUELOS Y MATERIALES, S.A. DE C.V.
San Salvador, El Salvador, C.A.

**RELACIÓN DE SOPORTE DEL SUELO EN EL LABORATORIO (CBR)
AASHTO T 193 (ASTM D1883)**

Proyecto: "DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE PASO A DESNIVEL EN INTERSECCIÓN ENTRE LAS RUTAS CA04S - LIB04W, CARRETERA AL PUERTO DE LA LIBERTAD, SOBRE REDONDEL UTILA, MUNICIPIO DE SANTA TECLA, LA LIBERTAD".					
Solicitante: GRUPO ECON, S.A. DE C.V.				Estación: 0+367	
Muestra No.: 2	Procedencia del Material: PCA No. 3			Lateral: DERECHO	
	Profundidad: 0.575 - 0.90 m				
Fecha de Ensayo: 12-mar-22	Fecha de Muestreo: 23-feb-22	Laboratorista: C. TORRES	Revisó: N.E.C.R.		

HUMEDADES DE SATURACIÓN

Molde No.	18	22	27
Tara No.	---	---	---
Peso Húmedo + Tara (g)	391.1	498.2	438.5
Peso Seco + Tara (g)	341.3	431.1	372.0
Peso del Agua (g)	49.8	67.1	66.5
Peso de Tara (g)	121.6	151.8	118.2
Peso Seco (g)	219.7	279.3	253.8
Humedad Promedio (%)	22.7%	24.0%	26.2%

Molde No.	18	22	27
Masa del Suelo Húmedo + Molde (g) [ANTES DE LA PENETRACIÓN / SATURADO]	11,620.0	11,470.0	11,100.0
Masa del Suelo Húmedo (g) [ANTES DE LA PENETRACIÓN / SATURADO]	4,470.0	4,292.0	4,022.0
Peso Volumétrico Húmedo (kg/m ³) [ANTES DE LA PENETRACIÓN / SATURADO]	2,123.5	2,040.9	1,927.2
Peso Volumétrico Seco (kg/m ³) [ANTES DE LA PENETRACIÓN / SATURADO]	1,731	1,646	1,527

ABUNDAMIENTO

Fecha de Medición	Molde No. 18	Molde No. 22	Molde No. 27
	Cambio en Longitud (0.001")	Cambio en Longitud (0.001")	Cambio en Longitud (0.001")
09/mar/2022	0	0	0
10/mar/2022	0	2	4
11/mar/2022	0	5	7
12/mar/2022	0	5	7
Porcentaje de Abundamiento	0.00%	0.11%	0.15%

SUELOS Y MATERIALES, S.A. DE C.V.
San Salvador, El Salvador, C.A.

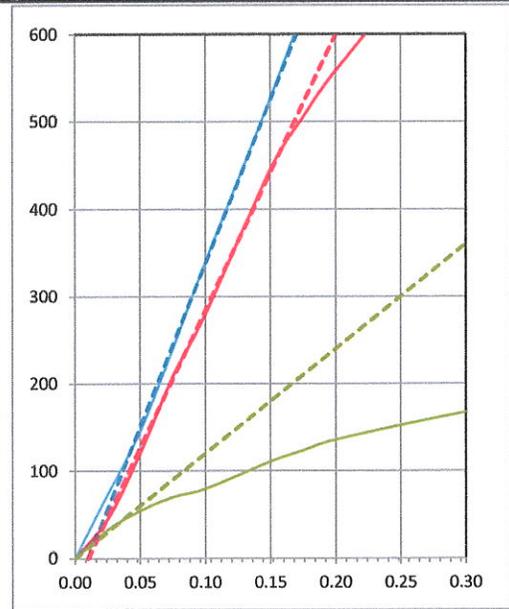
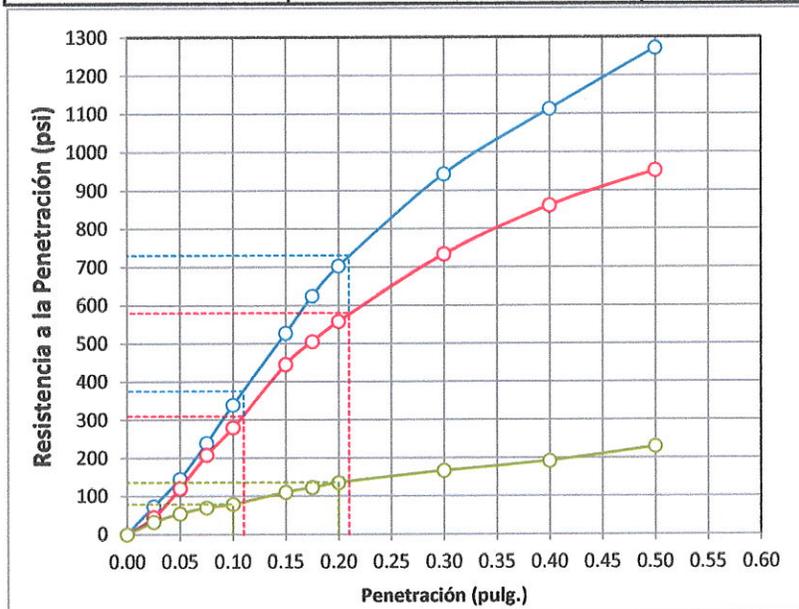
**RELACIÓN DE SOPORTE DEL SUELO EN EL LABORATORIO (CBR)
AASHTO T 193 (ASTM D1883)**

Proyecto: "DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE PASO A DESNIVEL EN INTERSECCIÓN ENTRE LAS RUTAS CA04S - LIB04W, CARRETERA AL PUERTO DE LA LIBERTAD, SOBRE REDONDEL UTILA, MUNICIPIO DE SANTA TECLA, LA LIBERTAD".					
Solicitante: GRUPO ECON, S.A. DE C.V.				Estación: 0+367	
Muestra No.: 2	Procedencia del Material: PCA No. 3			Lateral: DERECHO	
	Profundidad: 0.575 - 0.90 m				
Fecha de Ensayo: 12-mar-22	Fecha de Muestreo: 23-feb-22	Laboratorista: C. TORRES	Revisó: N.E.C.R.		

PENETRACIÓN

Peso Sobrecarga (lb): **10.00** K_{Anillo} (lb / 0.0001"): **9.3902X+41.0841** Área del Pistón (Pulg²): **3.00**

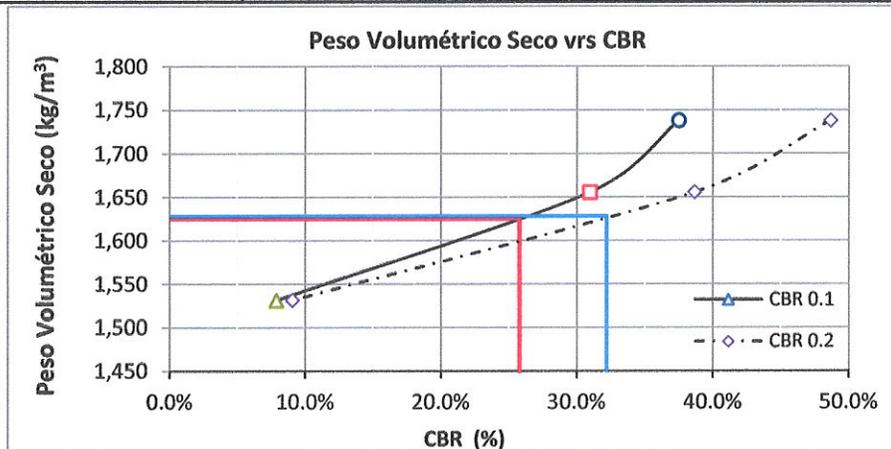
Penetración (Pulgadas)	Molde No. 18		Molde No. 22		Molde No. 27	
	Lectura del Anillo	Resistencia a la Penetración (psi)	Lectura del Anillo	Resistencia a la Penetración (psi)	Lectura del Anillo	Resistencia a la Penetración (psi)
0.000	0	0.00	0	0.00	0	0.00
0.025	19	73.17	10	45.00	6	32.48
0.050	42	145.16	34	120.12	13	54.39
0.075	72	239.06	62	207.76	18	70.04
0.100	104	339.22	85	279.75	21	79.43
0.150	164	527.03	138	445.64	31	110.73
0.175	195	624.06	157	505.12	35	123.25
0.200	220	702.31	174	558.33	39	135.77
0.300	297	943.32	230	733.61	49	167.07
0.400	351	1112.35	271	861.94	57	192.11
0.500	402	1271.98	300	952.71	69	229.67



RELACIÓN DE SOPORTE DEL SUELO EN EL LABORATORIO (CBR)				
AASHTO T 193 (ASTM D1883)				
Proyecto: "DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE PASO A DESNIVEL EN INTERSECCIÓN ENTRE LAS RUTAS CA04S - LIB04W, CARRETERA AL PUERTO DE LA LIBERTAD, SOBRE REDONDEL UTILA, MUNICIPIO DE SANTA TECLA, LA LIBERTAD".				
Solicitante: GRUPO ECON, S.A. DE C.V.			Estación: O+367	
Muestra No.: 2	Procedencia del Material: PCA No. 3		Lateral: DERECHO	
	Profundidad: 0.575 - 0.90 m			
Fecha de Ensayo: 12-mar-22	Fecha de Muestreo: 23-feb-22	Laboratorista: C. TORRES	Revisó: N.E.C.R.	

DETERMINACIÓN DEL CBR			
Molde No.	18	22	27
Número de Golpes	56	25	10
Abscisa Original (pulg.)	0.100	0.100	0.100
Abscisa Corregida (pulg.)	0.110	0.110	0.100
Ordenada (psi)	375.0	310.0	79.0
CBR (Penetración 0.10 pulg.)	37.5%	31.0%	7.9%
Abscisa Original (pulg.)	0.200	0.200	0.200
Abscisa Corregida (pulg.)	0.210	0.210	0.200
Ordenada (psi)	730.0	580.0	136.0
CBR (Penetración 0.20 pulg.)	48.7%	38.7%	9.1%
CBR (%)	37.5%	31.0%	7.9%

RELACIÓN DENSIDAD SECA - HUMEDAD (PROCTOR)			
Tipo de Proctor: [AASHTO T-180]	Densidad Seca Máxima: 1,712 kg/m ³	Humedad Óptima: 19.50%	



CBR (0.1") DE DISEÑO AL 95% = 26.0%

CBR (0.2") DE DISEÑO AL 95% = 32.0%

Ing. Néstor Enrique Cárcamo Reyes
Coordinador de Laboratorio de Suelos y Materiales

SUELOS Y MATERIALES, S.A. DE C.V.
San Salvador, El Salvador, C.A.

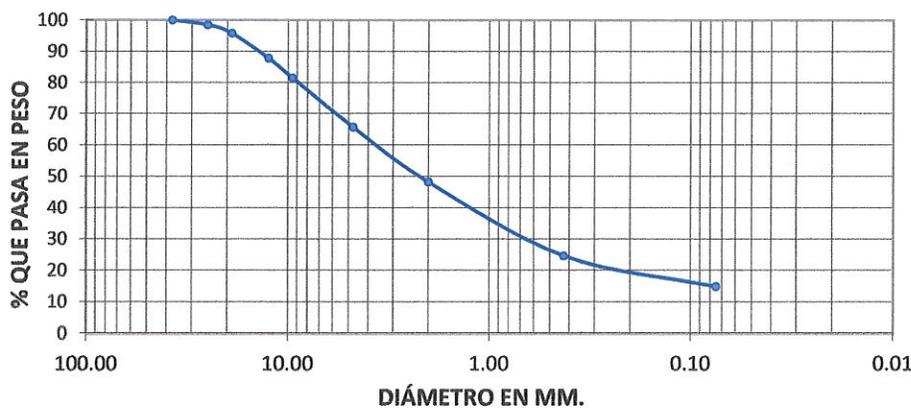
PCA No. 4

SUELOS Y MATERIALES, S.A. DE C.V.
San Salvador, El Salvador, C.A.

CLASIFICACIÓN DE SUELOS AASHTO M 145 (ASTM D 2487)

Proyecto: "DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE PASO A DESNIVEL EN INTERSECCIÓN ENTRE LAS RUTAS CA04S - LIB04W, CARRETERA AL PUERTO DE LA LIBERTAD, SOBRE REDONDEL UTILA, MUNICIPIO DE SANTA TECLA, LA LIBERTAD".					
Solicitante: GRUPO ECON, S.A. DE C.V.			Estación: 0+387		
Muestra No.: 1		Procedencia del Material: PCA No. 4		Lateral: DERECHO	
		Profundidad: 0.129 - 0.437 m			
Fecha de Ensayo: 9-mar-22		Fecha de Muestreo: 23-feb-22		Laboratorista: C. TORRES	Revisó: N.E.C.R.

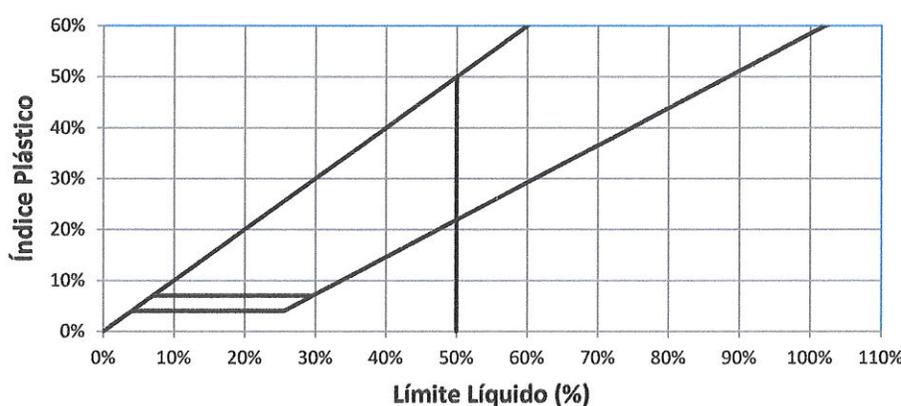
GRANULOMETRIA



D₁₀	D₃₀	D₆₀
---	---	---
Coefficiente de Curvatura, Cc:		---
Coefficiente de Uniformidad, Cu:		---
Porcentajes de Material		
Grava	Arena	Finos
34%	51%	15%

LÍMITE LÍQUIDO, LÍMITE PLÁSTICO E ÍNDICE PLÁSTICO

LÍMITE LÍQUIDO	LÍMITE PLÁSTICO	ÍNDICE DE PLASTICIDAD
---	---	---



CLASIFICACIÓN	
SUCS	SM Arena limosa con grava, color café, finos no plásticos.
AASHTO	A-1-a (0)

Ing. Néstor Enrique Cárcamo Reyes
Coordinador de Laboratorio de Suelos y Materiales

SUELOS Y MATERIALES, S.A. DE C.V.
San Salvador, El Salvador, C.A.

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO AASHTO T 27 (ASTM C 136)					
Proyecto: "DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE PASO A DESNIVEL EN INTERSECCIÓN ENTRE LAS RUTAS CA04S - LIB04W, CARRETERA AL PUERTO DE LA LIBERTAD, SOBRE REDONDEL UTILA, MUNICIPIO DE SANTA TECLA, LA LIBERTAD".					
Solicitante: GRUPO ECON, S.A. DE C.V.				Estación: 0+387	
Muestra No.: 1		Procedencia del Material: PCA No. 4		Lateral: DERECHO	
		Profundidad: 0.129 - 0.437 m			
Fecha de Ensayo: 7-mar-22		Fecha de Muestreo: 23-feb-22		Laboradorista: C. TORRES	Revisó: N.E.C.R.

Peso Bruto (grs): 13,129.0 Tara (grs): 900.0 Peso Neto (grs): 12,229.0

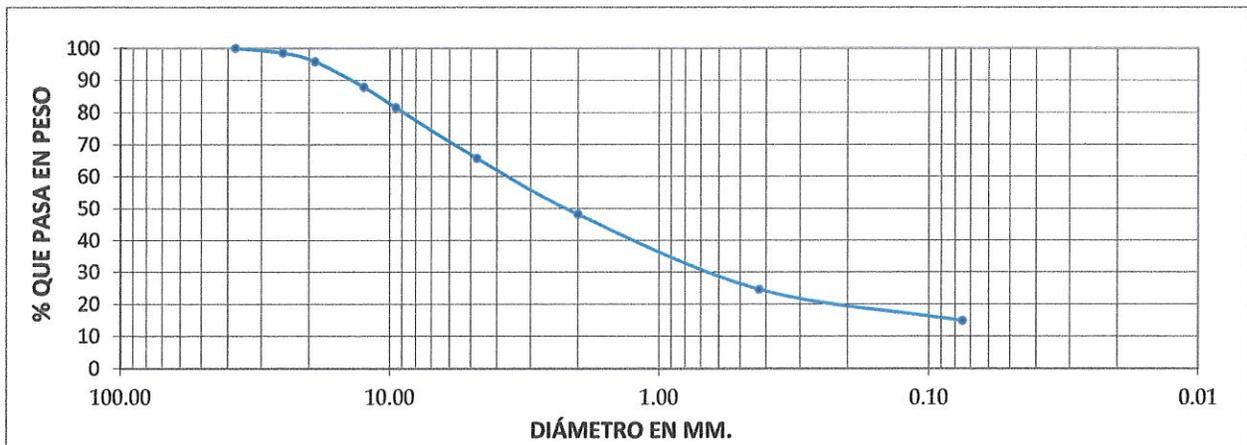
MATERIAL GRUESO

PSC (grs): 12,229.0

Malla	Peso Retenido Parcial (grs)	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% Que Pasa la Malla	Observaciones
2½"					Contenido de Humedad
2"					PH + Tara (grs): 900.2
1½"	0.0	0.0	0.0	100.0	PS + Tara (grs): 835.8
1"	185.0	1.5	1.5	98.5	Humedad grs): 64.4
¾"	334.0	2.7	4.2	95.8	PS Neto (grs): 717.6
½"	966.0	7.9	12.1	87.9	Peso Tara (grs): 118.2
3/8"	784.0	6.4	18.5	81.5	Humedad (%): 9.0
No. 4	1929.0	15.8	34.3	65.7	
Pasa No. 4	8031.0	65.7	100.0		
SUMAS	12229.0	100.0			

MATERIAL TAMIZADO POR MALLA No.4 Peso Neto (grs): 770.8 PSC (grs): 770.8

Malla	Peso Retenido Parcial (grs)	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% Que Pasa la Malla	Observaciones
No. 10	205.8	17.5	51.8	48.2	GRAVA 34%
No. 40	276.4	23.6	75.4	24.6	ARENA 51%
No. 200	113.5	9.7	85.1	14.9	FINOS 15%
Pasa No. 200	175.1	14.9	100.0	0.0	
SUMAS	770.8	100.0			



Ing. Néstor Enrique Carcamo Reyes
 Coordinador de Laboratorio de Suelos y Materiales

SUELOS Y MATERIALES, S.A. DE C.V.
 San Salvador, El Salvador, C.A.

Código: REG P7.08-01

Edición: 01.01

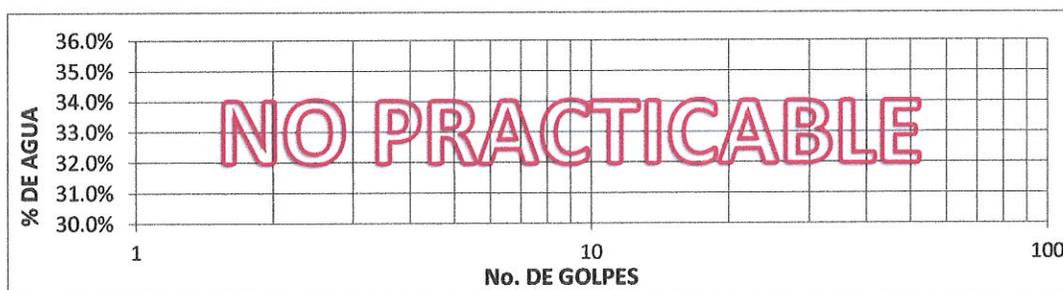
No. de Informe: IRE22-CC-124

INFORME DE RESULTADOS DE LIMITES DE ATTERBERG ASTM D 4318-17			
Proyecto:* "DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE PASO A DESNIVEL EN INTERSECCIÓN ENTRE LAS RUTAS CA04S - LIB04W, CARRETERA AL PUERTO DE LA LIBERTAD, SOBRE REDONDEL UTILA, MUNICIPIO DE SANTA TECLA, LA LIBERTAD".			
Solicitante:* GRUPO ECON, S.A. DE C.V.			
Ubicación:* DEPARTAMENTO DE LA LIBERTAD.			
Procedencia del Material:* PCA No. 4		Estación: 0+387	
Muestra No. : 1	Profundidad:* 0.129 - 0.437 m		Lateral. DERECHO
Fecha de Ensayo: 8-mar-22	Laboratorista: C. TORRES		Revisó: N.E.C.R.
Grano máximo Aproximado: 19.00 mm	Porcentaje Retenido en la malla No 40 (Aprox.): 75.4%	Contenido de agua de muestra como es recibida (%): 9.0%	
Método de Preparación de la muestra:	<input type="checkbox"/> Húmedo <input type="checkbox"/> Secado al horno <input checked="" type="checkbox"/> Secado al aire	Método utilizado para remover las partículas mayores a la malla No.40:	<input type="checkbox"/> Con la mano <input checked="" type="checkbox"/> Tamizado (seco) <input type="checkbox"/> Lavado
Realización <input checked="" type="checkbox"/> Manual Lim. Plas.: <input type="checkbox"/> Dispositivo de rolado	Dispositivo para Lim. Liq.: <input checked="" type="checkbox"/> Manual <input type="checkbox"/> Mecánico	Herramienta de Ranurado: <input checked="" type="checkbox"/> Metálica <input type="checkbox"/> Plástica	

	LIMITE LIQUIDO	LIMITE PLÁSTICO
Prueba No.		
No. de Golpes		
Cápsula No.		
Peso Húmedo + Tara, g		
Peso Seco + Tara, g	NO PRACTICABLE	NO PRACTICABLE
Peso Agua, g		
Peso Tara, g		
Peso Seco, g		
Contenido de Agua %		

(*) Información proporcionada por el solicitante

Los resultados corresponden al material proporcionado por el solicitante.



LIMITE LIQUIDO	----
LIMITE PLÁSTICO	----
ÍNDICE DE PLASTICIDAD	----

Ing. Néstor Enrique Cárcamo Reyes
 Coordinador de Laboratorio de Suelos y Materiales
 Fecha de Emisión: 09/03/2022

SUELOS Y MATERIALES, S.A. DE C.V.
 San Salvador, El Salvador, C.A.

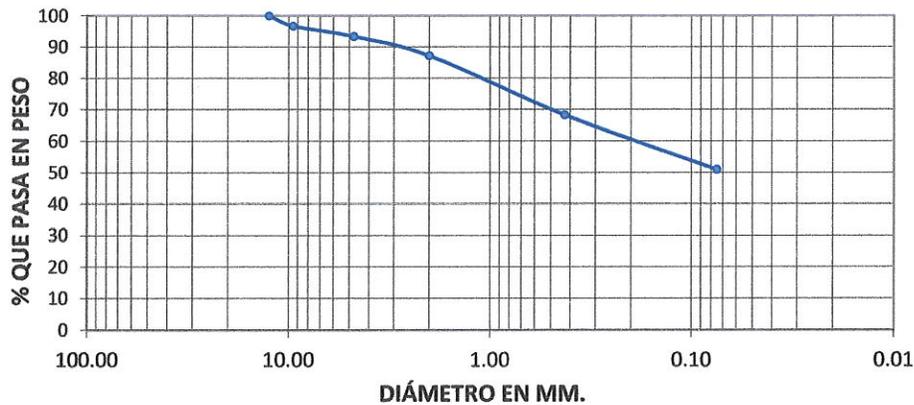
3 de 3

Prohibida la reproducción total o parcial de este documento sin la autorización de Suelos y Materiales, S.A. de C.V.

CLASIFICACIÓN DE SUELOS AASHTO M 145 (ASTM D 2487)

Proyecto: "DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE PASO A DESNIVEL EN INTERSECCIÓN ENTRE LAS RUTAS CA04S - LIB04W, CARRETERA AL PUERTO DE LA LIBERTAD, SOBRE REDONDEL UTILA, MUNICIPIO DE SANTA TECLA, LA LIBERTAD".					
Solicitante: GRUPO ECON, S.A. DE C.V.			Estación: 0+387		
Muestra No.: 2	Procedencia del Material: PCA No. 4		Lateral: DERECHO		
	Profundidad: 0.437 - 0.705 m				
Fecha de Ensayo: 8-mar-22	Fecha de Muestreo: 23-feb-22	Laboratorista: C. TORRES	Revisó: N.E.C.R.		

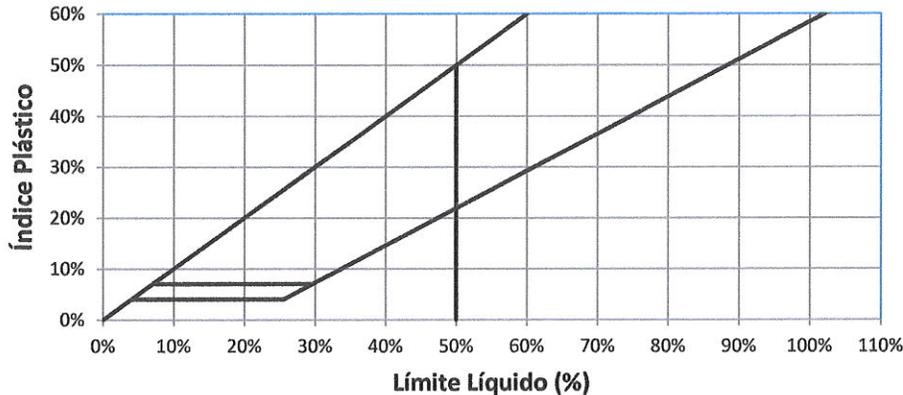
GRANULOMETRIA



D₁₀	D₃₀	D₆₀
---	---	---
Coefficiente de Curvatura, Cc:		---
Coefficiente de Uniformidad, Cu:		---
Porcentajes de Material		
Grava	Arena	Finos
7%	42%	51%

LÍMITE LÍQUIDO, LÍMITE PLÁSTICO E ÍNDICE PLÁSTICO

LÍMITE LÍQUIDO	LÍMITE PLÁSTICO	ÍNDICE DE PLASTICIDAD
---	---	---



CLASIFICACIÓN	
SUCS	ML Limo arenoso con pómez, color café claro, finos no plásticos.
AASHTO	A-4 (0)

Ing. Néstor Enrique Cárcamo Reyes
Coordinador de Laboratorio de Suelos y Materiales

SUELOS Y MATERIALES, S.A. DE C.V.
San Salvador, El Salvador, C.A.

No. de Informe: IRE22-CC-124

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO AASHTO T 27 (ASTM C 136)					
Proyecto: "DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE PASO A DESNIVEL EN INTERSECCIÓN ENTRE LAS RUTAS CA04S - LIB04W, CARRETERA AL PUERTO DE LA LIBERTAD, SOBRE REDONDEL UTILA, MUNICIPIO DE SANTA TECLA, LA LIBERTAD".					
Solicitante: GRUPO ECON, S.A. DE C.V.				Estación: 0+387	
Muestra No.: 2	Procedencia del Material: PCA No. 4			Lateral: DERECHO	
		Profundidad: 0.437 - 0.705 m			
Fecha de Ensayo: 7-mar-22	Fecha de Muestreo: 23-feb-22		Laboratorista: C. TORRES	Revisó: N.E.C.R.	

Peso Bruto (grs): 1,507.8 Tara (grs): 151.8 Peso Neto (grs): 1,356.0

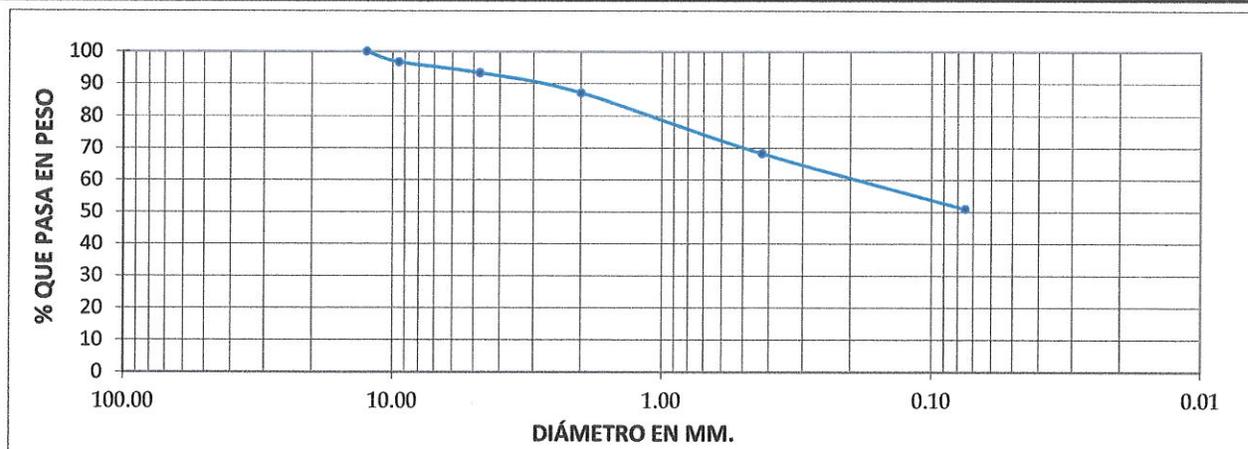
MATERIAL GRUESO

PSC (grs): 1,356.0

Malla	Peso Retenido Parcial (grs)	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% Que Pasa la Malla	Observaciones
2½"					Contenido de Humedad PH + Tara (grs): 673.4 PS + Tara (grs): 587.9 Humedad (grs): 85.5 PS Neto (grs): 437.5 Peso Tara (grs): 150.4 Humedad (%): 19.5
2"					
1½"					
1"					
¾"					
½"	0.0	0.0	0.0	100.0	
3/8"	45.3	3.3	3.3	96.7	
No. 4	44.3	3.3	6.6	93.4	
Pasa No. 4					
SUMAS					

MATERIAL TAMIZADO POR MALLA No.4 Peso Neto (grs): 623.4 PSC (grs): 623.4

Malla	Peso Retenido Parcial (grs)	% Retenido Parcial	% Retenido Acumulado	% Que Pasa la Malla	Observaciones
No. 10	83.8	6.2	12.8	87.2	GRAVA 7%
No. 40	256.3	18.9	31.7	68.3	ARENA 42%
No. 200	234.7	17.3	49.0	51.0	FINOS 51%
Pasa No. 200	691.6	51.0	100.0	0.0	
SUMAS	1356.0	100.0			



Ing. Néstor Enrique Cárcamo Reyes
Coordinador de Laboratorio de Suelos y Materiales

SUELOS Y MATERIALES, S.A. DE C.V.
San Salvador, El Salvador, C.A.

2 de 8

Prohibida la reproducción total o parcial de este documento sin la autorización de Suelos y Materiales, S.A. de C.V.

Código: REG P7.08-01

Edición: 01.01

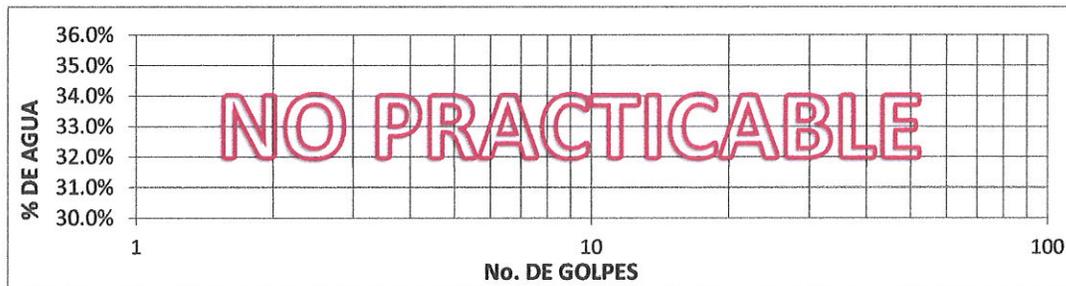
No. de Informe: IRE22-CC-124

INFORME DE RESULTADOS DE LIMITES DE ATTERBERG ASTM D 4318-17			
Proyecto:* "DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE PASO A DESNIVEL EN INTERSECCIÓN ENTRE LAS RUTAS CA04S - LIB04W, CARRETERA AL PUERTO DE LA LIBERTAD, SOBRE REDONDEL UTILA, MUNICIPIO DE SANTA TECLA, LA LIBERTAD".			
Solicitante:* GRUPO ECON, S.A. DE C.V.			
Ubicación:* DEPARTAMENTO DE LA LIBERTAD.			
Procedencia del Material:*	PCA No. 4	Estación:	0+387
Muestra No. :	2	Profundidad:*	0.437 - 0.705 m
Fecha de Ensayo:	7-mar-22	Laboratorista:	C. TORRES
Grano máximo Aproximado:	9.50 mm	Porcentaje Retenido en la malla No 40 (Aprox.):	31.7%
Método de Preparación de la muestra:		Método utilizado para remover las partículas mayores a la malla No.40:	Contenido de agua de muestra como es recibida (%):
<input type="checkbox"/> Húmedo <input type="checkbox"/> Secado al horno <input checked="" type="checkbox"/> Secado al aire		<input type="checkbox"/> Con la mano <input checked="" type="checkbox"/> Tamizado (seco) <input type="checkbox"/> Lavado	19.5%
Realización <input checked="" type="checkbox"/> Manual	Dispositivo para Lim. Liq.: <input type="checkbox"/> Mecánico	Herramienta de Ranurado: <input checked="" type="checkbox"/> Metálica	<input type="checkbox"/> Plástica
Lim. Plas.: <input type="checkbox"/> Dispositivo de rolado			

	LIMITE LIQUIDO	LIMITE PLASTICO
Prueba No.		
No. de Golpes		
Cápsula No.		
Peso Húmedo + Tara, g		
Peso Seco + Tara, g	NO PRACTICABLE	NO PRACTICABLE
Peso Agua, g		
Peso Tara, g		
Peso Seco, g		
Contenido de Agua %		

(*) Información proporcionada por el solicitante

Los resultados corresponden al material proporcionado por el solicitante.



LIMITE LIQUIDO	----
LIMITE PLÁSTICO	----
ÍNDICE DE PLASTICIDAD	----

Ing. Néstor Enrique Cárcamo Reyes
Coordinador de Laboratorio de Suelos y Materiales
Fecha de Emisión: 08/03/2022

SUELOS Y MATERIALES, S.A. DE C.V.
San Salvador, El Salvador, C.A.

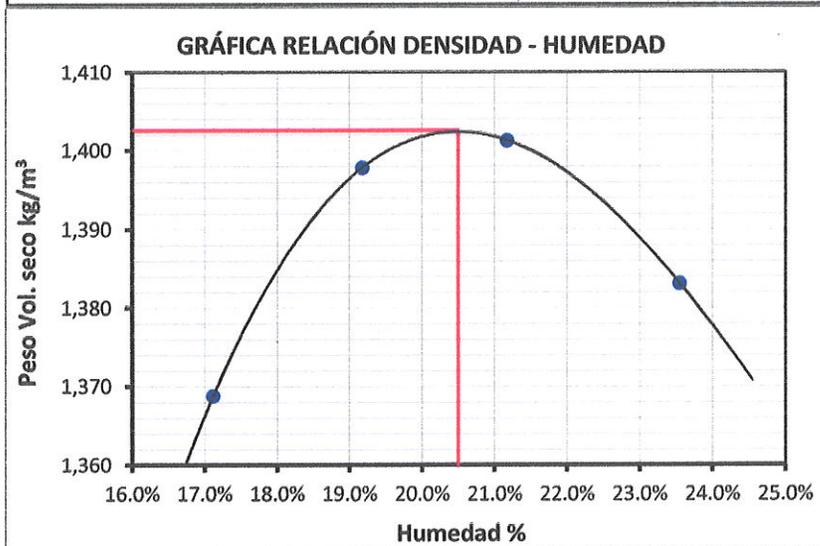
3 de 8

Prohibida la reproducción total o parcial de este documento sin la autorización de Suelos y Materiales, S.A. de C.V.

No. de Informe: IRE22-CC-124

RELACIÓN DENSIDAD - HUMEDAD (PROCTOR) AASHTO T 99				
Proyecto: "DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE PASO A DESNIVEL EN INTERSECCIÓN ENTRE LAS RUTAS CA04S - LIB04W, CARRETERA AL PUERTO DE LA LIBERTAD, SOBRE REDONDEL UTILA, MUNICIPIO DE SANTA TECLA, LA LIBERTAD".				
Solicitante: GRUPO ECON, S.A. DE C.V.			Estación: 0+387	
Muestra No.: 2	Procedencia del Material: PCA No. 4	Lateral: DERECHO		
	Profundidad: 0.437 - 0.705 m			
Fecha de Ensayo: 7-mar-22	Fecha de Muestreo: 23-feb-22	Laborarista: C. TORRES	Revisó: N.E.C.R.	
NORMA T-99 MÉTODO A MOLDE 6" MARTILLO 5.50 Lbs. No CAPAS 3 GOLPE POR CAPA 56				

% Humedad de prueba		2%	4%	6%	8%
Peso muestra húmeda + molde (gr)		9872	10005	10073	10096
Peso molde (gr)		6475	6475	6475	6475
Peso muestra húmeda (gr)		3397	3530	3598	3621
Capacidad molde (dm ³)		2.119	2.119	2.119	2.119
Peso volumétrico húmedo P.V.H. (Kg/m ³)		1,603	1,666	1,698	1,709
Peso volumétrico seco P.V.S. (Kg/m ³)		1,369	1,398	1,401	1,383
Peso húmedo + recipiente (gr)		406.0	417.0	453.4	440.0
Peso seco + recipiente (gr)		364.8	374.1	400.7	379.2
Peso de agua (gr)		41.2	42.9	52.7	60.8
Tara (gr)		124.1	150.4	151.8	121.0
Peso seco (gr)		240.7	223.7	248.9	258.2
% Humedad		17.1%	19.2%	21.2%	23.5%



HUMEDAD ÓPTIMA	20.5%
P.V.SECO MÁXIMO	1403 Kg/m ³
P.V. HUMEDO	1691 Kg/m ³
GRAVEDAD ESPECÍFICA	---
% RETENIDO MALLA 3/4"	---
P.V.S. MÁX. CORREGIDO	---
P.V. HUMEDO MÁX.	---
HUMEDAD CORREGIDA	---
CLASIFICACIÓN	
AASHTO	A-4 (0)
SUCS	ML

Ing. Néstor Enrique Carrasco Reyes
Coordinador de Laboratorio de Suelos y Materiales

SUELOS Y MATERIALES, S.A. DE C.V.
San Salvador, El Salvador, C.A.

4 de 8

Prohibida la reproducción total o parcial de este documento sin la autorización de Suelos y Materiales, S.A. de C.V.

RELACIÓN DE SOPORTE DEL SUELO EN EL LABORATORIO (CBR) AASHTO T 193 (ASTM D1883)					
Proyecto: "DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE PASO A DESNIVEL EN INTERSECCIÓN ENTRE LAS RUTAS CA04S - LIB04W, CARRETERA AL PUERTO DE LA LIBERTAD, SOBRE REDONDEL UTILA, MUNICIPIO DE SANTA TECLA, LA LIBERTAD".					
Solicitante: GRUPO ECON, S.A. DE C.V.				Estación: 0+387	
Muestra No.: 2		Procedencia del Material: PCA No. 4		Lateral: DERECHO	
		Profundidad: 0.437 - 0.705 m			
Fecha de Ensayo: 10-mar-22		Fecha de Muestreo: 23-feb-22		Laboratorista: C. TORRES	Revisó: N.E.C.R.

CLASIFICACIÓN SUCS Y AASHTO DE LA MUESTRA

Porcentajes de Material	Grava:	7%	Límites de Atterberg	LL:	---	SUCS	ML Limo arenoso con pómez, color café claro, finos no plásticos.	AASHTO	A-4 (0)
	Arena:	42%		LP:	---				
	Finos:	51%		IP:	---				

COMPACTACIÓN

Masa Espécimen (g):	6,000.00	Agua Agregada (ml):	300.00	
Molde No.	10	13	15	
Número de Golpes por Capa	56	25	10	
Masa del Suelo Húmedo + Molde (g)	10,910.0	11,665.0	10,410.0	
Masa del Molde (g)	7,290.0	8,220.0	7,130.0	
Volumen Molde (cm ³):	2,109.0	2,105.0	2,123.0	
Masa del Suelo Húmedo (g)	3,620.0	3,445.0	3,280.0	
Contenido de Agua (%)	20.4%	20.5%	20.5%	
Peso Volumétrico Húmedo (kg/m ³)	1,716.5	1,636.6	1,545.0	
Peso Volumétrico Seco (kg/m ³)	1,425	1,358	1,282	

HUMEDADES DE COMPACTACIÓN

Molde No.	10		13		15	
Tara No.	---	---	---	---	---	---
Peso Húmedo + Tara (g)	588.0	552.0	523.5	390.6	576.0	407.0
Peso Seco + Tara (g)	512.2	479.2	453.7	345.1	504.8	358.3
Peso del Agua (g)	75.8	72.8	69.8	45.5	71.2	48.7
Peso de Tara (g)	140.4	124.1	116.9	121.0	155.8	121.7
Peso Seco (g)	371.8	355.1	336.8	224.1	349.0	236.6
Cont. de Humedad (%)	20.4%	20.5%	20.7%	20.3%	20.4%	20.6%
Humedad Promedio (%)	20.4%		20.5%		20.5%	

**RELACIÓN DE SOPORTE DEL SUELO EN EL LABORATORIO (CBR)
AASHTO T 193 (ASTM D1883)**

Proyecto: "DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE PASO A DESNIVEL EN INTERSECCIÓN ENTRE LAS RUTAS CA04S - LIB04W, CARRETERA AL PUERTO DE LA LIBERTAD, SOBRE REDONDEL UTILA, MUNICIPIO DE SANTA TECLA, LA LIBERTAD".					
Solicitante: GRUPO ECON, S.A. DE C.V.				Estación: 0+387	
Muestra No.: 2		Procedencia del Material: PCA No. 4		Lateral: DERECHO	
		Profundidad: 0.437 - 0.705 m			
Fecha de Ensayo: 10-mar-22		Fecha de Muestreo: 23-feb-22		Laboratorista: C. TORRES	
				Revisó: N.E.C.R.	

HUMEDADES DE SATURACIÓN

Molde No.	10	13	15
Tara No.	---	---	---
Peso Húmedo + Tara (g)	476.2	359.3	499.2
Peso Seco + Tara (g)	402.1	302.0	413.8
Peso del Agua (g)	74.1	57.3	85.4
Peso de Tara (g)	151.8	118.2	155.8
Peso Seco (g)	250.3	183.8	258.0
Humedad Promedio (%)	29.6%	31.2%	33.1%

Molde No.	10	13	15
Masa del Suelo Húmedo + Molde (g) [ANTES DE LA PENETRACIÓN / SATURADO]	11,140.0	11,930.0	10,712.0
Masa del Suelo Húmedo (g) [ANTES DE LA PENETRACIÓN / SATURADO]	3,850.0	3,710.0	3,582.0
Peso Volumétrico Húmedo (kg/m ³) [ANTES DE LA PENETRACIÓN / SATURADO]	1,825.5	1,762.5	1,687.2
Peso Volumétrico Seco (kg/m ³) [ANTES DE LA PENETRACIÓN / SATURADO]	1,409	1,344	1,268

ABUNDAMIENTO

Fecha de Medición	Molde No. 10	Molde No. 13	Molde No. 15
	Cambio en Longitud (0.001")	Cambio en Longitud (0.001")	Cambio en Longitud (0.001")
07/mar/2022	0	0	0
08/mar/2022	1	2	2
09/mar/2022	2	3	4
10/mar/2022	2	3	4
Porcentaje de Abundamiento	0.04%	0.07%	0.09%

SUELOS Y MATERIALES, S.A. DE C.V.
San Salvador, El Salvador, C.A.

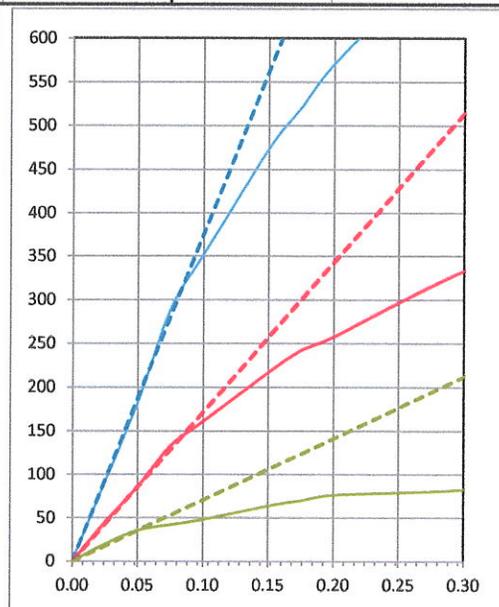
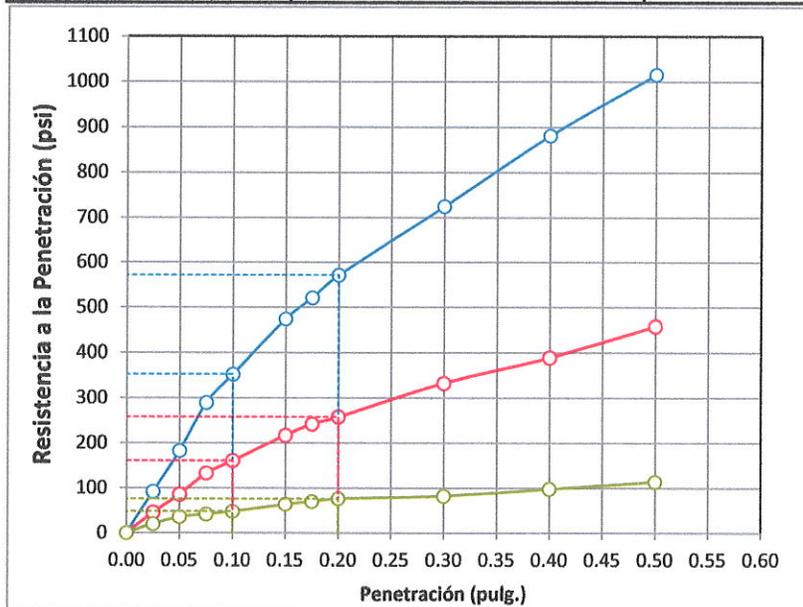
**RELACIÓN DE SOPORTE DEL SUELO EN EL LABORATORIO (CBR)
AASHTO T 193 (ASTM D1883)**

Proyecto: "DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE PASO A DESNIVEL EN INTERSECCIÓN ENTRE LAS RUTAS CA04S - LIB04W, CARRETERA AL PUERTO DE LA LIBERTAD, SOBRE REDONDEL UTILA, MUNICIPIO DE SANTA TECLA, LA LIBERTAD".			
Solicitante: GRUPO ECON, S.A. DE C.V.		Estación: 0+387	
Muestra No.: 2	Procedencia del Material: PCA No. 4 Profundidad: 0.437 - 0.705 m	Lateral: DERECHO	
Fecha de Ensayo: 10-mar-22	Fecha de Muestreo: 23-feb-22	Laboratorista: C. TORRES	Revisó: N.E.C.R.

PENETRACIÓN

Peso Sobrecarga (lb): **10.00** K_{Anillo} (lb / 0.0001"): **9.3902X+41.0841** Área del Pistón (Pulg²): **3.00**

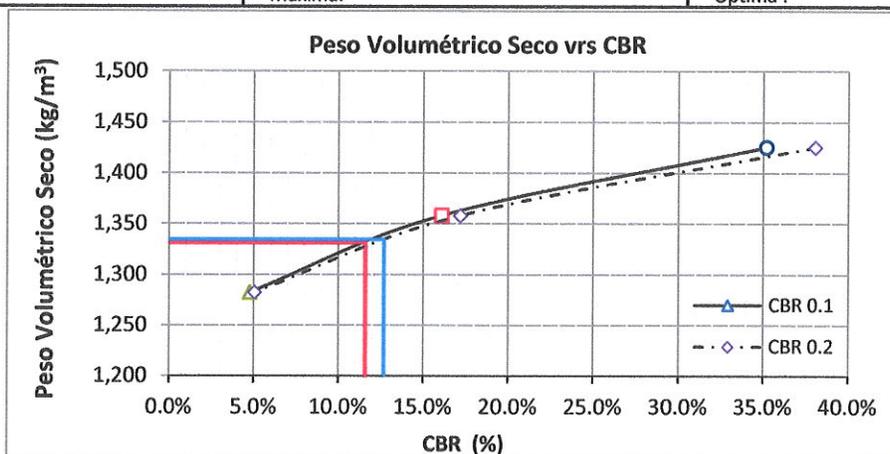
Penetración (Pulgadas)	Molde No. 10		Molde No. 13		Molde No. 15	
	Lectura del Anillo	Resistencia a la Penetración (psi)	Lectura del Anillo	Resistencia a la Penetración (psi)	Lectura del Anillo	Resistencia a la Penetración (psi)
0.000	0	0.00	0	0.00	0	0.00
0.025	25	91.95	10	45.00	2	19.95
0.050	54	182.72	23	85.69	7	35.61
0.075	88	289.14	38	132.64	9	41.87
0.100	108	351.74	47	160.81	11	48.13
0.150	147	473.81	65	217.15	16	63.78
0.175	162	520.77	73	242.19	18	70.04
0.200	178	570.85	78	257.84	20	76.30
0.300	227	724.22	102	332.96	22	82.56
0.400	277	880.72	120	389.30	27	98.21
0.500	320	1015.32	142	458.16	32	113.86



RELACIÓN DE SOPORTE DEL SUELO EN EL LABORATORIO (CBR)				
AASHTO T 193 (ASTM D1883)				
Proyecto: "DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE PASO A DESNIVEL EN INTERSECCIÓN ENTRE LAS RUTAS CA04S - LIB04W, CARRETERA AL PUERTO DE LA LIBERTAD, SOBRE REDONDEL UTILA, MUNICIPIO DE SANTA TECLA, LA LIBERTAD".				
Solicitante: GRUPO ECON, S.A. DE C.V.			Estación: 0+387	
Muestra No.: 2	Procedencia del Material: PCA No. 4		Lateral: DERECHO	
	Profundidad: 0.437 - 0.705 m			
Fecha de Ensayo: 10-mar-22	Fecha de Muestreo: 23-feb-22	Laboratorista: C. TORRES	Revisó: N.E.C.R.	

DETERMINACIÓN DEL CBR			
Molde No.	10	13	15
Número de Golpes	56	25	10
Abscisa Original (pulg.)	0.100	0.100	0.100
Abscisa Corregida (pulg.)	0.100	0.100	0.100
Ordenada (psi)	352.0	161.0	48.0
CBR (Penetración 0.10 pulg.)	35.2%	16.1%	4.8%
Abscisa Original (pulg.)	0.200	0.200	0.200
Abscisa Corregida (pulg.)	0.200	0.200	0.200
Ordenada (psi)	571.0	258.0	76.0
CBR (Penetración 0.20 pulg.)	38.1%	17.2%	5.1%
CBR (%)	35.2%	16.1%	4.8%

RELACIÓN DENSIDAD SECA - HUMEDAD (PROCTOR)			
Tipo de Proctor: [AASHTO T-99]	Densidad Seca Máxima: 1,403 kg/m ³	Humedad Óptima: 20.50%	



CBR (0.1") DE DISEÑO AL 95% = 12.0%

CBR (0.2") DE DISEÑO AL 95% = 13.0%

Ing. Néstor Enrique Cárcamo Reyes
Coordinador de Laboratorio de Suelos y Materiales

8 de 8

SUELOS Y MATERIALES, S.A. DE C.V.
San Salvador, El Salvador, C.A.

Prohibida la reproducción total o parcial de este documento sin la autorización de Suelos y Materiales, S.A. de C.V.



INFORME DE ESTUDIO GEOTECNICO

ADJUNTO No. 5

MEMORIAS DE CALCULO ASENTAMIENTOS

Página intencionalmente en
blanco para congruencia entre
versiones impresa y digital

Settlement analysis

Input data

Project

Date : 30/1/2022

Settings

(input for current task)

Settlement

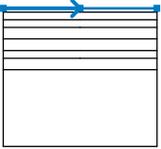
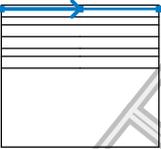
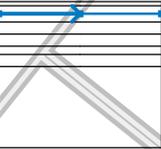
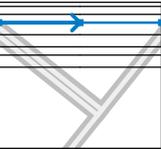
Analysis method :

Restriction of influence zone :

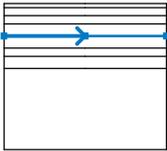
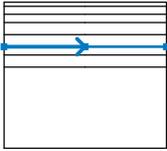
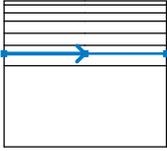
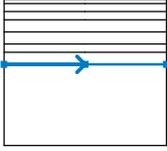
Coeff. of restriction of influence zone : 5.0 [%]

Analysis using oedometric modulus
by percentage of Sigma, Or

Interface

No.	Interface location	Coordinates of interface points [m]					
		x	z	x	z	x	z
1		0.00	0.00	30.00	0.00	60.00	0.00
2		0.00	-1.50	30.00	-1.50	60.00	-1.50
3		0.00	-4.50	30.00	-4.50	60.00	-4.50
4		0.00	-7.50	30.00	-7.50	60.00	-7.50



No.	Interface location	Coordinates of interface points [m]					
		x	z	x	z	x	z
5		0.00	-12.00	30.00	-12.00	60.00	-12.00
6		0.00	-16.50	30.00	-16.50	60.00	-16.50
7		0.00	-19.50	30.00	-19.50	60.00	-19.50
8		0.00	-24.00	30.00	-24.00	60.00	-24.00

Soil parameters

SM (E9)

Unit weight : $\gamma = 16.00 \text{ kN/m}^3$
 Deformation modulus : $E_{\text{def}} = 9.00 \text{ MPa}$
 Poisson's ratio : $\nu = 0.30$
 Saturated unit weight : $\gamma_{\text{sat}} = 17.50 \text{ kN/m}^3$

ML (E12)

Unit weight : $\gamma = 17.00 \text{ kN/m}^3$
 Deformation modulus : $E_{\text{def}} = 12.00 \text{ MPa}$
 Poisson's ratio : $\nu = 0.40$
 Saturated unit weight : $\gamma_{\text{sat}} = 20.00 \text{ kN/m}^3$

SM (E38)

Unit weight : $\gamma = 16.50 \text{ kN/m}^3$
 Deformation modulus : $E_{\text{def}} = 38.00 \text{ MPa}$
 Poisson's ratio : $\nu = 0.30$
 Saturated unit weight : $\gamma_{\text{sat}} = 18.00 \text{ kN/m}^3$

Concreto Ciclópeo

Unit weight : $\gamma = 24.00 \text{ kN/m}^3$
 Deformation modulus : $E_{\text{def}} = 500.00 \text{ MPa}$
 Poisson's ratio : $\nu = 0.20$
 Saturated unit weight : $\gamma_{\text{sat}} = 24.00 \text{ kN/m}^3$

CL (E3)

Unit weight : $\gamma = 18.00 \text{ kN/m}^3$
 Deformation modulus : $E_{\text{def}} = 2.25 \text{ MPa}$
 Poisson's ratio : $\nu = 0.40$
 Saturated unit weight : $\gamma_{\text{sat}} = 21.50 \text{ kN/m}^3$

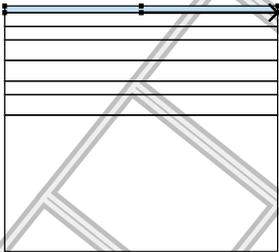
SM (E23)

Unit weight : $\gamma = 16.50 \text{ kN/m}^3$
 Deformation modulus : $E_{\text{def}} = 23.00 \text{ MPa}$
 Poisson's ratio : $\nu = 0.30$
 Saturated unit weight : $\gamma_{\text{sat}} = 18.00 \text{ kN/m}^3$

SM (E33)

Unit weight : $\gamma = 16.50 \text{ kN/m}^3$
 Deformation modulus : $E_{\text{def}} = 33.00 \text{ MPa}$
 Poisson's ratio : $\nu = 0.30$
 Saturated unit weight : $\gamma_{\text{sat}} = 18.00 \text{ kN/m}^3$

Assigning and surfaces

No.	Surface position	Coordinates of surface points [m]				Assigned soil
		x	z	x	z	
1		30.00	-1.50	60.00	-1.50	SM (E9) 
		60.00	0.00	30.00	0.00	
		0.00	0.00	0.00	-1.50	



No.	Surface position	Coordinates of surface points [m]				Assigned soil
		x	z	x	z	
2		30.00	-4.50	60.00	-4.50	ML (E12)
		60.00	-1.50	30.00	-1.50	
		0.00	-1.50	0.00	-4.50	
3		30.00	-7.50	60.00	-7.50	SM (E33)
		60.00	-4.50	30.00	-4.50	
		0.00	-4.50	0.00	-7.50	
4		30.00	-12.00	60.00	-12.00	SM (E9)
		60.00	-7.50	30.00	-7.50	
		0.00	-7.50	0.00	-12.00	
5		30.00	-16.50	60.00	-16.50	SM (E23)
		60.00	-12.00	30.00	-12.00	
		0.00	-12.00	0.00	-16.50	
6		30.00	-19.50	60.00	-19.50	CL (E3)
		60.00	-16.50	30.00	-16.50	
		0.00	-16.50	0.00	-19.50	



No.	Surface position	Coordinates of surface points [m]				Assigned soil
		x	z	x	z	
7		30.00	-24.00	60.00	-24.00	SM (E33)
		60.00	-19.50	30.00	-19.50	
		0.00	-19.50	0.00	-24.00	
8		30.00	-24.00	0.00	-24.00	SM (E23)
		0.00	-54.00	60.00	-54.00	
		60.00	-24.00			

Water

Water type : No water

Holes layout

Layout and refinement of holes : standard

Horizontal layout

Layout pattern : exact
 Add holes : by number of sections
 Number of sections : 20

Vertical refinement

No.	From depth [m]	Refinement [m]
1	0.00	0.10
2	2.00	0.30
3	5.00	0.50
4	10.00	2.00
5	30.00	10.00

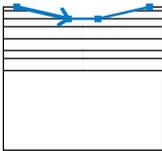
Results (Stage of construction 1)

Results

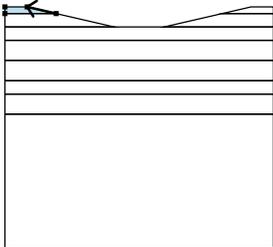
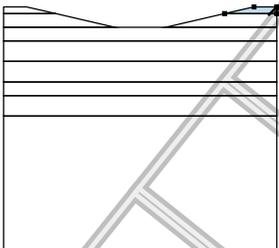
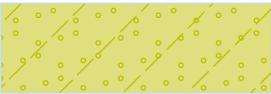
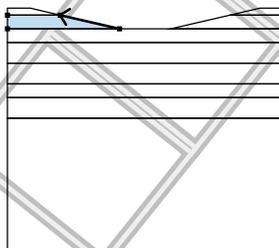
Analysis of geostatic stress was successfully completed

Input data (Stage of construction 2)

Earth cut

No.	Cut location	Coordinates of cut points [m]					
		x	z	x	z	x	z
1		5.00	0.00	24.40	-4.50	35.60	-4.50
		55.00	0.00				

Assigning and surfaces

No.	Surface position	Coordinates of surface points [m]				Assigned soil
		x	z	x	z	
1		11.47	-1.50	5.00	0.00	SM (E9) 
		0.00	0.00	0.00	-1.50	
2		60.00	-1.50	60.00	0.00	SM (E9) 
		55.00	0.00	48.53	-1.50	
3		24.40	-4.50	11.47	-1.50	ML (E12) 
		0.00	-1.50	0.00	-4.50	



No.	Surface position	Coordinates of surface points [m]				Assigned soil
		x	z	x	z	
4		60.00	-4.50	60.00	-1.50	ML (E12)
		48.53	-1.50	35.60	-4.50	
5		30.00	-7.50	60.00	-7.50	SM (E33)
		60.00	-4.50	35.60	-4.50	
		24.40	-4.50	0.00	-4.50	
		0.00	-7.50			
6		30.00	-12.00	60.00	-12.00	SM (E9)
		60.00	-7.50	30.00	-7.50	
		0.00	-7.50	0.00	-12.00	
7		30.00	-16.50	60.00	-16.50	SM (E23)
		60.00	-12.00	30.00	-12.00	
		0.00	-12.00	0.00	-16.50	
8		30.00	-19.50	60.00	-19.50	CL (E3)
		60.00	-16.50	30.00	-16.50	
		0.00	-16.50	0.00	-19.50	



No.	Surface position	Coordinates of surface points [m]				Assigned soil
		x	z	x	z	
9		30.00	-24.00	60.00	-24.00	SM (E33)
		60.00	-19.50	30.00	-19.50	
		0.00	-19.50	0.00	-24.00	
10		30.00	-24.00	0.00	-24.00	SM (E23)
		0.00	-54.00	60.00	-54.00	
		60.00	-24.00			

Water

Water type : No water

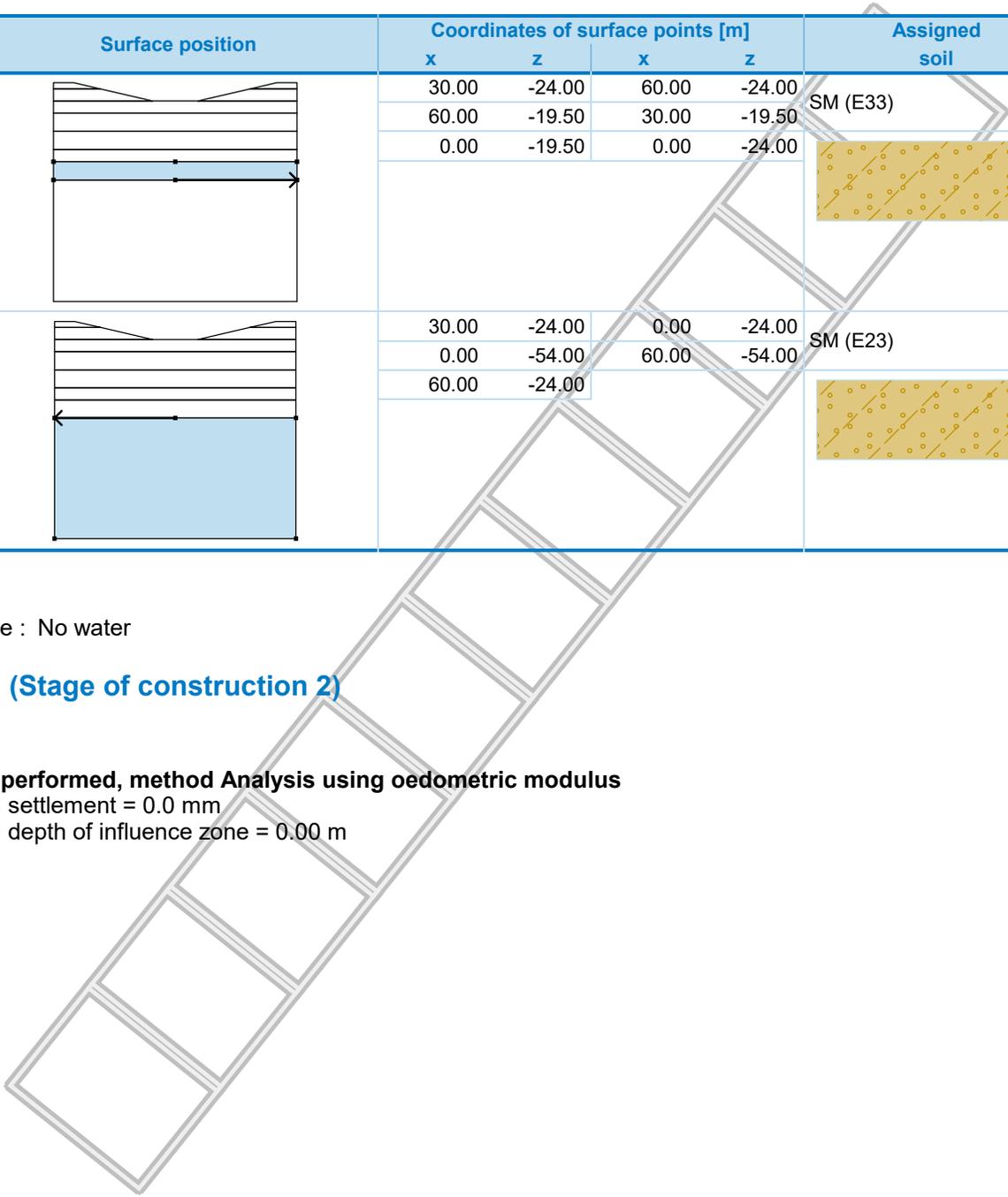
Results (Stage of construction 2)

Results

Analysis performed, method Analysis using oedometric modulus

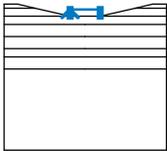
Maximum settlement = 0.0 mm

Maximum depth of influence zone = 0.00 m

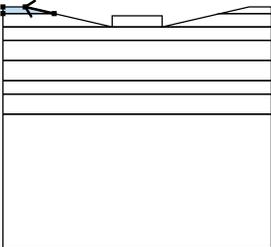
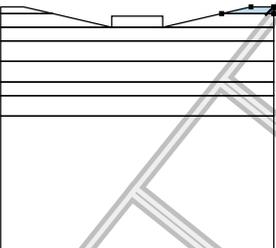
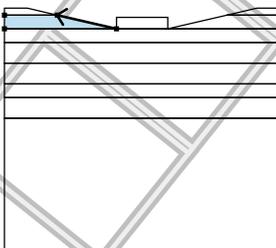


Input data (Stage of construction 3)

Embankment interface

No.	Interface location	Coordinates of interface points [m]					
		x	z	x	z	x	z
1		24.40	-4.50	24.41	-2.00	35.59	-2.00
		35.60	-4.50				

Assigning and surfaces

No.	Surface position	Coordinates of surface points [m]				Assigned soil
		x	z	x	z	
1		11.47	-1.50	5.00	0.00	SM (E9) 
		0.00	0.00	0.00	-1.50	
2		60.00	-1.50	60.00	0.00	SM (E9) 
		55.00	0.00	48.53	-1.50	
3		24.40	-4.50	11.47	-1.50	ML (E12) 
		0.00	-1.50	0.00	-4.50	



No.	Surface position	Coordinates of surface points [m]				Assigned soil
		x	z	x	z	
4		60.00	-4.50	60.00	-1.50	ML (E12)
		48.53	-1.50	35.60	-4.50	
5		35.59	-2.00	24.41	-2.00	Concreto Ciclópeo
		24.40	-4.50	35.60	-4.50	
6		30.00	-7.50	60.00	-7.50	SM (E33)
		60.00	-4.50	35.60	-4.50	
		24.40	-4.50	0.00	-4.50	
		0.00	-7.50			
7		30.00	-12.00	60.00	-12.00	SM (E9)
		60.00	-7.50	30.00	-7.50	
		0.00	-7.50	0.00	-12.00	
8		30.00	-16.50	60.00	-16.50	SM (E23)
		60.00	-12.00	30.00	-12.00	
		0.00	-12.00	0.00	-16.50	



No.	Surface position	Coordinates of surface points [m]				Assigned soil
		x	z	x	z	
9		30.00	-19.50	60.00	-19.50	CL (E3)
		60.00	-16.50	30.00	-16.50	
		0.00	-16.50	0.00	-19.50	
10		30.00	-24.00	60.00	-24.00	SM (E33)
		60.00	-19.50	30.00	-19.50	
		0.00	-19.50	0.00	-24.00	
11		30.00	-24.00	0.00	-24.00	SM (E23)
		0.00	-54.00	60.00	-54.00	
		60.00	-24.00			

Water

Water type : No water

Results (Stage of construction 3)

Results

Analysis performed, method Analysis using oedometric modulus

Maximum settlement = 0.0 mm

Maximum depth of influence zone = 0.00 m

Input data (Stage of construction 4)

Assigning and surfaces

No.	Surface position	Coordinates of surface points [m]				Assigned soil
		x	z	x	z	
1		11.47	-1.50	5.00	0.00	SM (E9)
		0.00	0.00	0.00	-1.50	
2		60.00	-1.50	60.00	0.00	SM (E9)
		55.00	0.00	48.53	-1.50	
3		24.40	-4.50	11.47	-1.50	ML (E12)
		0.00	-1.50	0.00	-4.50	
4		60.00	-4.50	60.00	-1.50	ML (E12)
		48.53	-1.50	35.60	-4.50	



No.	Surface position	Coordinates of surface points [m]				Assigned soil
		x	z	x	z	
5		35.59	-2.00	24.41	-2.00	Concreto Ciclópeo
		24.40	-4.50	35.60	-4.50	
6		30.00	-7.50	60.00	-7.50	SM (E33)
		60.00	-4.50	35.60	-4.50	
		24.40	-4.50	0.00	-4.50	
		0.00	-7.50			
7		30.00	-12.00	60.00	-12.00	SM (E9)
		60.00	-7.50	30.00	-7.50	
		0.00	-7.50	0.00	-12.00	
8		30.00	-16.50	60.00	-16.50	SM (E23)
		60.00	-12.00	30.00	-12.00	
		0.00	-12.00	0.00	-16.50	
9		30.00	-19.50	60.00	-19.50	CL (E3)
		60.00	-16.50	30.00	-16.50	
		0.00	-16.50	0.00	-19.50	



No.	Surface position	Coordinates of surface points [m]				Assigned soil
		x	z	x	z	
10		30.00	-24.00	60.00	-24.00	SM (E33)
		60.00	-19.50	30.00	-19.50	
		0.00	-19.50	0.00	-24.00	
11		30.00	-24.00	0.00	-24.00	SM (E23)
		0.00	-54.00	60.00	-54.00	
		60.00	-24.00			

Surcharge

No.	Surcharge		Type	Location	Origin	Length	Width	Distance from axes	Magnitude		
	new	change							z [m]	x [m]	l [m]
1	Yes		concentrated	on terrain	x = 25.00	l = 10.00	b = 6.10	0.00	15000.00		kN

Water

Water type : No water

Results (Stage of construction 4)

Results

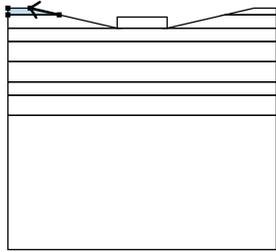
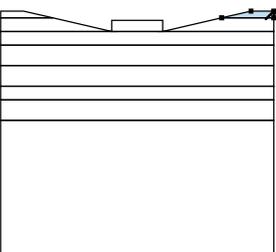
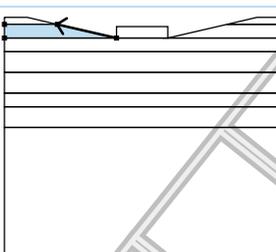
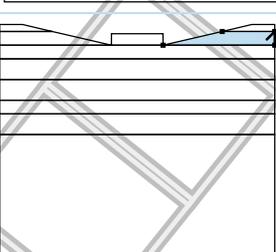
Analysis performed, method Analysis using oedometric modulus

Maximum settlement = 34.3 mm

Maximum depth of influence zone = 8.93 m

Input data (Stage of construction 5)

Assigning and surfaces

No.	Surface position	Coordinates of surface points [m]				Assigned soil
		x	z	x	z	
1		11.47	-1.50	5.00	0.00	SM (E9)
		0.00	0.00	0.00	-1.50	
2		60.00	-1.50	60.00	0.00	SM (E9)
		55.00	0.00	48.53	-1.50	
3		24.40	-4.50	11.47	-1.50	ML (E12)
		0.00	-1.50	0.00	-4.50	
4		60.00	-4.50	60.00	-1.50	ML (E12)
		48.53	-1.50	35.60	-4.50	



No.	Surface position	Coordinates of surface points [m]				Assigned soil
		x	z	x	z	
5		35.59	-2.00	24.41	-2.00	Concreto Ciclópeo
		24.40	-4.50	35.60	-4.50	
6		30.00	-7.50	60.00	-7.50	SM (E33)
		60.00	-4.50	35.60	-4.50	
		24.40	-4.50	0.00	-4.50	
		0.00	-7.50			
7		30.00	-12.00	60.00	-12.00	SM (E9)
		60.00	-7.50	30.00	-7.50	
		0.00	-7.50	0.00	-12.00	
8		30.00	-16.50	60.00	-16.50	SM (E23)
		60.00	-12.00	30.00	-12.00	
		0.00	-12.00	0.00	-16.50	
9		30.00	-19.50	60.00	-19.50	CL (E3)
		60.00	-16.50	30.00	-16.50	
		0.00	-16.50	0.00	-19.50	



No.	Surface position	Coordinates of surface points [m]				Assigned soil
		x	z	x	z	
10		30.00	-24.00	60.00	-24.00	SM (E33)
		60.00	-19.50	30.00	-19.50	
		0.00	-19.50	0.00	-24.00	
11		30.00	-24.00	0.00	-24.00	SM (E23)
		0.00	-54.00	60.00	-54.00	
		60.00	-24.00			

Surcharge

No.	Surcharge		Type	Location	Origin	Length	Width	Distance from axes	Magnitude		
	new	change							z [m]	x [m]	l [m]
1	Yes		concentrated	on terrain	x = 25.00	l = 10.00	b = 4.00	0.00	12000.00		kN

Water

Water type : No water

Results (Stage of construction 5)

Results

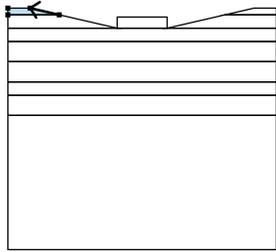
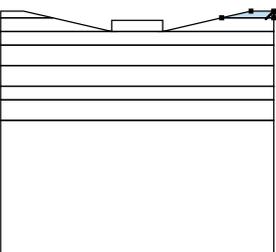
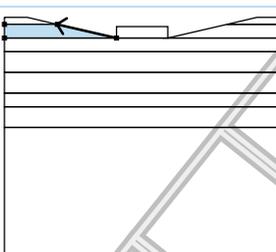
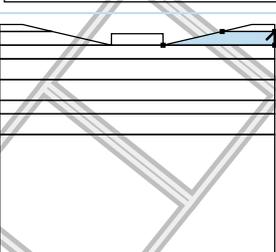
Analysis performed, method Analysis using oedometric modulus

Maximum settlement = 28.5 mm

Maximum depth of influence zone = 8.13 m

Input data (Stage of construction 6)

Assigning and surfaces

No.	Surface position	Coordinates of surface points [m]				Assigned soil
		x	z	x	z	
1		11.47	-1.50	5.00	0.00	SM (E9)
		0.00	0.00	0.00	-1.50	
2		60.00	-1.50	60.00	0.00	SM (E9)
		55.00	0.00	48.53	-1.50	
3		24.40	-4.50	11.47	-1.50	ML (E12)
		0.00	-1.50	0.00	-4.50	
4		60.00	-4.50	60.00	-1.50	ML (E12)
		48.53	-1.50	35.60	-4.50	



No.	Surface position	Coordinates of surface points [m]				Assigned soil
		x	z	x	z	
5		35.59	-2.00	24.41	-2.00	Concreto Ciclópeo
		24.40	-4.50	35.60	-4.50	
6		30.00	-7.50	60.00	-7.50	SM (E33)
		60.00	-4.50	35.60	-4.50	
		24.40	-4.50	0.00	-4.50	
		0.00	-7.50			
7		30.00	-12.00	60.00	-12.00	SM (E9)
		60.00	-7.50	30.00	-7.50	
		0.00	-7.50	0.00	-12.00	
8		30.00	-16.50	60.00	-16.50	SM (E23)
		60.00	-12.00	30.00	-12.00	
		0.00	-12.00	0.00	-16.50	
9		30.00	-19.50	60.00	-19.50	CL (E3)
		60.00	-16.50	30.00	-16.50	
		0.00	-16.50	0.00	-19.50	



No.	Surface position	Coordinates of surface points [m]				Assigned soil
		x	z	x	z	
10		30.00	-24.00	60.00	-24.00	SM (E33)
		60.00	-19.50	30.00	-19.50	
		0.00	-19.50	0.00	-24.00	
11		30.00	-24.00	0.00	-24.00	SM (E23)
		0.00	-54.00	60.00	-54.00	
		60.00	-24.00			

Surcharge

No.	Surcharge		Type	Location	Origin	Length	Width	Distance from axes	Magnitude		
	new	change							z [m]	x [m]	l [m]
1	Yes		concentrated	on terrain	x = 25.00	l = 10.00	b = 6.10	0.00	15000.00		kN

Water

Water type : No water

Results (Stage of construction 6)

Results

Analysis performed, method Analysis using oedometric modulus

Maximum settlement = 34.3 mm

Maximum depth of influence zone = 8.93 m

<u>CONTROL DE CAMBIOS</u>	<u>5</u>
EDICIÓN 1.0 (06 DE DICIEMBRE DE 2021)	5
EDICIÓN 2.0 (10 DE ENERO DE 2022)	5
<u>1. DESCRIPCION DEL PROYECTO</u>	<u>7</u>
<u>2. UBICACIÓN</u>	<u>7</u>
<u>3. HIDROGRAFIA Y OBRAS DE DRENAJE EXISTENTES</u>	<u>8</u>
3.1. OBRAS DE DRENAJE EXISTENTES	9
3.2. REUBICACIÓN DEL COLECTOR DE AGUAS LLUVIAS	10
<u>4. CLIMATOLOGIA DEL PROYECTO</u>	<u>12</u>
4.1. ZONAS CLIMÁTICAS DE EL SALVADOR.	12
4.1.1. DE 0 A 800.00 METROS DE ELEVACIÓN	12
4.1.2. DE 800.00 A 1200.0 METROS DE ELEVACIÓN	12
4.1.3. DE 1200 A 2700.0 METROS DE ELEVACIÓN	13
4.2. PRINCIPALES VARIABLES CLIMÁTICAS	14
4.3. INTENSIDADES DE LLUVIA	16
4.4. VERIFICACIÓN DE CONSISTENCIA DE DATOS	17
4.5. ANÁLISIS DE DATOS DUDOSOS.	17
<u>5. ELABORACIÓN DE LAS CURVAS INTENSIDAD- DURACIÓN – FRECUENCIA</u>	<u>17</u>
<u>6. METODO DE CALCULO DE CAUDALES. FORMULA RACIONAL</u>	<u>25</u>
6.1. COEFICIENTE DE ESCORRENTÍA	25
6.2. TIEMPO DE CONCENTRACIÓN	26
6.3. INTENSIDAD DE LLUVIA	26
6.4. ÁREA DE ANÁLISIS (ÁREA DE LA CUENCA)	27
6.5. ANÁLISIS PARA DETERMINACIÓN DE CAUDALES	29
<u>7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES</u>	<u>32</u>

INDICE DE FIGURAS

Figura 1: Propuesta de Paso a Desnivel Utila	7
Figura 2: Esquema de Ubicación del Proyecto	8
Figura 3: Ubicación del proyecto en zona hidrográfica	8
Figura 4: Esquema de ubicación de sistemas de drenaje	9
Figura 5: Perfil de drenaje de aguas lluvias	10
Figura 6: Perfil de sistema de drenaje de aguas negras.....	10
Figura 7: Reubicación del colector de aguas lluvias.....	11
Figura 8: Mapa de Zonas Climáticas de El Salvador	13
Figura 9: Precipitación promedio mensual, Estación Santa Tecla	14
Figura 10: Temperatura promedio mensual, Estación Santa Tecla	15
Figura 11: Horas de luz solar, Estación Santa Tecla	15
Figura 12: Curvas Intensidad Duración Frecuencia, Estación Santa Tecla	24
Figura 13: Planta de diseño	27
Figura 14: Comparación de áreas de escorrentía, situación inicial y después del proyecto	28
Figura 15: Zona de acumulación de escorrentía.....	30
Figura 16: Modelo de análisis con anchos de anegamiento, cotas en m	30
Figura 17: Curvas de capacidad para los dos anchos de anegamiento propuestos	32

INDICE DE TABLAS

Tabla 1: Duración promedio de estaciones en El Salvador 1918 a 1967	12
Tabla 2: Perfil Climatológico de la Estación de Santa Tecla	14
Tabla 3: Registro Histórico de Intensidades de Lluvia en Santa Tecla	16
Tabla 4: Datos Erróneos en Estación Santa Tecla	19
Tabla 5: Datos Erróneos Corregidos, Estación Santa Tecla	20
Tabla 6: Datos Erróneos Corregidos, Estación Santa Tecla (mm/hora)	21
Tabla 7: Análisis de Datos Dudosos Estación de Santa Tecla	22
Tabla 8: Análisis De Chow Para Obtención IDF Estación De Santa Tecla	23
Tabla 9: Guía para la selección del coeficiente de escorrentía (OPAMSS).....	25
Tabla 10: Resumen de áreas de análisis	28
Tabla 11: Análisis de caudales bajo condiciones iniciales y finales.....	29
Tabla 12: Análisis de la capacidad hidráulica del modelo propuesto	31

CONTROL DE CAMBIOS

Edición 1.0 (06 de diciembre de 2021)

Edición para control de calidad interno

Edición 2.0 (10 de enero de 2022)

Corrección a observaciones realizadas por la Supervisión

(Ref.: CONSULTA-ECON/CO-101/03012022_001)

OBSERVACION 1:

1. De acuerdo a las condiciones técnicas se debe generar una descripción general de los elementos de drenaje existentes en la zona del proyecto, la cual no se aprecia en el documento. En función de esto, el numeral 1.6 "Hidrografía y Red de Drenaje" podría colocarse en los numerales iniciales del documento, antes de los cálculos hidrológicos correspondientes y además, agregar a dicho numeral la descripción breve y general de los elementos de drenaje (infraestructura existente de drenaje y comportamiento de la escorrentía superficial en la zona).

Se resuelve observación realizada, colocando la HIDROGRAFIA Y RED DE DRENAJE en el apartado 3 de este informe, detallando los sistemas de drenaje existente

OBSERVACION 2:

2. Aclarar el tiempo utilizado para el cálculo de la intensidad de 240 mm/hora considerada en los cálculos de caudales bajo las condiciones "sin proyecto" y "con proyecto". Asimismo, incluir en el apartado 1.4.3. "Elaboración de las Curvas Intensidad - Duración - Frecuencia" la ecuación general utilizada para la obtención de las intensidades para diferentes períodos de retorno y duraciones establecidas en la tabla No. 8 del documento.

Los cálculos de intensidad de lluvia realizados para el tiempo de concentración considerado (5 min) son de 222.13 mm/h, la dependencia del tiempo de concentración está dada por el área de la cuenca de análisis (áreas muy pequeñas), se agrega el análisis comparativo de los caudales bajo condiciones sin proyecto y con proyecto.

OBSERVACION 3:

3. Colocar una imagen en donde se muestren las áreas consideradas para el cálculo de caudales hidrológicos.

La Figura 14, muestra la imagen solicitada

OBSERVACION 4:

4. Con respecto a los coeficientes de escorrentía utilizados, colocar los valores de referencia considerados para el proyecto.

Los valores de escorrentía son obtenidos a partir del reglamento de la OPAMSS; la Tabla 9, muestra los valores de escorrentía considerados para el análisis hidrológico del proyecto.



1. DESCRIPCION DEL PROYECTO

El Ministerio de Obras Públicas y Transporte (MOPT), ha diseñado una propuesta conceptual para desarrollar la construcción de una intersección a desnivel, que mejore la circulación vehicular en el Redondel Utila. Esta propuesta conceptual no limita los estudios de ingeniería y el diseño, por lo que se deberá demostrar que la solución de diseño final que se elabore es la más conveniente para el proyecto.

ECON, a través de la oferta propone el diseño ajustado a las condiciones existentes, esta consiste en un paso superior de dos carriles en sentido nor-orienté – sur-poniente, que estaría geométricamente formado por una rampa de acceso, una rampa de salida y un tramo central elevado tipo puente, proyectado sobre el Redondel Utila (ver Figura 1).

Los anchos de carril proyectados cuentan con 6.50 m de rodadura en el área de rampas, 7.30 m en el área del Puente, para ambos casos, se proyectan dos zonas de seguridad (laterales) de 0.55 m cada uno.

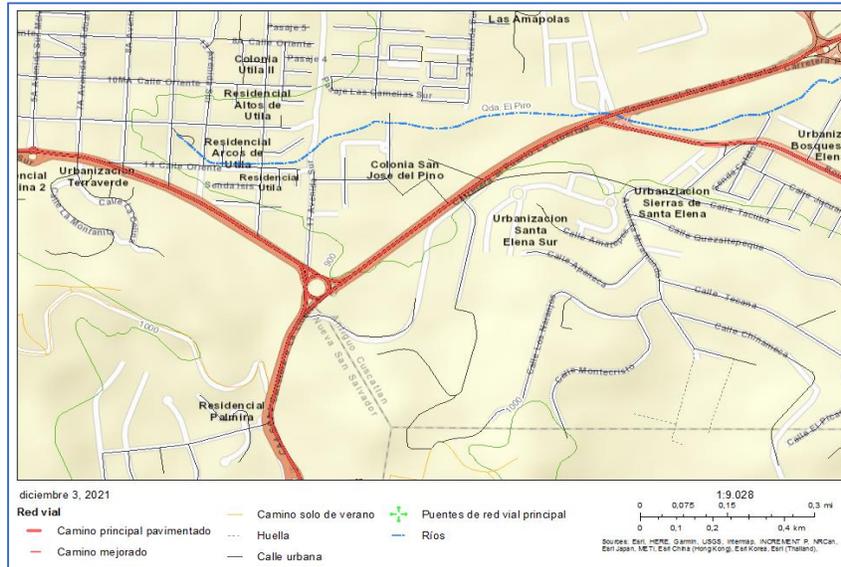
Figura 1: Propuesta de Paso a Desnivel Utila



2. UBICACIÓN

El proyecto se encuentra localizado en el municipio de Santa Tecla, en las intersecciones formada por las rutas CA04S-LIB04W, carretera al puerto de la Libertad, sobre Redondel Utila. Las coordenadas geográficas son las siguientes: 13°39'46.40"N, 89°16'39.80"O (ver Figura 2).

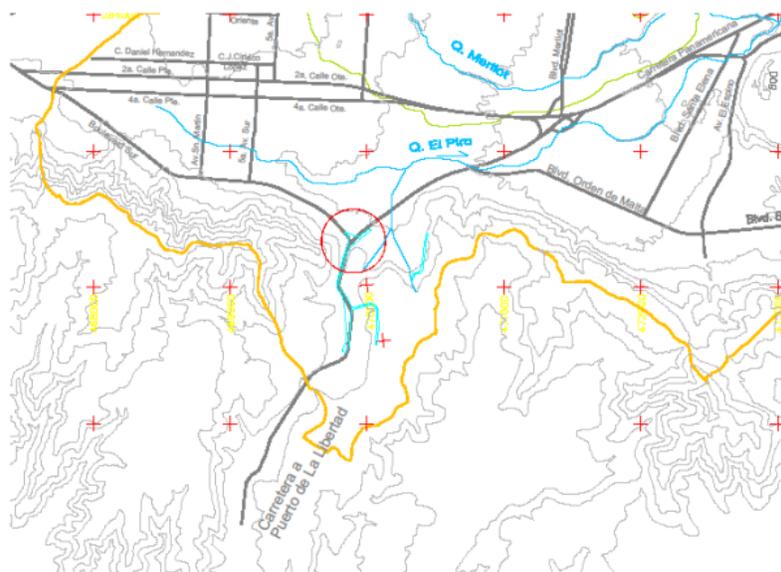
Figura 2: Esquema de Ubicación del Proyecto



3. HIDROGRAFIA Y OBRAS DE DRENAJE EXISTENTES

Dentro de la Región Hidrográfica “A”, CUENCA RIO LEMPA, se localiza la subcuenca del Rio Acelhuate. Como se muestra en la ())) la zona del proyecto se ubica en los límites de la cabecera de la cuenca de la quebrada El Piro, que aguas abajo descarga en la quebrada La Lechuza, parte de la cuenca del Rio Acelhuate. La divisoria de la cuenca es la línea en color amarillo.

Figura 3: Ubicación del proyecto en zona hidrográfica



3.1. Obras de Drenaje Existentes

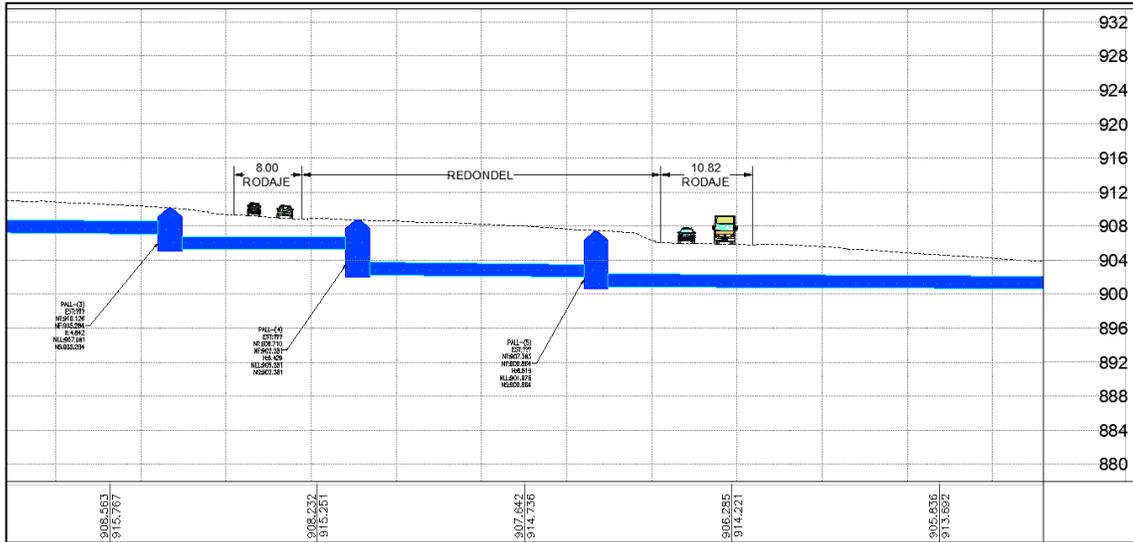
Existen dos tramos de colectores que atraviesan el redondel Utila en el sentido de Sur-Poniente a Nor-Oriente como se muestra en la Figura 4. Uno de ellos consiste en una Bóveda 1.50x2.0m (Sistema de Aguas Negras) y el otro posee diámetros de 60" y 72" cuyo cambio de dimensión se realiza en un pozo de visita en el costado sur del Redondel Utila (Sistema de Aguas Lluvias). Estos se unen a la bóveda existente sobre la Quebrada "El Piro" intersección CA04 y Blvd. Orden de Malta. Existen además cajas tragantes de aguas lluvias que conectan al colector de 60"/72".

Figura 4: Esquema de ubicación de sistemas de drenaje



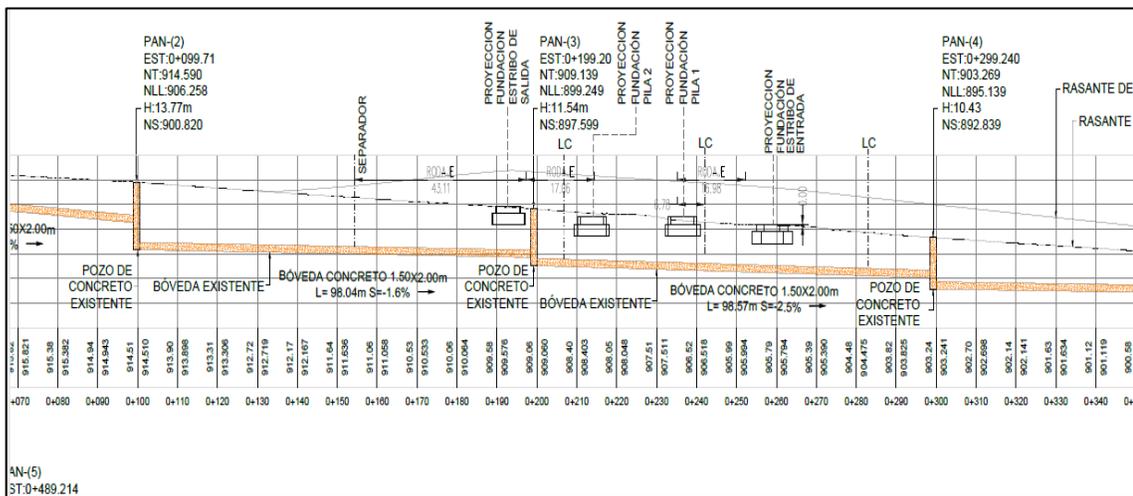
En la Figura 5 y la Figura 6, se muestra esquemáticamente los perfiles longitudinales de los sistemas de drenaje de aguas lluvias y aguas negras existentes.

Figura 5: Perfil de drenaje de aguas lluvias



El sistema de drenaje de aguas lluvias existente está localizado sobre el eje del diseño proyectado, por lo que es necesaria su reubicación.

Figura 6: Perfil de sistema de drenaje de aguas negras



El sistema de drenaje de aguas negras se encuentra localizado a una profundidad aproximada de 10 m bajo la rasante existente, su ubicación no genera conflictos con las obras proyectadas.

3.2. Reubicación del colector de aguas lluvias

Existe un tramo de colector de aguas lluvias a reubicar por interferencias con las fundaciones de la nueva estructura. En todo caso para realizar la modificación se han considerado los criterios siguientes:

- Conservar las pendientes del colector existente, tratando en la medida de lo posible pasar de una pendiente mayor a una menor.
- Conservar las dimensiones, materiales y profundidades.
- Se conservan prácticamente las mismas áreas de influencia y los caudales.

En la Figura 7, se muestra la configuración del colector existente, y la proyección del Bypass para evitar la interferencia entre estructura y colector.

Figura 7: Reubicación del colector de aguas lluvias



4. CLIMATOLOGIA DEL PROYECTO

El Salvador está situado en la parte Norte del cinturón tropical de la tierra o Cinturón Climático de los trópicos, del tal modo que en noviembre y octubre se ve influenciado principalmente por vientos del Nor-Este y ocasionalmente por vientos con ráfagas que nos traen aire fresco originado en regiones polares de Norteamérica, pero calentado en gran medida al atravesar el Golfo de México en su camino a Centro América.

Según observaciones verificadas en San Salvador, durante 50 años, de 1918 hasta 1967, se calcularon las siguientes fechas promedio para principio y final de estaciones.

Tabla 1: Duración promedio de estaciones en El Salvador 1918 a 1967

Época del Año	Promedios		Duración	
	Principio	Final	Días	Semanas
Estación seca	14 noviembre	19 abril	157	22 1/2
Transición seca-lluviosa	20 abril	20 mayo	31	4 1/2
Estación lluviosa	21 mayo	16 octubre	149	21
Transición lluviosa-seca	17 octubre	13 noviembre	28	4

4.1. Zonas Climáticas de El Salvador.

Según la altura en metros sobre el nivel medio del mar, se distinguen las siguientes tres zonas Climáticas o térmicas en El Salvador, de acuerdo al promedio de la temperatura ambiente a lo largo del año. Esta división se basa en las Clasificaciones climáticas de KÖPEN, SAPPER Y LAUER.

4.1.1. DE 0 A 800.00 METROS DE ELEVACIÓN

Sabanas Tropicales calientes o tierra caliente: Estación seca en invierno (Noviembre – Abril), temperatura máxima poco antes de la estación lluviosa (marzo-abril), la temperatura del mes más caluroso, 22 °C y más. Temperaturas anuales según la altura:

Promedio de temperatura disminuyendo con la altura de 27 a 22 °C en las planicies costeras y de 28 a 22 °C en las planicies internas.

4.1.2. DE 800.00 A 1200.0 METROS DE ELEVACIÓN

Sabanas Tropicales o Tierra Templada: Respecto a la estación seca y la temperatura máxima, temperatura del mes más caluroso, más baja de 22 °C pero a lo menos 4 meses del año con una temperatura mayor de 10 °C. Temperaturas anuales según la altura:

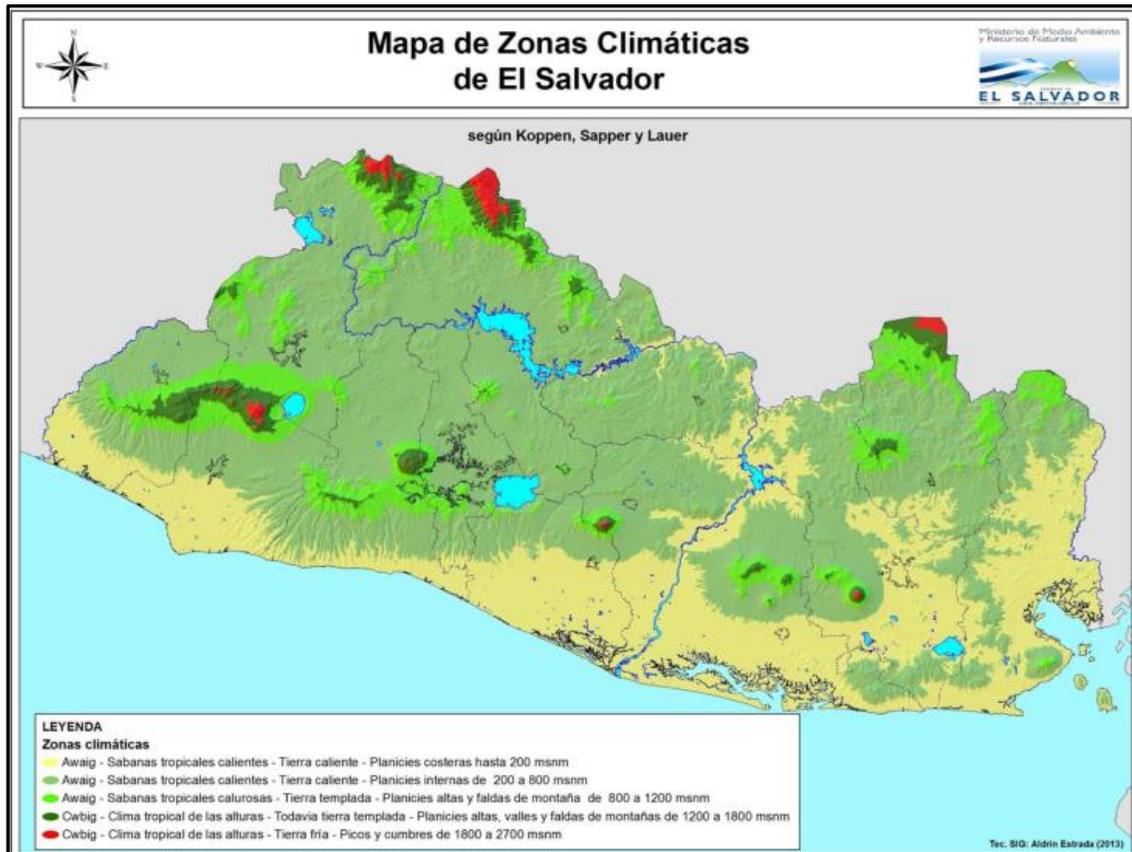
Promedio de temperatura disminuyendo con la altura de 22 a 20 °C en las planicies altas y de 21 a 19 °C en las faldas de las montañas.

4.1.3. DE 1200 A 2700.0 METROS DE ELEVACIÓN

Tierra Templada, De 20 a 16 °C en planicies altas y valles, de 21 a 19 °C en las faldas de las montañas y de 15 a 10°C en valles y hondonadas sobre 1800.0 metros.

Mayor Elevación de El Salvador: El Pital Chalatenango con 2700.0 metros

Figura 8: Mapa de Zonas Climáticas de El Salvador



4.2. Principales Variables Climáticas

Tabla 2: Perfil Climatológico de la Estación de Santa Tecla

ESTACION:	SANTA TECLA								LATITUD NORTE:	13°	41'2	
INDICE:	L- 8								LONGITUD OESTE:	89°	17'3	
DEPARTAMENTO:	LA LIBERTAD								ELEVACION :			
Año/Mes	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Precipitación (mm)	6	1	12	35	173	318	352	342	361	199	56	9
Temp. Promedio (°C)	19.5	20.0	20.9	21.7	21.7	21.4	21.6	21.6	20.9	20.9	20.3	19.6
Temp. Máx. Promedio (°C)	28.5	29.7	30.7	30.6	29.4	28.4	29.2	29.2	28.0	27.8	27.9	27.9
Temp. Mín. Promedio (°C)	14.0	14.0	14.8	16.3	17.3	17.4	16.9	17.0	17.0	16.9	15.7	14.6
Temp. Máxima Absoluta(°C)	39.6	40.1	42.5	42.9	43.2	40.0	38.5	38.5	37.2	37.7	39.0	38.6
Temp. Mínima Absoluta(°C)	7.8	8.0	9.1	9.2	12.0	14.3	12.0	13.0	13.2	12.0	10.3	8.2
Temp. Humeda Prom. °C	16.1	16.3	17.5	18.9	19.6	19.5	19.3	19.3	19.2	18.9	17.6	16.5
Luz Solar hr/día	9.7	9.7	9.5	8.0	6.4	5.9	7.9	7.5	5.9	6.6	8.6	9.6
Humeda Relativa (%)	73	71	73	77	83	85	81	82	86	84	77	75
Nubosidad en /10	3.6	3.9	4.8	6.6	7.6	8.0	7.3	7.5	8.1	7.1	5.1	3.8
Viento Rumbo Dominante	NE	N	N	N	N	N	N	N	S	N	NE	NE
Viento Veloc. Media Escala Beaufort	2.1	1.9	1.8	1.6	1.5	1.4	1.7	1.6	1.5	1.8	2.2	2.1

Figura 9: Precipitación promedio mensual, Estación Santa Tecla

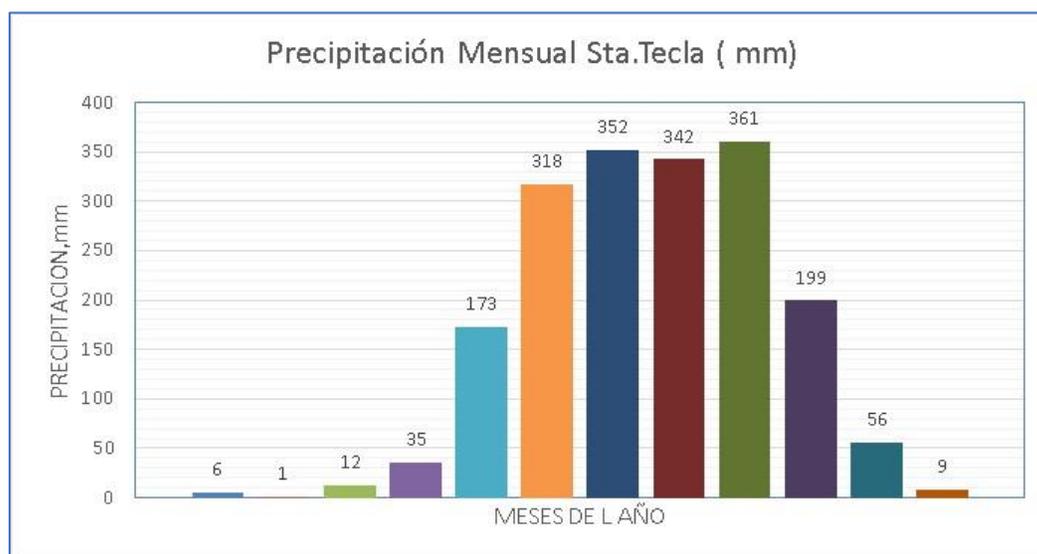


Figura 10: Temperatura promedio mensual, Estación Santa Tecla

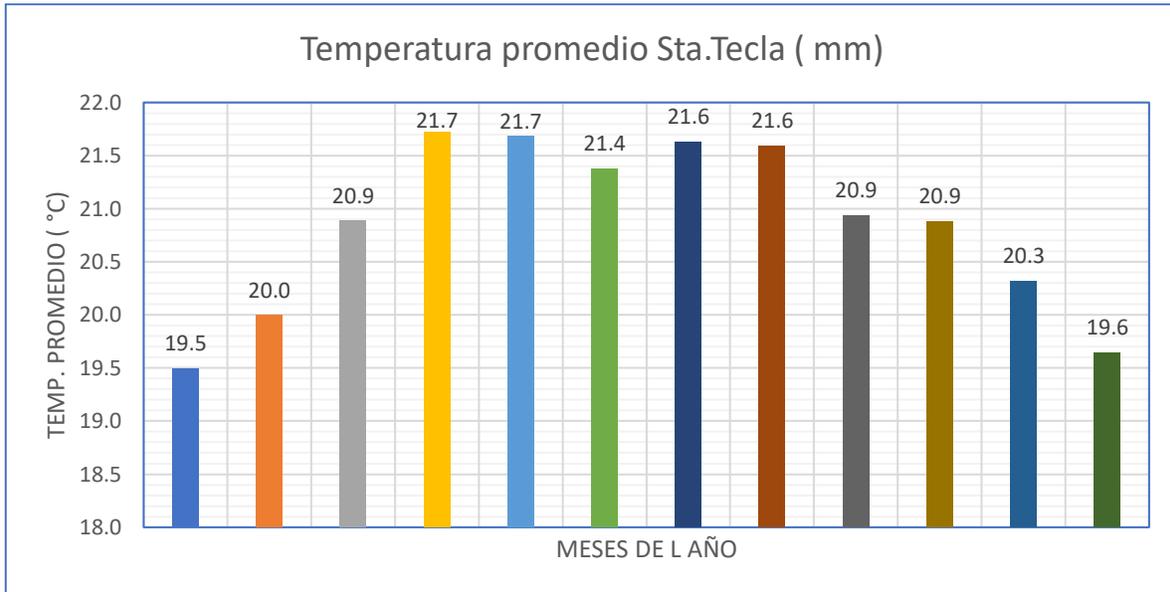
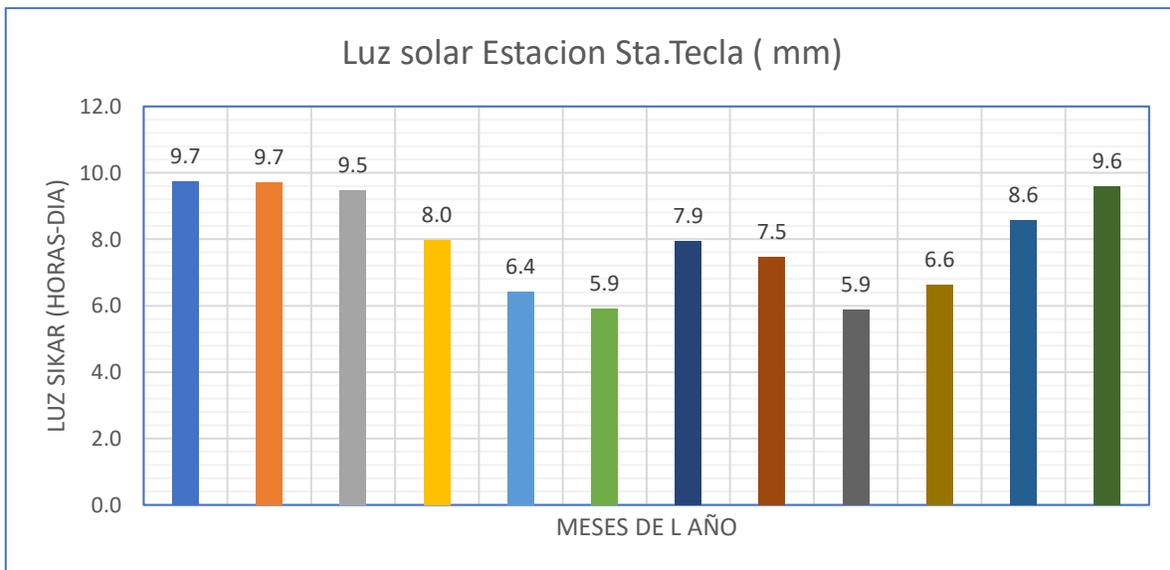


Figura 11: Horas de luz solar, Estación Santa Tecla



4.3. Intensidades de Lluvia

Para el cálculo de los caudales de las rampas y áreas anexas se usarán las intensidades de lluvias de la Estación de Santa Tecla (L-8), que es la más próxima al proyecto.

Tabla 3: Registro Histórico de Intensidades de Lluvia en Santa Tecla

		 MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES DIRECCION GENERAL DEL OBSERVATORIO AMBIENTAL CENTRO DE INFORMACION Y AGROMETEOROLOGIA										
		INTENSIDAD DE PRECIPITACION MAXIMA ANUAL (ABSOLUTA) En mm/minuto para diferentes períodos										
		ESTACION : SANTA TECLA LATITUD : 13 ^o 41.2' ELEVACION : 965 m.s.n.d.m. LONGITUD : 89 ^o 147.3'										
No.	Año	5	10	15	20	30	45	60	90	120	150	180
1	1954	2.64	2.28	2.52	2.42	2.00	1.44	1.14	0.85	0.65	0.32	0.28
2	1955	1.86	1.73	1.46	1.28	1.05	0.71	0.54	0.40	0.32	0.27	0.22
3	1956	3.56	2.89	2.34	1.94	1.80	1.67	1.32	0.98	0.75	0.61	0.52
4	1957	2.20	1.89	1.53	1.56	1.26	0.88	0.67	0.45	0.36	0.30	0.25
5	1958	2.74	2.03	1.49	1.18	0.83	0.69	0.59	0.42	0.56	0.49	0.44
6	1959	2.12	1.71	1.49	1.36	1.11	0.79	0.61	0.43	0.36	0.31	0.28
7	1960	2.42	2.03	1.40	1.10	1.01	0.77	0.58	0.45	0.35	0.30	0.32
8	1961	1.62	1.33	1.22	1.08	0.83	0.69	0.56	0.46	0.35	0.27	0.27
9	1962	2.06	1.49	1.38	1.34	1.27	1.11	0.91	0.68	0.52	0.43	0.37
10	1963	2.60	2.29	2.09	1.98	1.77	1.35	1.03	0.70	0.54	0.44	0.37
11	1964	2.40	2.27	2.27	1.78	1.36	0.94	0.78	0.56	0.44	0.36	0.21
12	1965	2.48	2.28	2.01	1.71	1.33	0.93	0.68	0.47	0.41	0.30	0.32
13	1966	2.28	1.92	1.89	1.87	1.58	1.26	1.02	0.78	0.65	0.53	0.45
14	1967	2.56	2.36	1.97	1.77	1.26	1.25	1.17	0.94	0.36	0.23	0.20
15	1968	2.14	1.89	1.50	1.42	1.25	1.15	1.07	0.83	0.74	0.60	0.32
16	1969	1.64	1.42	1.28	1.16	0.89	0.76	0.66	0.52	0.44	0.40	0.36
17	1970	2.80	2.51	2.04	1.62	1.13	0.88	0.70	0.62	0.47	0.38	0.33
18	1971	3.36	2.66	2.32	2.10	1.56	1.20	1.02	0.76	0.41	0.33	0.28
19	1972	2.56	1.78	1.45	1.20	0.91	0.74	0.60	0.53	0.44	0.27	0.24
20	1973	3.18	2.29	1.93	1.76	1.41	1.05	0.90	0.64	0.50	0.42	0.36
21	1974	2.84	2.24	1.89	1.70	1.37	0.96	0.75	0.55	0.45	0.43	0.40
22	1975	2.38	2.17	1.88	1.79	1.73	1.27	0.97	0.67	0.52	0.42	0.35
23	1976	3.40	2.42	1.87	1.54	1.39	1.10	0.87	0.63	0.38	0.31	0.27
24	1977	3.44	2.07	1.61	1.28	0.94	0.66	0.50	0.43	0.38	0.36	0.38
25	1978	3.72	2.36	2.24	1.85	1.29	0.87	0.67	0.48	0.38	0.32	0.27
26	1979	2.72	1.95	1.90	1.68	1.45	1.02	0.80	0.59	0.47	0.39	0.33
27	1980	3.16	2.57	2.17	1.93	1.90	1.56	1.49	1.15	0.88	0.75	0.63
28	1981	2.84	2.24	1.84	1.58	1.35	1.10	0.89	0.70	0.45	0.36	0.32
29	1982	2.80	2.40	2.27	2.26	1.84	1.48	1.14	0.77	0.41	0.35	0.30
30	1983	2.76	1.80	1.66	1.50	1.46	1.24	0.96	0.61	0.49	0.38	0.31
31	1984	3.60	2.80	2.46	2.24	1.58	1.14	0.91	0.70	0.54	0.46	0.27
32	1993	2.14	2.14	1.81	1.66	1.22	0.91	0.74	0.51	0.38	0.30	0.25
33	1994	3.14	2.13	1.56	1.51	1.25	0.99	0.77	0.52	0.40	0.33	0.27
34	1995	2.33	2.08	1.71	1.50	1.12	0.76	0.67	0.52	0.39	0.31	0.26
35	1996	2.32	2.28	1.87	1.79	1.42	1.05	0.85	0.65	0.54	0.45	0.39
36	1997	2.24	1.94	1.59	1.43	1.25	0.91	0.69	0.46	0.35	0.30	0.26
37	1998	3.84	2.83	2.35	1.90	1.61	1.18	0.94	0.64	0.48	0.45	0.42
38	1999	1.90	1.82	1.51	1.41	1.09	0.85	0.68	0.49	0.43	0.34	0.29

4.4. Verificación de Consistencia de datos

Sí se multiplica el valor de la intensidad por su duración, se obtienen valores de precipitación que van aumentando a medida que aumenta el tiempo. Sí se observan valores que se salen de la tendencia siempre creciente, es indicativo que ha habido un error en ese punto o en varios puntos a la vez. Estos errores son frecuentes, generalmente para períodos de duración de 90 minutos en adelante.

Para efectuar las correcciones se toman de patrón las series sin datos erróneos. En algunos casos aplica el promedio de acuerdo a la posición de datos erróneos, sí se encuentra entre dos valores correctos. En otros casos se busca como referencia el dato inmediatamente anterior a los datos a corregir y se busca en las series de los otros años sin datos erróneos, cual es el valor más cercano, y se obtiene las diferencias con el valor próximo siguiente. Esas diferencias son aplicadas al valor que sirvió como pivote para hacer las correcciones.

4.5. Análisis de Datos dudosos.

Para verificar la bondad de los datos se realizará la prueba de los datos dudosos para cada una de las intensidades de lluvia de los registros de las estaciones pluviográficas seleccionadas.

La ecuación aplicada es la del Water Resource Council (WRC), que tiene por expresión:

$$Y_A = y_{med} + K_n s_y \quad \text{para el caso de los datos dudosos altos y}$$

$$Y_B = y_{med} - K_n s_y, \quad \text{para el caso de los datos dudosos bajos.}$$

En donde Y_A , Y_B , valor de los umbrales de los valores más altos y mas bajos confiables en unidades logarítmicas.

y_{med} , media de los valores de los datos.

S_y , desviación standard de los datos.

K_n , valor tabulado para diferentes tamaños de la muestra.

5. ELABORACIÓN DE LAS CURVAS INTENSIDAD- DURACIÓN – FRECUENCIA

Con el fin de realizar transformaciones LLUVIA-CAUDAL se realizará un análisis completo de precipitaciones intensas.

Este análisis se enfocará a la determinación de ecuaciones capaces de representar los patrones de lluvia en la zona de influencia del proyecto.

Gumbel de valor extremo Tipo I

FUNCIÓN DE DENSIDAD:

$$f(x) = \frac{1}{\alpha} \exp \left[\frac{-x - \beta}{\alpha} - \exp \left(\frac{-x - \beta}{\alpha} \right) \right]$$

PARÁMETROS DE LA DISTRIBUCIÓN

$$\alpha = \frac{\sqrt{6}}{\pi} s$$

$$\beta = \bar{x} - 0.5772\alpha$$

\bar{x} y s

Media y Desviación estándar estimadas con la muestra

La magnitud de un evento hidrológico extremo puede representarse como la media μ más una desviación ΔXT de la variable con respecto a la media: $XT = \mu + \Delta XT$

Esta desviación con respecto a la media puede igualarse al producto de la desviación estándar σ y el factor de frecuencia KT ; es decir, $\Delta XT = KT \sigma$. La desviación ΔXT y el factor de frecuencia KT son funciones del período de retorno y del tipo de distribución de probabilidad a utilizarse en el análisis. Entonces la Ecuación anterior puede expresarse como:

$$XT = \mu + KT \sigma$$

Es el ajuste estadístico que se ha utilizado el cual tiene la siguiente expresión, para el factor de frecuencia.

$$K_T = -\frac{\sqrt{6}}{\pi} \left\{ 0.5772 + \ln \left[\ln \left(\frac{T}{T-1} \right) \right] \right\}$$



Tabla 4: Datos Erróneos en Estación Santa Tecla

ESTACION SANTA TECLA, SELECCIÓN DE DATOS ERRONEOS (mm)

Año	5	10	15	20	30	45	60	90	120	150	180
1954	13.20	22.80	37.80	48.40	60.00	64.80	68.40	76.50	78.00	48.00	50.40
1955	9.30	17.30	21.90	25.60	31.50	31.95	32.40	36.00	38.40	40.50	39.60
1956	17.80	28.90	35.10	38.80	54.00	75.15	79.20	88.20	90.00	91.50	93.60
1957	11.00	18.90	22.95	31.20	37.80	39.60	40.20	40.50	43.20	45.00	45.00
1958	13.70	20.30	22.35	23.60	24.90	31.05	35.40	37.80	67.20	73.50	79.20
1959	10.60	17.10	22.35	27.20	33.30	35.55	36.60	38.70	43.20	46.50	50.40
1960	12.10	20.30	21.00	22.00	30.30	34.65	34.80	40.50	42.00	45.00	57.60
1961	8.10	13.30	18.30	21.60	24.90	31.05	33.60	41.40	42.00	40.50	48.60
1962	10.30	14.90	20.70	26.80	38.10	49.95	54.60	61.20	62.40	64.50	66.60
1963	13.00	22.90	31.35	39.60	53.10	60.75	61.80	63.00	64.80	66.00	66.60
1964	12.00	22.70	34.05	35.60	40.80	42.30	46.80	50.40	52.80	54.00	37.80
1965	12.40	22.80	30.15	34.20	39.90	41.85	40.80	42.30	49.20	45.00	57.60
1966	11.40	19.20	28.35	37.40	47.40	56.70	61.20	70.20	78.00	79.50	81.00
1967	12.80	23.60	29.55	35.40	37.80	56.25	70.20	84.60	43.20	34.50	36.00
1968	10.70	18.90	22.50	28.40	37.50	51.75	64.20	74.70	88.80	90.00	57.60
1969	8.20	14.20	19.20	23.20	26.70	34.20	39.60	46.80	52.80	60.00	64.80
1970	14.00	25.10	30.60	32.40	33.90	39.60	42.00	55.80	56.40	57.00	59.40
1971	16.80	26.60	34.80	42.00	46.80	54.00	61.20	68.40	49.20	49.50	50.40
1972	12.80	17.80	21.75	24.00	27.30	33.30	36.00	47.70	52.80	40.50	43.20
1973	15.90	22.90	28.95	35.20	42.30	47.25	54.00	57.60	60.00	63.00	64.80
1974	14.20	22.40	28.35	34.00	41.10	43.20	45.00	49.50	54.00	64.50	72.00
1975	11.90	21.70	28.20	35.80	51.90	57.15	58.20	60.30	62.40	63.00	63.00
1976	17.00	24.20	28.05	30.80	41.70	49.50	52.20	56.70	45.60	46.50	48.60
1977	17.20	20.70	24.15	25.60	28.20	29.70	30.00	38.70	45.60	54.00	68.40
1978	18.60	23.60	33.60	37.00	38.70	39.15	40.20	43.20	45.60	48.00	48.60
1979	13.60	19.50	28.50	33.60	43.50	45.90	48.00	53.10	56.40	58.50	59.40
1980	15.80	25.70	32.55	38.60	57.00	70.20	89.40	103.50	105.60	112.50	113.40
1981	14.20	22.40	27.60	31.60	40.50	49.50	53.40	63.00	54.00	54.00	57.60
1982	14.00	24.00	34.05	45.20	55.20	66.60	68.40	69.30	49.20	52.50	54.00
1983	13.80	18.00	24.90	30.00	43.80	55.80	57.60	54.90	58.80	57.00	55.80
1984	18.00	28.00	36.90	44.80	47.40	51.30	54.60	63.00	64.80	69.00	48.60
1993	10.70	21.40	27.15	33.20	36.60	40.95	44.40	45.90	45.60	45.00	45.00
1994	15.70	21.30	23.40	30.20	37.50	44.55	46.20	46.80	48.00	49.50	48.60
1995	11.65	20.80	25.65	30.00	33.60	34.20	40.20	46.80	46.80	46.50	46.80
1996	11.60	22.80	28.05	35.80	42.60	47.25	51.00	58.50	64.80	67.50	70.20
1997	11.20	19.40	23.85	28.60	37.50	40.95	41.40	41.40	42.00	45.00	46.80
1998	19.20	28.30	35.25	38.00	48.30	53.10	56.40	57.60	57.60	67.50	75.60
1999	9.50	18.20	22.65	28.20	32.70	38.25	40.80	44.10	51.60	51.00	52.20

Tabla 5: Datos Erróneos Corregidos, Estación Santa Tecla

ESTACION SANTA TECLA, DATOS CORREGIDOS (mm)											
Año	5	10	15	20	30	45	60	90	120	150	180
1954	13.20	22.8	37.8	48.4	60	64.8	68.4	76.5	78.00	79.5	81
1955	9.30	17.3	21.9	25.6	31.5	31.95	32.4	36	38.40	40.5	42.6
1956	17.80	28.9	35.1	38.8	54	75.15	79.2	88.2	90.00	91.5	93.6
1957	11.00	18.9	22.95	31.2	37.8	39.6	40.2	40.5	43.20	45	48.3
1958	13.70	20.3	22.35	23.6	24.9	31.05	35.4	37.8	67.20	73.5	79.2
1959	10.60	17.1	22.35	27.2	33.3	35.55	36.6	38.7	43.20	46.5	50.4
1960	12.10	20.3	21	22	30.3	34.65	34.8	40.5	42.00	45	57.6
1961	8.10	13.3	18.3	21.6	24.9	31.05	33.6	41.4	42.00	45.3	48.6
1962	10.30	14.9	20.7	26.8	38.1	49.95	54.6	61.2	62.40	64.5	66.6
1963	13.00	22.9	31.35	39.6	53.1	60.75	61.8	63	64.80	66	66.6
1964	12.00	22.7	34.05	35.6	40.8	42.3	46.8	50.4	52.80	54	68.4
1965	12.40	22.8	30.15	34.2	39.9	41.85	42.08	42.3	49.20	53.4	57.6
1966	11.40	19.2	28.35	37.4	47.4	56.7	61.2	70.2	78.00	79.5	81
1967	12.80	23.6	29.55	35.4	37.8	56.25	70.2	84.6	86.4	87.9	90
1968	10.70	18.9	22.5	28.4	37.5	51.75	64.2	74.7	88.80	90	92.1
1969	8.20	14.2	19.2	23.2	26.7	34.2	39.6	46.8	52.80	60	64.8
1970	14.00	25.1	30.6	32.4	33.9	39.6	42	55.8	56.40	57	59.4
1971	16.80	26.6	34.8	42	46.8	54	61.2	68.4	70.20	71.4	72
1972	12.80	17.8	21.75	24	27.3	33.3	36	47.7	52.80	60	64.8
1973	15.90	22.9	28.95	35.2	42.3	47.25	54	57.6	60.00	63	64.8
1974	14.20	22.4	28.35	34	41.1	43.2	45	49.5	54.00	64.5	72
1975	11.90	21.7	28.2	35.8	51.9	57.15	58.2	60.3	62.40	63	64.8
1976	17.00	24.2	28.05	30.8	41.7	49.5	52.2	56.7	60.3	63.3	65.1
1977	17.20	20.7	24.15	25.6	28.2	29.7	30	38.7	45.60	54	68.4
1978	18.60	23.6	33.6	37	38.7	39.15	40.2	43.2	45.60	48	48.6
1979	13.60	19.5	28.5	33.6	43.5	45.9	48	53.1	56.40	58.5	59.4
1980	15.80	25.7	32.55	38.6	57	70.2	89.4	103.5	105.60	112.5	113.4
1981	14.20	22.4	27.6	31.6	40.5	49.5	53.4	63	64.8	69	69.6
1982	14.00	24	34.05	45.2	55.2	66.6	68.4	76.5	78	79.5	81
1983	13.80	18	24.9	30	43.8	55.8	57.6	59.7	61.8	62.4	64.2
1984	18.00	28	36.9	44.8	47.4	51.3	54.6	63	64.80	69	69.6
1993	10.70	21.4	27.15	33.2	36.6	40.95	44.4	45.9	52.6	55.38	57.65
1994	15.70	21.3	23.4	30.2	37.5	44.55	46.2	46.8	48.00	49.5	54.68
1995	11.65	20.8	25.65	30	33.6	34.2	40.2	46.8	48.63	51.16	53.23
1996	11.60	22.8	28.05	35.8	42.6	47.25	51	58.5	64.80	67.5	70.2
1997	11.20	19.4	23.85	28.6	37.5	40.95	41.4	41.7	42.00	45	46.8
1998	19.20	28.3	35.25	38	48.3	53.1	56.4	57.6	62.55	67.5	75.6
1999	9.50	18.2	22.65	28.2	32.7	38.25	40.8	44.1	51.60	51.9	52.2

Tabla 6: Datos Erróneos Corregidos, Estación Santa Tecla (mm/hora)

ESTACION SANTA TECLA REGISTRO CON DATOS CORREGIDOS (mm/hora)

Año	5	10	15	20	30	45	60	90	120	150	180
1954	158.40	136.80	151.20	145.20	120.00	86.40	68.40	51.00	39.00	31.80	27.00
1955	111.60	103.80	87.60	76.80	63.00	42.60	32.40	24.00	19.20	16.20	14.20
1956	213.60	173.40	140.40	116.40	108.00	100.20	79.20	58.80	45.00	36.60	31.20
1957	132.00	113.40	91.80	93.60	75.60	52.80	40.20	27.00	21.60	18.00	16.10
1958	164.40	121.80	89.40	70.80	49.80	41.40	35.40	25.20	33.60	29.40	26.40
1959	127.20	102.60	89.40	81.60	66.60	47.40	36.60	25.80	21.60	18.60	16.80
1960	145.20	121.80	84.00	66.00	60.60	46.20	34.80	27.00	21.00	18.00	19.20
1961	97.20	79.80	73.20	64.80	49.80	41.40	33.60	27.60	21.00	18.12	16.20
1962	123.60	89.40	82.80	80.40	76.20	66.60	54.60	40.80	31.20	25.80	22.20
1963	156.00	137.40	125.40	118.80	106.20	81.00	61.80	42.00	32.40	26.40	22.20
1964	144.00	136.20	136.20	106.80	81.60	56.40	46.80	33.60	26.40	21.60	22.80
1965	148.80	136.80	120.60	102.60	79.80	55.80	42.08	28.20	24.60	21.36	19.20
1966	136.80	115.20	113.40	112.20	94.80	75.60	61.20	46.80	39.00	31.80	27.00
1967	153.60	141.60	118.20	106.20	75.60	75.00	70.20	56.40	43.20	35.16	30.00
1968	128.40	113.40	90.00	85.20	75.00	69.00	64.20	49.80	44.40	36.00	30.70
1969	98.40	85.20	76.80	69.60	53.40	45.60	39.60	31.20	26.40	24.00	21.60
1970	168.00	150.60	122.40	97.20	67.80	52.80	42.00	37.20	28.20	22.80	19.80
1971	201.60	159.60	139.20	126.00	93.60	72.00	61.20	45.60	35.10	28.56	24.00
1972	153.60	106.80	87.00	72.00	54.60	44.40	36.00	31.80	26.40	24.00	21.60
1973	190.80	137.40	115.80	105.60	84.60	63.00	54.00	38.40	30.00	25.20	21.60
1974	170.40	134.40	113.40	102.00	82.20	57.60	45.00	33.00	27.00	25.80	24.00
1975	142.80	130.20	112.80	107.40	103.80	76.20	58.20	40.20	31.20	25.20	21.60
1976	204.00	145.20	112.20	92.40	83.40	66.00	52.20	37.80	30.15	25.32	21.70
1977	206.40	124.20	96.60	76.80	56.40	39.60	30.00	25.80	22.80	21.60	22.80
1978	223.20	141.60	134.40	111.00	77.40	52.20	40.20	28.80	22.80	19.20	16.20
1979	163.20	117.00	114.00	100.80	87.00	61.20	48.00	35.40	28.20	23.40	19.80
1980	189.60	154.20	130.20	115.80	114.00	93.60	89.40	69.00	52.80	45.00	37.80
1981	170.40	134.40	110.40	94.80	81.00	66.00	53.40	42.00	32.40	27.60	23.20
1982	168.00	144.00	136.20	135.60	110.40	88.80	68.40	51.00	39.00	31.80	27.00
1983	165.60	108.00	99.60	90.00	87.60	74.40	57.60	39.80	30.90	24.96	21.40
1984	216.00	168.00	147.60	134.40	94.80	68.40	54.60	42.00	32.40	27.60	23.20
1993	128.40	128.40	108.60	99.60	73.20	54.60	44.40	30.60	26.30	22.15	19.22
1994	188.40	127.80	93.60	90.60	75.00	59.40	46.20	31.20	24.00	19.80	18.23
1995	139.80	124.80	102.60	90.00	67.20	45.60	40.20	31.20	24.32	20.46	17.74
1996	139.20	136.80	112.20	107.40	85.20	63.00	51.00	39.00	32.40	27.00	23.40
1997	134.40	116.40	95.40	85.80	75.00	54.60	41.40	27.80	21.00	18.00	15.60
1998	230.40	169.80	141.00	114.00	96.60	70.80	56.40	38.40	31.28	27.00	25.20
1999	114.00	109.20	90.60	84.60	65.40	51.00	40.80	29.40	25.80	20.76	17.40

Tabla 7: Análisis de Datos Dudosos Estación de Santa Tecla

ANÁLISIS DE DATOS DUDOSOS																						
Año	5	LN	10	LN	15	LN	20	LN	30	LN	45	LN	60	LN	90	LN	120	LN	150	LN	180	LN
1954	158.4	2.1998	136.8	2.1361	151.2	2.1796	145.2	2.162	120	2.0792	86.4	1.9365	68.4	1.8351	51	1.7076	39	1.5911	31.8	1.5024	27	1.4314
1955	111.6	2.0477	103.8	2.0162	87.6	1.9425	76.8	1.8854	63	1.7993	42.6	1.6294	32.4	1.5105	24	1.3802	19.2	1.2823	16.2	1.2095	14.2	1.1523
1956	213.6	2.3296	173.4	2.239	140.4	2.1474	116.4	2.066	108	2.0334	100.2	2.0009	79.2	1.8987	58.8	1.7694	45	1.6532	36.6	1.5635	31.2	1.4942
1957	132	2.1206	113.4	2.0546	91.8	1.9628	93.6	1.9713	75.6	1.8785	52.8	1.7226	40.2	1.6042	27	1.4314	21.6	1.3345	18	1.2553	16.1	1.2068
1958	164.4	2.2159	121.8	2.0856	89.4	1.9513	70.8	1.85	49.8	1.6972	41.4	1.617	35.4	1.549	25.2	1.4014	33.6	1.5263	29.4	1.4683	26.4	1.4216
1959	127.2	2.1045	102.6	2.0111	89.4	1.9513	81.6	1.9117	66.6	1.8235	47.4	1.6758	36.6	1.5635	25.8	1.4116	21.6	1.3345	18.6	1.2695	16.8	1.2253
1960	145.2	2.162	121.8	2.0856	84	1.9243	66	1.8195	60.6	1.7825	46.2	1.6646	34.8	1.5416	27	1.4314	21	1.3222	18	1.2553	19.2	1.2833
1961	97.2	1.9877	79.8	1.902	73.2	1.8645	64.8	1.8116	49.8	1.6972	41.4	1.617	33.6	1.5263	27.6	1.4409	21	1.3222	18.2	1.2582	16.2	1.2095
1962	123.6	2.092	89.4	1.9513	82.8	1.918	80.4	1.9053	76.2	1.882	66.6	1.8235	54.6	1.7372	40.8	1.6107	31.2	1.4942	25.8	1.4116	22.2	1.3464
1963	156	2.1931	137.4	2.138	125.4	2.0983	118.8	2.0748	106.2	2.0261	81	1.9085	61.8	1.791	42	1.6232	32.4	1.5105	26.4	1.4216	22.2	1.3464
1964	144	2.1584	136.2	2.1342	136.2	2.1342	106.8	2.0286	81.6	1.9117	56.4	1.7513	46.8	1.6702	33.6	1.5263	26.4	1.4216	21.6	1.3345	22.8	1.3579
1965	148.8	2.1726	136.8	2.1361	120.6	2.0813	102.6	2.0111	79.8	1.902	55.8	1.7466	42.075	1.624	28.2	1.4502	24.6	1.3909	21.36	1.3296	19.2	1.2833
1966	136.8	2.1361	115.2	2.0615	113.4	2.0546	112.2	2.05	94.8	1.9768	75.6	1.8785	61.2	1.7868	46.8	1.6702	39	1.5911	31.8	1.5024	27	1.4314
1967	153.6	2.1864	141.6	2.1511	118.2	2.0726	106.2	2.0261	75.6	1.8785	75	1.8751	70.2	1.8463	56.4	1.7513	43.2	1.6355	35.16	1.546	30	1.4771
1968	128.4	2.1086	113.4	2.0546	90	1.9542	85.2	1.9304	75	1.8751	69	1.8388	64.2	1.8075	49.8	1.6972	44.4	1.6474	36	1.5563	30.7	1.4871
1969	98.4	1.993	85.2	1.9304	76.8	1.8854	69.6	1.8426	53.4	1.7275	45.6	1.659	39.6	1.5977	31.2	1.4942	26.4	1.4216	24	1.3802	21.6	1.3345
1970	168	2.2253	150.6	2.1778	122.4	2.0878	97.2	1.9877	67.8	1.8312	52.8	1.7226	42	1.6232	37.2	1.5705	28.2	1.4502	22.8	1.3579	19.8	1.2967
1971	201.6	2.3045	159.6	2.203	139.2	2.1436	126	2.1004	93.6	1.9713	72	1.8573	61.2	1.7868	45.6	1.659	35.1	1.5453	28.56	1.4558	24	1.3802
1972	153.6	2.1864	106.8	2.0286	87	1.9395	72	1.8573	54.6	1.7372	44.4	1.6474	36	1.5563	31.8	1.5024	26.4	1.4216	24	1.3802	21.6	1.3345
1973	190.8	2.2806	137.4	2.138	115.8	2.0637	105.6	2.0237	84.6	1.9274	63	1.7993	54	1.7324	38.4	1.5843	30	1.4771	25.2	1.4014	21.6	1.3345
1974	170.4	2.2315	134.4	2.1284	113.4	2.0546	102	2.0086	82.2	1.9149	57.6	1.7604	45	1.6532	33	1.5185	27	1.4314	25.8	1.4116	24	1.3802
1975	142.8	2.1547	130.2	2.1146	112.8	2.0523	107.4	2.031	103.8	2.0162	76.2	1.882	58.2	1.7649	40.2	1.6042	31.2	1.4942	25.2	1.4014	21.6	1.3345
1976	204	2.3096	145.2	2.162	112.2	2.05	92.4	1.9657	83.4	1.9212	66	1.8195	52.2	1.7177	37.8	1.5775	30.15	1.4793	25.32	1.4035	21.7	1.3365
1977	206.4	2.3147	124.2	2.0941	96.6	1.985	76.8	1.8854	56.4	1.7513	39.6	1.5977	30	1.4771	25.8	1.4116	22.8	1.3579	21.6	1.3345	22.8	1.3579
1978	223.2	2.3487	141.6	2.1511	134.4	2.1284	111	2.0453	77.4	1.8887	52.2	1.7177	40.2	1.6042	28.8	1.4594	22.8	1.3579	19.2	1.2833	16.2	1.2095
1979	163.2	2.2127	117	2.0682	114	2.0569	100.8	2.0035	87	1.9395	61.2	1.7868	48	1.6812	35.4	1.549	28.2	1.4502	23.4	1.3692	19.8	1.2967
1980	189.6	2.2778	154.2	2.1881	130.2	2.1146	115.8	2.0637	114	2.0569	93.6	1.9713	89.4	1.9513	69	1.8388	52.8	1.7226	45	1.6532	37.8	1.5775
1981	170.4	2.2315	134.4	2.1284	110.4	2.043	94.8	1.9768	81	1.9085	66	1.8195	53.4	1.7275	42	1.6232	32.4	1.5105	27.6	1.4409	23.2	1.3655
1982	168	2.2253	144	2.1584	136.2	2.1342	135.6	2.1323	110.4	2.043	88.8	1.9484	68.4	1.8351	51	1.7076	39	1.5911	31.8	1.5024	27	1.4314
1983	165.6	2.2191	108	2.0334	99.6	1.9983	90	1.9542	87.6	1.9425	74.4	1.8716	57.6	1.7604	39.8	1.5999	30.9	1.49	24.96	1.3972	21.4	1.3304
1984	216	2.3345	168	2.2253	147.6	2.1691	134.4	2.1284	94.8	1.9768	68.4	1.8351	54.6	1.7372	42	1.6232	32.4	1.5105	27.6	1.4409	23.2	1.3655
1993	128.4	2.1086	128.4	2.1086	108.6	2.0358	99.6	1.9983	73.2	1.8645	54.6	1.7372	44.4	1.6474	30.6	1.4857	26.3	1.42	22.152	1.3454	19.217	1.2837
1994	188.4	2.2751	127.8	2.1065	93.6	1.9713	90.6	1.9571	75	1.8751	59.4	1.7738	46.2	1.6646	31.2	1.4942	24	1.3802	19.8	1.2967	18.227	1.2607
1995	139.8	2.1455	124.8	2.0962	102.6	2.0111	90	1.9542	67.2	1.8274	45.6	1.659	40.2	1.6042	31.2	1.4942	24.315	1.3859	20.464	1.311	17.743	1.249
1996	139.2	2.1436	136.8	2.1361	112.2	2.05	107.4	2.031	85.2	1.9304	63	1.7993	51	1.7076	39	1.5911	32.4	1.5105	27	1.4314	23.4	1.3692
1997	134.4	2.1284	116.4	2.066	95.4	1.9795	85.8	1.9335	75	1.8751	54.6	1.7372	41.4	1.617	27.8	1.444	21	1.3222	18	1.2553	15.6	1.1931
1998	230.4	2.3625	169.8	2.2299	141	2.1492	114	2.0569	96.6	1.985	70.8	1.85	56.4	1.7513	38.4	1.5843	31.275	1.4952	27	1.4314	25.2	1.4014
1999	114	2.0569	109.2	2.0382	90.6	1.9571	84.6	1.9274	65.4	1.8156	51	1.7076	40.8	1.6107	29.4	1.4683	25.8	1.4116	20.76	1.3172	17.4	1.2405
Promedio		2.1917		2.1018		2.0341		1.9834		1.8939		1.7802		1.6869		1.5576		1.4657		1.3917		1.3373
Desv. Estandar		0.0953		0.078		0.0843		0.0882		0.0993		0.1062		0.1138		0.114		0.106		0.1006		0.0932
Y _A		2.4454		2.3094		2.2584		2.2181		2.1583		2.0627		1.9897		1.8609		1.7479		1.6595		1.5854
Y _B		1.938		1.8942		1.8099		1.7487		1.6296		1.4976		1.384		1.2543		1.1835		1.124		1.0892
I máx.	230.4	278.87	173.4	203.88	151.2	181.29	145.2	165.22	120	143.97	100.2	115.54	89.4	97.658	69	72.587	52.8	55.958	45	45.659	37.8	38.497
I mín.	97.2	86.702	79.8	78.383	73.2	64.553	64.8	56.066	49.8	42.622	39.6	31.445	30	24.212	24	17.96	19.2	15.258	16.2	13.303	15.6	12.279
		OK		OK		OK		OK		OK		OK										

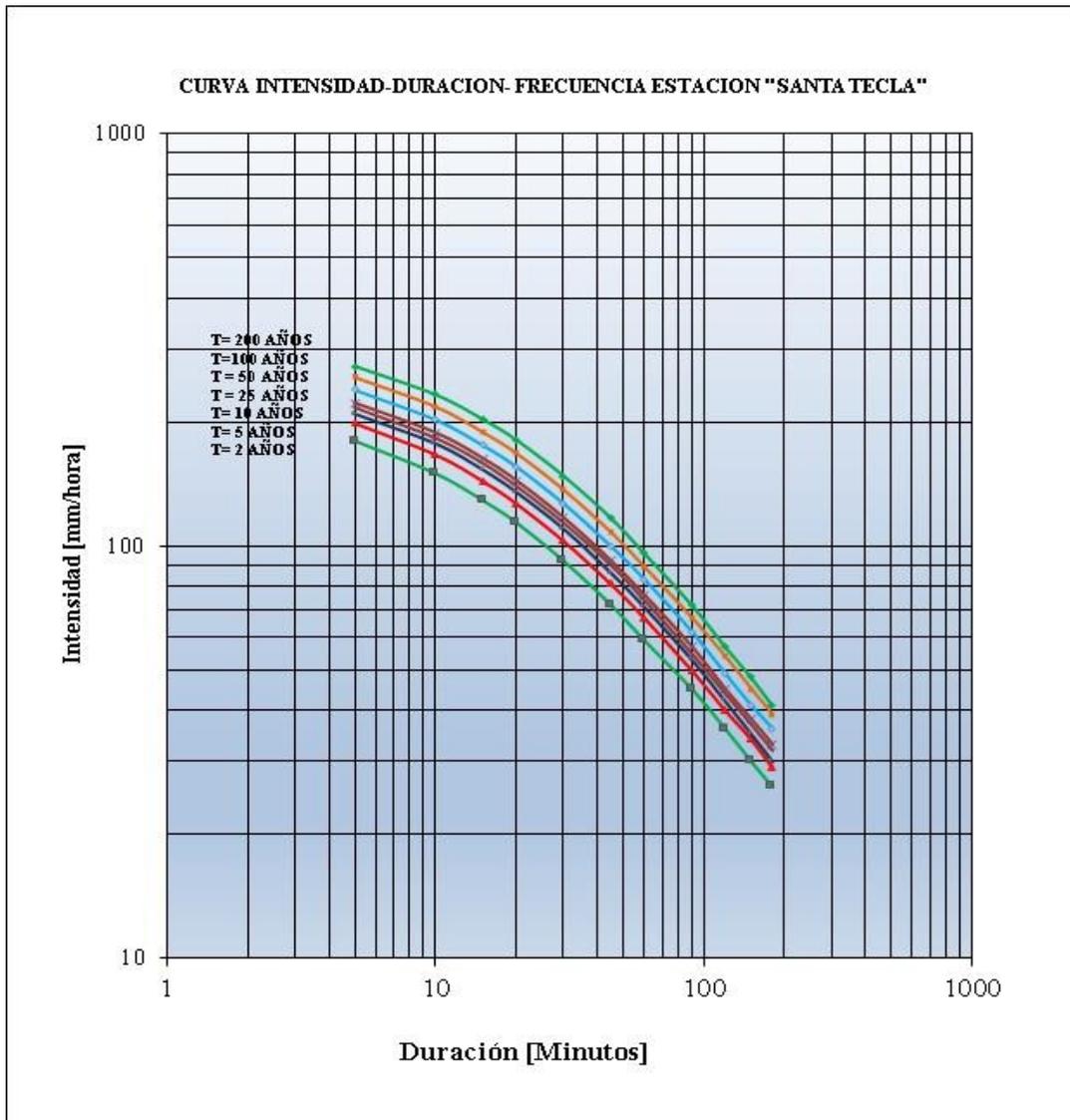
Tabla 8: Análisis De Chow Para Obtención IDF Estación De Santa Tecla

ELABORACION DE LA CURVA INTENSIDAD - DURACION - FRECUENCIA											
ESTACION SANTA TECLA											
CURVAS PARA DISEÑO DEL SISTEMA DE DRENAJE											
Año	5 min.	10 min	15 min	20 min	30 min	45 min	60 min	90 min	120 min	150 min	180 min
1954	158.40	136.80	151.20	145.20	120.00	86.40	68.40	51.00	39.00	31.80	27.00
1955	111.60	103.80	87.60	76.80	63.00	42.60	32.40	24.00	19.20	16.20	14.20
1956	213.60	173.40	140.40	116.40	108.00	100.20	79.20	58.80	45.00	36.60	31.20
1957	132.00	113.40	91.80	93.60	75.60	52.80	40.20	27.00	21.60	18.00	16.10
1958	164.40	121.80	89.40	70.80	49.80	41.40	35.40	25.20	33.60	29.40	26.40
1959	127.20	102.60	89.40	81.60	66.60	47.40	36.60	25.80	21.60	18.60	16.80
1960	145.20	121.80	84.00	66.00	60.60	46.20	34.80	27.00	21.00	18.00	19.20
1961	97.20	79.80	73.20	64.80	49.80	41.40	33.60	27.60	21.00	18.12	16.20
1962	123.60	89.40	82.80	80.40	76.20	66.60	54.60	40.80	31.20	25.80	22.20
1963	156.00	137.40	125.40	118.80	106.20	81.00	61.80	42.00	32.40	26.40	22.20
1964	144.00	136.20	136.20	106.80	81.60	56.40	46.80	33.60	26.40	21.60	22.80
1965	148.80	136.80	120.60	102.60	79.80	55.80	42.08	28.20	24.60	21.36	19.20
1966	136.80	115.20	113.40	112.20	94.80	75.60	61.20	46.80	39.00	31.80	27.00
1967	153.60	141.60	118.20	106.20	75.60	75.00	70.20	56.40	43.20	35.16	30.00
1968	128.40	113.40	90.00	85.20	75.00	69.00	64.20	49.80	44.40	36.00	30.70
1969	98.40	85.20	76.80	69.60	53.40	45.60	39.60	31.20	26.40	24.00	21.60
1970	168.00	150.60	122.40	97.20	67.80	52.80	42.00	37.20	28.20	22.80	19.80
1971	201.60	159.60	139.20	126.00	93.60	72.00	61.20	45.60	35.10	28.56	24.00
1972	153.60	106.80	87.00	72.00	54.60	44.40	36.00	31.80	26.40	24.00	21.60
1973	190.80	137.40	115.80	105.60	84.60	63.00	54.00	38.40	30.00	25.20	21.60
1974	170.40	134.40	113.40	102.00	82.20	57.60	45.00	33.00	27.00	25.80	24.00
1975	142.80	130.20	112.80	107.40	103.80	76.20	58.20	40.20	31.20	25.20	21.60
1976	204.00	145.20	112.20	92.40	83.40	66.00	52.20	37.80	30.15	25.32	21.70
1977	206.40	124.20	96.60	76.80	56.40	39.60	30.00	25.80	22.80	21.60	22.80
1978	223.20	141.60	134.40	111.00	77.40	52.20	40.20	28.80	22.80	19.20	16.20
1979	163.20	117.00	114.00	100.80	87.00	61.20	48.00	35.40	28.20	23.40	19.80
1980	189.60	154.20	130.20	115.80	114.00	93.60	89.40	69.00	52.80	45.00	37.80
1981	170.40	134.40	110.40	94.80	81.00	66.00	53.40	42.00	32.40	27.60	23.20
1982	168.00	144.00	136.20	135.60	110.40	88.80	68.40	51.00	39.00	31.80	27.00
1983	165.60	108.00	99.60	90.00	87.60	74.40	57.60	39.80	30.90	24.96	21.40
1984	216.00	168.00	147.60	134.40	94.80	68.40	54.60	42.00	32.40	27.60	23.20
1993	128.40	128.40	108.60	99.60	73.20	54.60	44.40	30.60	26.30	22.15	19.22
1994	188.40	127.80	93.60	90.60	75.00	59.40	46.20	31.20	24.00	19.80	18.23
1995	139.80	124.80	102.60	90.00	67.20	45.60	40.20	31.20	24.32	20.46	17.74
1996	139.20	136.80	112.20	107.40	85.20	63.00	51.00	39.00	32.40	27.00	23.40
1997	134.40	116.40	95.40	85.80	75.00	54.60	41.40	27.80	21.00	18.00	15.60
1998	230.40	169.80	141.00	114.00	96.60	70.80	56.40	38.40	31.28	27.00	25.20
1999	114.00	109.20	90.60	84.60	65.40	51.00	40.80	29.40	25.80	20.76	17.40
Media	159.14	128.35	110.16	98.18	80.32	62.07	50.31	37.38	30.11	25.32	22.24
Des.St	34.56	22.12	21.16	19.76	18.06	15.42	13.64	10.46	7.75	6.19	4.96

TR	5 min.	10 min	15 min	20 min	30 min	45 min	60 min	90 min	120 min	150 min	180 min
2	153	125	107	95	77	60	48	36	29	24	21
5	184	144	125	112	93	73	60	45	36	30	26
10	204	157	138	124	104	82	68	51	40	33	29
15	216	165	145	130	110	87	73	54	43	35	30
20	224	170	150	135	114	91	76	57	45	37	31
25	230	174	153	139	117	94	78	59	46	38	32
30	235	177	156	141	120	96	80	60	47	39	33
50	249	186	165	149	127	102	86	64	50	41	35
100	268	198	177	160	137	110	93	70	54	45	38
200	286	210	188	171	147	119	100	76	59	48	40
1000	330	238	215	196	169	138	118	89	68	56	47

Ctes	5 años	10 años	15 años	20 años	25 años	50 años	100 años	200 años
a	2648.700	3289.476	3965.079	4263.640	4392.237	4656.430	4813.147	6229.82
b	16.570	18.012	19.441	20.024	20.186	20.114	19.976	22.384
c	0.875	0.895	0.920	0.925	0.925	0.920	0.91	0.945
R ²	0.997	0.995	0.993	0.991	0.991	0.989	0.987	0.984

Figura 12: Curvas Intensidad Duración Frecuencia, Estación Santa Tecla



Las Ecuaciones para cualquier periodo de Retorno tienen la expresión siguiente de acuerdo a los valores de la Tabla 8:

$$I_T = \frac{a}{(b + t)^c}$$

Intensidad de la lluvia, en mm/hora

T= Periodo de Retorno

a,b,c = constantes de Mínimos cuadrados, de Tabla 8

t=duración de la tormenta, puede ser el tiempo de concentración

6. METODO DE CALCULO DE CAUDALES. FORMULA RACIONAL

Los caudales por determinar son en las áreas pequeñas de las rampas y pasos elevados, con prácticamente el mismo de uso de suelo actual, y se buscara drenar la escorrentía de esas áreas a las obras de drenaje existentes en la zona, en la cual se ubican colectores urbanos y canales abiertos.

Este método es el más conocido por su simplicidad, aplicable con cuencas con extensión menor ó igual a 1.5 km²

$$Q = \frac{C \times I \times A}{3.6}$$

Q =Caudal en m³/s.

C = Coeficiente de Escorrentía.

I = Intensidad de la lluvia correspondiente al tiempo de concentración de la cuenca. (mm/ hora)

A = Área de la cuenca (Km²)

6.1. Coeficiente de Escorrentía

Para definir el coeficiente de escorrentía a utilizar, se debe identificar las áreas del proyecto y el uso actual de suelos; basado en el reglamento de la OPAMSS, la Tabla 9, muestra los coeficientes de escorrentía a utilizar.

Tabla 9: Guía para la selección del coeficiente de escorrentía (OPAMSS)

COEFICIENTE DE ESCORRENTIA (OPAMSS)	
AREAS URBANAS :	
USO DE SUELO	COEFICIENTE DE ESCORRENTIA
Comercio	0.70 - 0.95
Residencial Alta densidad	0.65 - 0.80
Residencial Media Densidad	0.40-0.60
Residencial baja densidad	0.30- 0.50
Industrial mas del 70 % impermeable	0.60 - 0.90
Industrial hasta el 70 % impermeable	0.50 - 0.80
Parques y cementerios	0.10 - 0.25
Parqueos de concreto	0.70 - 0.95
Parqueos Asfalto	0.80 - 0.95
Areas Peatonales	0.75 - 0.85
Techos	0.75 - 0.95

OTRAS AREAS :	
Cultivos Pendiente hasta el 1 %	0.4
Cultivos Pendiente entre el 1 - 5 %	0.45
Cultivos pendientes entre 5 - 20 %	0.5
Cultivos pendiente mas del 50 %	0.6
Vegetacion ligera pendiente hasta el 1 %	0.35
Vegetacion ligera pendiente entre 1- 5 %	0.4
Vegetacion ligera pendiente entre 5-20 %	0.45
Vegetacion ligera pendiente entre 20 - 50 %	0.5
Vegetacion ligera pendiente mas del 50 %	0.55
Bosque de sombra pendiente hasta el 1%	0.05
Bosque de sombra pendiente entre el 1- 5 %	0.1
Bosque de sombra pendiente entre el 5-20 %	0.15
Bosque de sombra pendiente entre el 20 -50 %	0.2
Bosque de sombra pendiente mas de 50 %	0.25

El coeficiente de escorrentía en zonas verdes se toma como 0.45

El coeficiente de escorrentía para zonas pavimentadas se toma como 0.95

6.2. Tiempo De Concentración

El tiempo de concentración T_c , es definido como el tiempo de viaje que requiere la partícula de agua localizada en el punto hidrológicamente más alejado de la cuenca para alcanzar la sección de salida de esta.

La fórmula para la determinación del Tiempo de Concentración a utilizar en este estudio es la desarrollada por el U.S. Soil Conservation Service que tiene la siguiente expresión:

$$T_c = \left[\frac{0.87Lc^3}{H} \right]^{0.385}$$

Donde:

T_c = Tiempo de Concentración en minutos.

Lc = Longitud del Cauce principal en Kilómetros.

H = Diferencia de elevación entre el punto más alto y más bajo en metros.0

En este caso que son áreas pequeñas se tomara directamente un valor de $T_c = 5$ minutos

6.3. Intensidad de Lluvia

La intensidad de lluvia se define a partir del tiempo de concentración descrito anteriormente;

$$I_{25} = \frac{4392.237}{(t + 20.186)^{0.925}}$$

El drenaje de la obra de paso (drenaje longitudinal) se dimensionará para un Periodo de Retorno de 25 años, una intensidad según el Tiempo de Concentración de 5 minutos, que proporciona un valor de

$$I_{25} = 222.13 \text{ mm/hora}$$

6.4. Área de análisis (área de la cuenca)

El área de análisis está definida por la estructura proyectada; de esta manera, se puede realizar una comparación entre la situación previo al proyecto y posterior a la construcción de este.

La Figura 13, muestra la proyección de la estructura sobre la planta existente, las zonas sombreadas representan las áreas de análisis.

Figura 13: Planta de diseño



La Figura 14, muestra la comparación de las situaciones con proyecto y sin proyecto

Figura 14: Comparación de áreas de escorrentía, situación inicial y después del proyecto

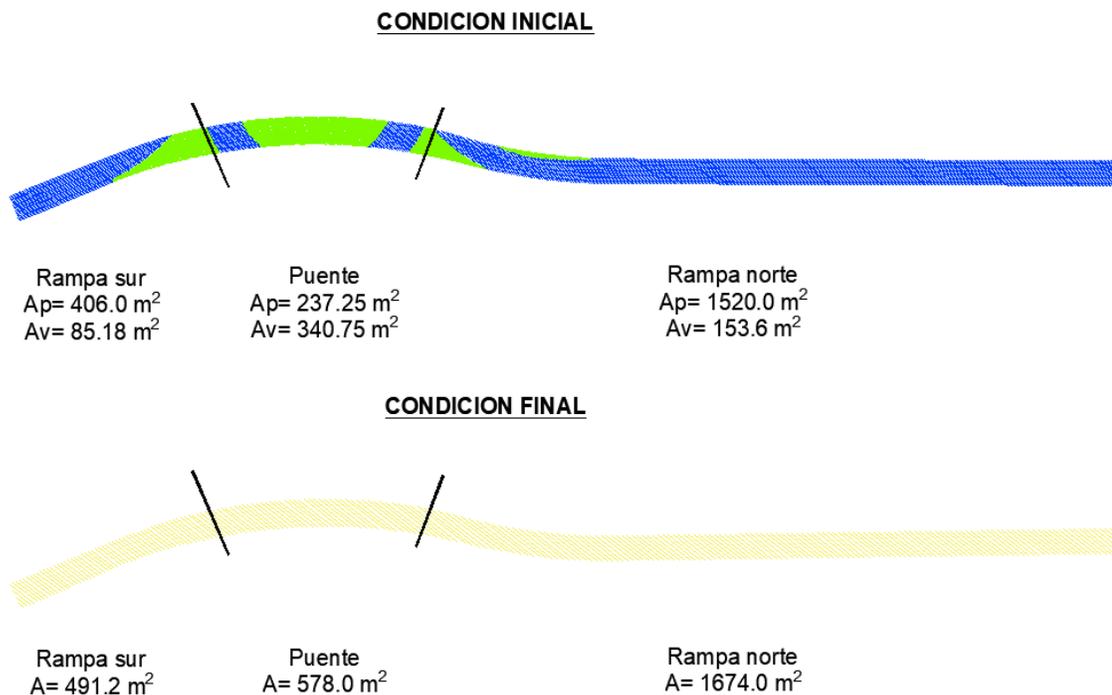


Tabla 10: Resumen de áreas de análisis

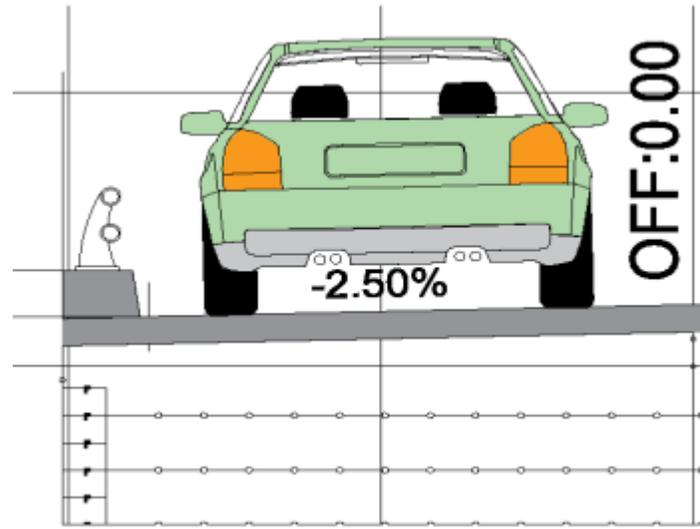
DESCRIPCION	LONGITUD	ANCHO	AREA TOTAL	AREA VERDE	AREA PAV.
	(m)	(m)	(m ²)		
RAMPA NOR PTE.	217.40	7.70	1673.98	153.647	1520.333
RAMPA SUR OTE.	63.79	7.70	491.183	85.18	406.003
AREA PUENTE	68.00	8.50	578.00	340.75	237.25

6.5. Análisis para determinación de caudales

Tabla 11: Análisis de caudales bajo condiciones iniciales y finales

CAUDALES AREAS DE RAMPAS Y PUENTES EN CONDICIONES INICIALES									
AREA	AREA PAV.	C _{PAV}	AREA VERDE	AREA TOTAL	C _{VERDE}	C _{PONDERADO}	I ₂₅	Q _{TOTAL}	Q/2 cada lateral
(m ²)	(Km ²)		(Km ²)	(Km ²)					
RAMPA NOR PTE.	0.00152	0.95	0.0001536	0.0016736	0.45	0.9041	222.133	0.0465	0.0232
RAMPA SUR OTE.	0.000406	0.95	0.00008518	0.00049118	0.45	0.8633	222.133	0.0136	0.0068
PUENTE	0.00023725	0.95	0.00034075	0.000578	0.45	0.6552	222.133	0.0160	0.0080
CAUDALES AREAS DE RAMPAS Y PUENTES EN CONDICIONES FINALES									
AREA				AREA TOTAL		C _{PAV}	I ₂₅	Q _{TOTAL}	Q/2 cada lateral
(m ²)				(Km ²)			(mm/hora)		
RAMPA NOR PTE.				0.001674		0.95	222.133	0.04915	0.024575
RAMPA SUR OTE.				0.0004912		0.95	222.133	0.015	0.0075
PUENTE				0.000578		0.95	222.133	0.01694	0.00847
VARIACION POR INCREMENTO DE CAUDAL									
AREA	Q _{inicial}	Q _{final}	ΔQ		(%) adicional				
(m ²)	(m ³ /seg)	(m ³ /seg)	(m ³ /seg)	(lts/seg)					
RAMPA NOR PTE.	0.04647	0.04915	0.00268	2.68	5.77%				
RAMPA SUR OTE.	0.01364	0.01500	0.00136	1.36	9.98%				
PUENTE	0.01605	0.01694	0.00089	0.89	5.55%				

Figura 15: Zona de acumulación de escorrentía



De acuerdo a las sobreelevaciones en el puente y la rampa se requiere analizar la capacidad del cordón cuneta que se forma, de tal manera que el ancho de la lámina de agua no interfiera con el tráfico vehicular

Figura 16: Modelo de análisis con anchos de anegamiento, cotas en m

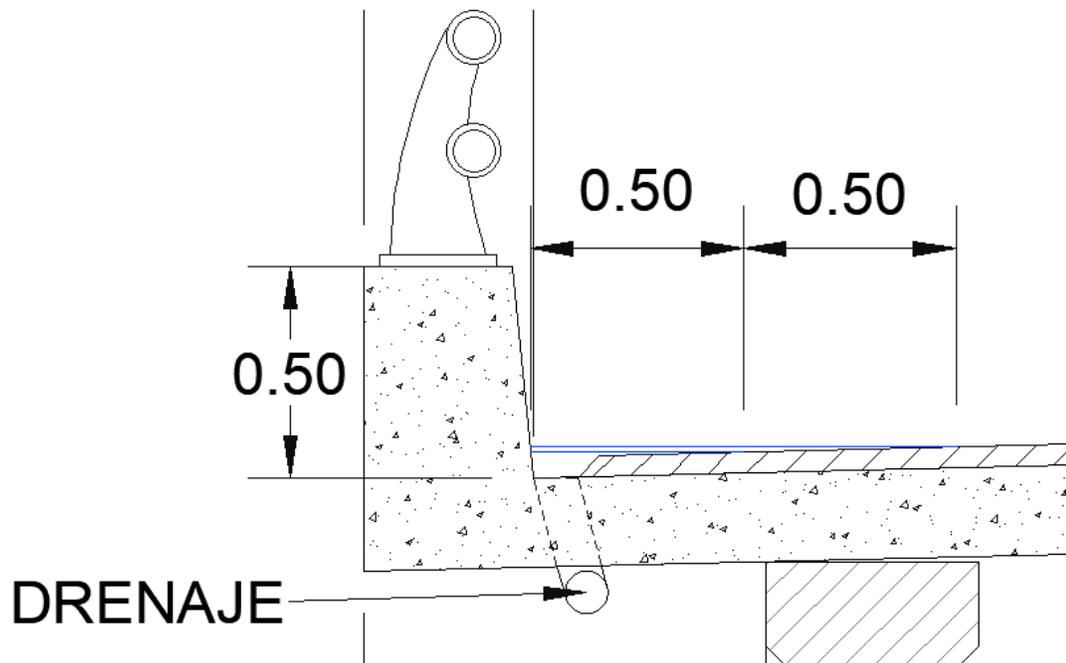
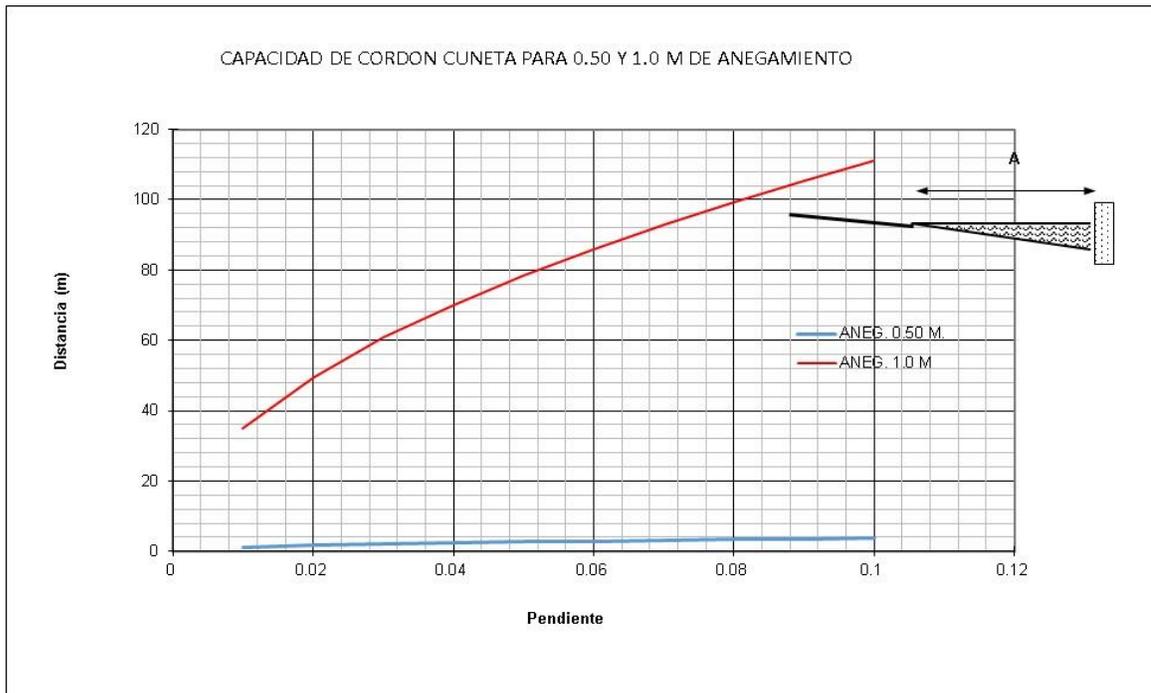


Tabla 12: Análisis de la capacidad hidráulica del modelo propuesto

PROYECTO : " DISEÑO Y CONSTRUCCION PASO A DESNIVEL EN INTERSECCION ENTRE LAS RUTAS CA04S - LIB04W, CARRETERA AL PUERTO DE LA LIBERTAD, SOBRE REDONDEL UTILA "								
ANALISIS DE CAPACIDAD DE CORDON CUNETA ESTANDARD								
CALCULO HIDROLOGICO DE LOS APORTES - METODO DE IZZARD								
TIEMPO DE CONCENTRACION								
tc	b	Lo	k	l	Cr	So	(CALZADA)	
2.036	0.06956779	7.70	0.85	249.4059259	0.012	0.02		
CAUDAL ESPECIFICO								
q	K	l	L					
4E-04	0.85	222.133	7.7					
4E-04	>>>>>	CAUDAL ESPECIFICO						
CORDON CUNETA ANCHO DE ANEGAMIENTO 0.50 METROS								
i	n	Q	V	dist	A	p	h	a
0.01	0.015	0.0005	0.1928	1.1985	0.00251	0.510207	0.01	0.5015
0.02	0.015	0.0007	0.2727	1.6950	0.00251	0.510207	0.01	0.5015
0.03	0.015	0.0008	0.3340	2.0759	0.00251	0.510207	0.01	0.5015
0.04	0.015	0.0010	0.3857	2.3971	0.00251	0.510207	0.01	0.5015
0.05	0.015	0.0011	0.4312	2.6800	0.00251	0.510207	0.01	0.5015
0.06	0.015	0.0012	0.4724	2.9358	0.00251	0.510207	0.01	0.5015
0.07	0.015	0.0013	0.5102	3.1710	0.00251	0.510207	0.01	0.5015
0.08	0.015	0.0014	0.5454	3.3899	0.00251	0.510207	0.01	0.5015
0.0859	0.015	0.0014	0.5652	3.5127	0.00251	0.510207	0.01	0.5015
0.09	0.015	0.0015	0.5785	3.5956	0.00251	0.510207	0.01	0.5015
0.1	0.015	0.0015	0.6098	3.7901	0.00251	0.510207	0.01	0.5015
0.11	0.015	0.0016	0.6396	3.9751	0.00251	0.510207	0.01	0.5015
CORDON CUNETA ANCHO DE ANEGAMIENTO 1.0 M.								
i	n	Q	V	dist	A	p	h	a
0.01	0.015	0.0142	1.4171	35.0893	0.01	0.10204	0.02	1.0015
0.02	0.015	0.0200	2.0041	49.6238	0.01	0.10204	0.02	1.0015
0.03	0.015	0.0245	2.4545	60.7765	0.01	0.10204	0.02	1.0015
0.04	0.015	0.0283	2.8342	70.1786	0.01	0.10204	0.02	1.0015
0.05	0.015	0.0317	3.1687	78.4621	0.01	0.10204	0.02	1.0015
0.06	0.015	0.0347	3.4711	85.9509	0.01	0.10204	0.02	1.0015
0.07	0.015	0.0375	3.7492	92.8376	0.01	0.10204	0.02	1.0015
0.08	0.015	0.0401	4.0081	99.2476	0.01	0.10204	0.02	1.0015
0.0856	0.015	0.0415	4.1460	102.6625	0.01	0.10204	0.02	1.0015
0.09	0.015	0.0425	4.2512	105.2679	0.01	0.10204	0.02	1.0015
0.1	0.015	0.0448	4.4812	110.9622	0.01	0.10204	0.02	1.0015
0.11	0.015	0.0470	4.6999	116.3781	0.01	0.10204	0.02	1.0015

Figura 17: Curvas de capacidad para los dos anchos de anegamiento propuestos



De acuerdo a la pendiente de la rampa más larga de 217.42 m. se tiene que con la pendiente del 8.59 % la longitud máxima sin descarga es de 102.66 m para un ancho de anegamiento de 1.0 m. Por lo tanto, se proponen 2 descargas intermedias en esa rampa. La rampa corta no tiene problema.

El tablero del puente lleva sus imbornales para drenar por gravedad hacia el redondel.

7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- La afectación de los drenajes con las nuevas obras a realizar desde el punto de vista de generación de escorrentía adicional es mínima con un incremento del 6 al 10 % aproximadamente en las áreas a ser afectadas., pero ya en relación a la capacidad de transporte de las obras existentes son insignificantes.
- Se proponen 2 descargas en la rampa Sur Oriente hacia el nivel inferior con descarga superficial sobre el terreno, de acuerdo al análisis realizado.
- Se considera que el puente lleva sus drenajes de salida con tubo vertical de preferencia deberá acomodarse a los elementos estructurales verticales con 3 descargas en el sentido de la pendiente en las 2 pilas y en el apoyo final con tubería de 4”.
- Se deberá pensar en el futuro usar las zonas verdes de las intersecciones para sistemas de drenaje sostenible de tal manera de favorecer la infiltración y el almacenamiento temporal de cierto volumen de escorrentía.



GOBIERNO DE
EL SALVADOR

MINISTERIO DE OBRAS PÚBLICAS Y TRANSPORTE
VICEMINISTERIO DE OBRAS PÚBLICAS

PROYECTO:

**DISEÑO Y CONSTRUCCION DE PASO A DESNIVEL EN INTERSECCION ENTRE
LAS RUTAS CA04S – LIB04W, CARRETERA AL PUERTO DE LA LIBERTAD,
SOBRE REDONDEL UTILA , MUNICIPIO DE SANTA TECLA, LA LIBERTAD
[CONTRATO No. 101/2021]**

INFORME:

ANEXO No.05
DISEÑO GEOMETRICO
DEL DOC-1 MEMORIA DEL PROYECTO

Contratista:



Supervisor:



Edición 1.3 (29-MAR-2022)

Página intencionalmente en
blanco para congruencia entre
versiones impresa y digital

CONTROL DE CAMBIOS	5
EDICIÓN 1.0 (08 DICIEMBRE DE 2021)	5
EDICIÓN 1.1 (15 DICIEMBRE DE 2021)	5
EDICIÓN 1.2 (29 DICIEMBRE DE 2021)	5
EDICIÓN 1.3 (29 DE MARZO DE 2022)	8
1. INTRODUCCION	9
2. DESCRIPCIÓN Y UBICACIÓN DEL PROYECTO	11
2.1. UBICACIÓN	11
2.2. DESCRIPCIÓN	11
3. DIAGNÓSTICO DE LAS CARACTERISTICAS EXISTENTES	12
3.1. TOPOGRAFÍA	12
3.2. DEMANDA DE TRÁNSITO	12
3.3. GEOMETRÍA HORIZONTAL EXISTENTE	14
3.4. PERFIL LONGITUDINAL EXISTENTE	14
1.3.4. SEGMENTO SUR	14
2.3.4. SEGMENTO NORTE	14
3.3.4. SEGMENTO CENTRAL (REDONDEL).	14
3.5. SECCIÓN TRANSVERSAL EXISTENTE	15
4. CRITERIOS DE DISEÑO	16
4.1. NORMATIVAS DEL DISEÑO GEOMÉTRICO	16
4.2. VEHÍCULO DE DISEÑO	17
4.3. VELOCIDAD DE DISEÑO	18
5. PARÁMETROS DE DISEÑO GEOMÉTRICO	18
6. DIAGNÓSTICO DEL TRAZADO GEOMÉTRICO PROPUESTO	19
6.1. LÍMITES DEL PROYECTO.	19
1.6.1. INICIO	19
2.6.1. SALIDA	20
6.2. PLANIMETRÍA	21
1.6.2. RADIO MÍNIMO	21

2.6.2.	ALINEAMIENTO HORIZONTAL PROPUESTO	22
--------	-----------------------------------	----

7. ALTIMETRÍA **22**

7.1.	PENDIENTE MÁXIMA	23
7.2.	GÁLIBO (ALTURA LIBRE BAJO EL PUENTE)	24
7.3.	CURVAS VERTICALES EN CRESTA	25
7.4.	CURVAS VERTICALES EN COLUMPIO	25
7.5.	RASANTE PROPUESTA	26

8. SECCIONES TRANSVERSALES **26**

8.1.	PERALTE Y SOBRE ELEVACIÓN	26
8.2.	SOBRE ANCHO	27
8.3.	SECCIONES TIPO, PROPUESTA DE DISEÑO.	28

9. ACCESOS E INTERSECCIONES **29**

10. ADJUNTOS **30**

10.1.	ADJUNTO No. 1: RESULTADOS DE GEOMETRÍA	ADJUNTO No. 1-01
10.2.	VIDEO 1 – SIMULACION SALIDA DISZASA	
10.3.	VIDEO 2 – SIMULACION CIRCULACION SOBRE PASO	

INDICE DE TABLAS

TABLA 1:	CRITERIO PARA CLASIFICACIÓN DE TIPO DE TERRENO.	12
TABLA 2:	TPDA ACTUAL: EL TRÉBOL – REDONDEL UTILA, AFECTADO POR FACTOR DIRECCIONAL	13
TABLA 3:	DISTRIBUCIÓN DE VELOCIDAD DE DISEÑO EN PASO ELEVADO.	18
TABLA 4:	PARÁMETROS DE DISEÑO DEFINIDOS PARA EL PASO A DESNIVEL.	18
TABLA 5:	RADIO MÍNIMO PARA DISTINTAS VELOCIDADES DE DISEÑO.	22
TABLA 6:	PENDIENTE MÁXIMA RECOMENDADA	23
TABLA 7:	CONTROL DE DISEÑO DE CURVA VERTICAL EN CRESTA	25
TABLA 8:	CONTROL DE DISEÑO DE CURVA VERTICAL EN COLUMPIO	25

INDICE DE FIGURAS

FIGURA 1:	UBICACIÓN DE PROYECTO.	11
FIGURA 2:	PLATAFORMA EXISTENTE DE LA CARRETERA.	12
FIGURA 3:	ESQUEMA GENERAL DE LA PLANTA DE DISEÑO.	14
FIGURA 4:	SECCIÓN TÍPICA DEL TRAMO NORTE	15
FIGURA 5:	NORMATIVAS DEL DISEÑO GEOMÉTRICO.	16
FIGURA 6:	VEHÍCULO DE DISEÑO WB-20	17

FIGURA 7: LIMITE DEL PROYECTO EN LA RAMPA DE ENTRADA, SECTOR NORTE	20
FIGURA 8: LÍMITE DE PROYECTO EN RAMPA DE SALIDA, SECTOR SUR.	20
FIGURA 9: PLANTA DE CONJUNTO DEL DISEÑO GEOMÉTRICO	21
FIGURA 10: PERFIL GENERAL DE DISEÑO.	22
FIGURA 11: PERFIL, SECCIÓN DEL PUENTE.	24
FIGURA 12: SECCIÓN TIPO EN ÁREA DE RAMPAS	28
FIGURA 13: SECCIÓN TIPO EN ÁREA DE REDONDEL	29
FIGURA 14: UBICACIÓN DE INTERSECCIONES.	29

INDICE DE FOTOGRAFIAS

FOTOGRAFÍA 1: VISTA SEGMENTO NORTE CA04S	15
--	----

CONTROL DE CAMBIOS

Edición 1.0 (08 diciembre de 2021)

Edición Inicial para Control de Calidad Interno.

Edición 1.1 (15 diciembre de 2021)

- ⊕ Se cambia el título del capítulo 3, de “Características existentes” a “Diagnóstico de las características existentes”.
- ⊕ Se cambia el título del capítulo 6, de “Diseño geométrico propuesto” a “Diagnóstico del trazado geométrico propuesto”.

Edición 1.2 (29 diciembre de 2021)

Contiene correcciones a las observaciones realizadas por la Supervisión

OBSERVACION 1:

Documento

- En dos reuniones sostenidas con el contratista, se nos han presentado los argumentos referentes a las condiciones existentes, que restringen los parámetros de diseño, pero en el informe de Anteproyecto y de forma particular en la página 48, se hace referencia a la oferta técnica del contratista, que dice que las rampas tendrán un ancho de 8.40 metros, luego en la página 49, dice que los valores de la tabla 7 son superiores a la oferta técnica, pero en lo que respecta a las rampas esto no es correcto, pues la tabla aclara que se utilizara un valor menor de ancho en las rampas; se solicita incorporar un texto que aclare esta situación y que sea coherente con las explicaciones dadas verbalmente.

Las aclaraciones sobre el informe mencionado fueron recibidas, solventadas y posteriormente aprobadas con fecha 21 de diciembre de 2021

Aclaración necesaria:

Las rampas tendrán un ancho total de 7.60 m, el cual esta distribuido de la siguiente forma, 2 carriles de 3.25 m cada uno, 0.55 m para protección en ambos costados. A medida la rampa de entrada y salida se acercan al puente, estas poseen una transición donde el ancho de carril llega hasta 3.65 m, de esta forma el ancho total es de 8.40 m.

OBSERVACION 2:

PLANOS DE SECCIONES TRANSVERSALES (PTR)

- El bombeo reflejado en las secciones es de la rampa de entrada es del 2%, valor no coincidente con lo establecido en los criterios de diseño.



Definir en planos

OBSERVACION 3:

- Dentro del apartado de diagnóstico, específicamente en el ítems referente al tránsito se hace se utiliza una tasa del 3%, pero se aclara que no tiene sustento técnico, se solicita dejar en el documento que esto se actualizara al tener los resultados del estudio de transito del proyecto.

Se aclara que el resultado y análisis de tránsito, particularmente no es un insumo para el diseño geométrico, dado que la concepción de este está limitada por el alcance de una obra de paso de dos carriles.

OBSERVACION 4:

- Dentro del apartado de diagnóstico, específicamente en los ítems referentes a la sección transversal, no se presenta el valor del bombeo existente en los carriles existentes, a la entrada y salida del proyecto.

Se incluyen ambos parámetros dentro del apartado de diagnóstico sección 3.5:

El bombeo en el empalme a la entrada es de: 2.0 %

El bombeo en el empalme a la salida es de: 4.0 %

OBSERVACION 5:

- En la tabla 2, en la sección marcada de la imagen siguiente, se hace mención a una velocidad pero se presenta un dato de distancia, se solicita corregir:

Tramo Elemento /	Velocidad propuesta	Observación
Transición de rasante existente a rampa de entrada	60 – 40 km/h	Incorporación a Paso Elevado / CA04S
Rampa de Entrada	40 km/h	-
Puente	40 km/h	Existencia de curvas horizontales, y restricción de velocidad al finalizar este.
Transición Puente – Rampa de Salida	20 km/h	Velocidad restringida para cumplimiento de factor k en curva vertical, para alcanzar una velocidad de frenado de 35.0m. *
Rampa de salida	40 km/h	-
Transición a rasante en la salida	40 – 60 km/h	Incorporación a CA04S / hacia El Puerto de La Libertad.

* Operativamente se alcanzan velocidades mucho mayores, pero se dispondrá de una señalización de advertencia acerca de distancia de visibilidad.

Se acepta la observación, se corrige el párrafo

“Velocidad restringida para cumplimiento de factor k en curva vertical, para lograr una distancia de frenado de 35.0 m”

OBSERVACION 6:

- En el apartado 7.1, no se ha tomado en cuenta la observación verbal que se dio durante la segunda presentación del informe de Anteproyecto y primera del informe de diseño, referente a la mención de la condición de bajo tránsito, que no corresponde al proyecto.

Tabla 5: Pendiente máxima recomendada

Tipo de terreno	Máxima pendiente (%) para la velocidad de diseño especificada, km/h							
	30	40	50	60	70	80	90	100
Plano	9	9	9	9	8	7	7	6
Lomerío	12	12	11	10	9	8	8	7
Montañoso	14	13	12	12	11	10	10	9

Nota: En longitudes cortas de pendiente en áreas urbanas, menores de 150 m, pendientes descendentes y de una sola vía, y en pendientes con bajos volúmenes de tránsito, las pendientes indicadas pueden incrementarse hasta en un 2%.

Fuente: Cuadro 3.21, Manual de Diseño Geométrico – SIECA 2011.

Se acepta la observación, por lo que el párrafo de la nota es retirado del documento

OBSERVACION 7:

- Después de revisar los valores de k propuestos, no existe restricción, para utilizar 20 km/h, como velocidad máxima, como lo dice la tabla 2, pues el tramo que estaría condicionado a esta velocidad, se encuentra iluminado como lo dice este mismo documento, por lo tanto se solicita corregir la tabla 2.

Se acepta la observación sobre el valor de velocidad, se corrige la tabla 2 y se coloca la velocidad recomendada por SIECA (30km/h)

El punto observado se refiere a la curva en cresta, por lo que no esta relacionado con los temas de iluminación.

OBSERVACION 8:

- No se aclara en los criterios de diseño el peralte máximo a utilizar.

Se coloca el siguiente párrafo en la sección 8.1 Peralte y Sobreelevación

El peralte máximo recomendado por el manual de la SIECA, establece utilizar un peralte $\approx 2.8\%$ lo cual es un valor cercano al bombeo requerido por las Condiciones Técnicas (2.5%), la diferencia entre ambos valores, indica una variación del 0.3%, obteniendo de esta forma una sobreelevación de 0.021m respecto a la rasante de diseño propuesta (prácticamente despreciable), por lo que este consultor considera conveniente utilizar un peralte igual al bombeo.

Edición 1.3 (29 de marzo de 2022)

Contiene la corrección en el apartado 3.2

1. INTRODUCCION

Este informe contiene una descripción de las actividades realizadas para la definición de los criterios y parámetros que han sido utilizados para la elaboración del diseño geométrico del proyecto: “DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE PASO A DESNIVEL EN INTERSECCIÓN ENTRE LAS RUTAS CA04S – LIB04W, CARRETERA AL PUERTO DE LA LIBERTAD, SOBRE REDONDEL ÚTILA, MUNICIPIO DE SANTA TECLA, LA LIBERTAD”.

El proyecto comprende únicamente la construcción de un paso elevado sobre la carretera CA04S, cuyo objetivo es trasladar el tránsito proveniente de la Intersección El Trébol sin generar punto de parada en el Redondel Útila. El proyecto no contempla mejoras viales en el redondel mismo, solo propuestas paisajísticas y una ciclorruta.

Esta memoria contiene el diseño de la obra de paso de dos carriles, que es el objetivo principal de los Documentos Contractuales.

Es importante e imperativo comprender el alcance de las Condiciones Técnicas y el ofrecimiento realizado en la Oferta Técnica, que enmarca la solución planteada en el proyecto. Para ello, transcribimos parte de las Consideraciones Especiales de la Oferta Técnica:

- EL DISEÑO REFERENCIAL ES LA BASE DE FORMULACIÓN DE NUESTRA PROPUESTA.
Basados en la **Condición Particular del Proyecto CPP-03 DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO**, en donde se define las actividades que se deben realizar, en el literal a) se define el diseño conceptual como referencia. En las **Condiciones Técnicas, numeral 2, OBJETIVOS DEL PROYECTO**, en los numerales 1 y 2 se establece claramente que se busca mejorar el tránsito en la dirección de norte a sur. En el caso que en el diseño final se evidencia la necesidad de construir un paso adicional (elevado o deprimido) en otra dirección, se le recomendará al Propietario que la construya en el futuro, tal como lo establece la respuesta a la pregunta número 36 de la Nota Aclaratoria No 1; por ende, es explícito que el alcance no incluye obras de paso o infraestructura especial adicional (principio de proporcionalidad).
- NUESTRA PROPUESTA RESPETA LOS LÍMITES DE LOS DERECHOS DE VÍA ACTUALES DE LA CARRETERA.
Para esta propuesta nos basamos en lo establecido en las **Condiciones Técnicas numeral 6 REQUISITOS PARA EL DISEÑO**, en donde se asevera que, para la propuesta conceptual, que será la que retome este Contratista, no se prevén afectaciones, invasiones, ni familias a reasentar debido a que las obras se realizarán sobre los derechos de vía.
- NUESTRA PROPUESTA NO INCLUYE TRABAJOS EN PROPIEDADES PRIVADAS.
Nos basamos en lo establecido en la respuesta a la pregunta N°45 contenida en la Nota Aclaratoria número 1, donde claramente expresa que: “**no es responsabilidad del contratista realizar trabajos en las propiedades privadas**”.
- SE PROPONEN RAMPAS RESPETANDO LAS RESTRICCIONES ACTUALES EN CUANTO A LOS ACCESOS PRIVADOS EN LA ZONA.

- PROPUESTA DE ANCHO DE PLATAFORMA DE PASO ELEVADO APEGADA A LAS RESTRICCIONES DEL PROYECTO.

Basándonos en los puntos detallados anteriormente, así como en las **Condiciones Técnicas 6.4 DISEÑO DE LAS OBRAS, 6.4.1 DISEÑO GEOMÉTRICO**, en donde en el cuadro de criterios versus parámetros se establece un ancho de rodamiento total de 8.40 metros; así como para optimizar el presupuesto del proyecto, con base en la propuesta conceptual, buscando no afectar las propiedades privadas y no generar inconvenientes al acceso de la fábrica del costado sur poniente, **nuestra propuesta contempla un ancho total de la superficie de la rampa tanto de ascenso como de descenso de 8.40 metros**, ya que una sección mayor conllevaría a una compra de derechos de vía prolongada y a generar problemas en el acceso de las fábricas. Es de hacer notar que nuestra propuesta modifica las curvas horizontales de los puentes del paso elevado de la propuesta conceptual, lo que contribuye a disminuir los anchos de carril en la rampa de bajada. Por otro lado, en la Nota Aclaratoria No 1, en la pregunta No 59 se da la facultad al diseñador de proponer parámetros diferentes a los establecidos en el cuadro de criterios.

- PROPUESTA DE PENDIENTE APROXIMADA AL 8.7% EN LAS RAMPAS DE ASCENSO Y DESCENSO, CON EL OBJETIVO DE OPTIMIZAR COSTOS Y CUMPLIR CON LAS RESTRICCIONES DE PROYECTO.

Con base en la Condición Técnica del Proyecto, CT-6.4.1 que dice textualmente: “En la medida de lo posible el diseño geométrico deberá optimizar el trazado ante los condicionantes de tipo geométrico, geológico, geotécnico, de movimiento de tierras, drenaje, ambientales, sociales, uso de la tierra, etc., que afectan el proyecto.”, y considerando el uso industrial o comercial de las propiedades e infraestructura, se define esta pendiente del 8.7% para optimizar el diseño y enmarcarse dentro del costo y plazo (principio de razonabilidad).

- LOS PARAMETROS GEOMETRICOS DE LA TABLA 8. PARÁMETROS DE DISEÑO GEOMÉTRICO DEL PROYECTO, SE CONSIDERAN RECOMENDABLES (OPTATIVOS) EN LA MEDIDA LAS CONDICIONES INSITU LO PERMITAN.

Al revisar el Diseño Referencial, este se desvía sustancialmente de los parámetros indicados en la Tabla 8; pretender entonces su cumplimiento estricto conlleva un proyecto que excede la asignación presupuestaria y plazo contractual. En este sentido, y basados en el enunciado de las condiciones técnicas: “En la medida de lo posible el diseño geométrico deberá optimizar el trazado ante los condicionantes de tipo geométrico, geológico, geotécnico, de movimiento de tierras, drenaje, ambientales, sociales, uso de la tierra, etc., que afectan el proyecto.”, se hace la propuesta de solución indicada en el Capítulo 3.2 – Esquemas Ilustrativos de la Solución Propuesta, donde se definen pendientes de rampa, fronteras de rampa para no obstaculizar accesos de privados y otros detalles claves.

2. DESCRIPCIÓN Y UBICACIÓN DEL PROYECTO

2.1. Ubicación

El Redondel Útila se encuentra entre los municipios de Antigua Cuscatlán y Santa Tecla en la intersección entre CA04S – LIB04W, siendo el punto principal para dirigirse hacia El Puerto de La Libertad. La intersección se ubica en la Longitud $89^{\circ}16'40.47''W$ y Latitud $13^{\circ}39'46.81''N$.

Figura 1: Ubicación de Proyecto.



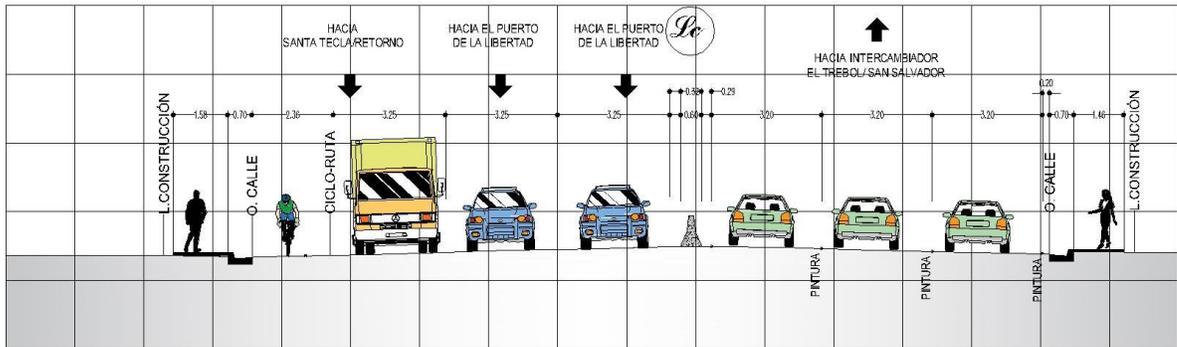
2.2. Descripción

Actualmente, la carretera CA04S se puede clasificar por su categoría funcional como “primaria” dentro de la red vial pavimentada del país. La intersección de análisis, según la topografía circundante, el camino es lineal a sinuoso que atraviesa un terreno de plano a ondulado y cuenta con secciones transversales de ancho ≥ 20 m distribuido con 3 carriles en cada sentido, con pendientes longitudinales con inclinación suave a moderada en la zona sur. Su tipo de superficie es completamente pavimentada. A pesar de la alta capacidad de esta arteria, en la zona del Redondel Útila es un punto de colapso para el tráfico durante las horas pico.

Para el mejoramiento de esta intersección, se tomará en consideración la topografía del terreno (condición existente, ver figura abajo), el tráfico futuro, el vehículo de diseño, la clasificación de la vía entre otros, para proporcionar las óptimas condiciones de funcionamiento para la construcción de un paso a desnivel con dos carriles en un solo sentido en la ruta San Salvador \Leftrightarrow Puerto La Libertad, conservando el tercer carril para la incorporación de los vehículos al redondel y que irán hacia Santa Tecla o que desean retornar. La propuesta

considera que en este sentido se conservarán los anchos existentes (3.25 m) para los carriles de la obra de paso y 3.20 m para el tercer carril; los carriles de la obra de paso se incrementan a 3.65m en el puente.

Figura 2: Plataforma existente de la carretera.



3. DIAGNÓSTICO DE LAS CARACTERÍSTICAS EXISTENTES

3.1. Topografía

El proyecto se encuentra ubicado en una zona con topografía de tipo variable entre plano y ondulada, además presenta un trazo combinado de lineal a sinuoso a medida se acerca a la zona sur y con sección transversal típica en la zona norte a combinada plano-ladera en la zona sur.

Para la determinación del tipo de terreno se aplica el criterio de pendiente promedio "ip", que es definida como Pendiente Promedio Ponderada, determinada por la suma de pendientes existentes por sus longitudes parciales y dividido por la suma de longitudes. Este valor se utiliza para determinar el tipo de terreno de acuerdo con los rangos presentados en Tabla 1.

Tabla 1: Criterio para clasificación de tipo de terreno.

Tipo de terreno	Criterio
Plano	$ip < 4\%$
Ondulado	$4\% < ip < 6\%$
Montañoso	$6\% < ip < 8\%$
Muy montañoso	$ip > 8\%$

Utilizando el criterio anterior, basado en la definición del perfil longitudinal existente, se realizó el cálculo de "ip", obteniendo un valor de $ip = 4.50\%$, concluyendo que el terreno para este proyecto es de tipo **Ondulado**.

3.2. Demanda de Tránsito

Desde la concepción del proyecto mismo por parte del FOVIAL/MOP, el alcance del proyecto es una **obra de paso de dos carriles** en el sentido San Salvador ⇌ Puerto La Libertad, con

medidas de tránsito para optimizarlo; tales como horario restringido para vehículos de carga, reordenamiento de rutas de transporte de pasajeros, entre otras medidas de acomodamiento.

Tabla 2: TPDA actual: El Trébol – Redondel Utila, afectado por factor direccional

TPDA CA04S, tramo El Trébol - Redondel Utila		
Tipo de Vehículo	TPDA (2021)	TPDA (Hacia el Puerto de La Libertad)
LIVIANO	48823	13292
PICK UP	10707	2915
MICROBUS	1355	369
AUTOBUS	250	68
C2	1978	538
C3	393	107
T2S1	0	0
T2S2	0	0
T2S3	0	0
T3S2	276	75
T3S3	56	15
T3S4	1	0
TOTAL	63839	17379

Según el estudio de Trafico, la tasa de crecimiento sugerida para determinar el TPDA futuro para el periodo de diseño (20 años), es de 4.27%; de esta manera, se obtiene un TPDA de 40,106 vehículos en sentido San Salvador ⇨ Puerto La Libertad.

3.3. Geometría Horizontal Existente

Con la cartografía del tramo, obtenida mediante el levantamiento topográfico, se ha determinado la geometría del alineamiento existente, las características más determinantes en la geometría horizontal son las siguientes.

- En el proyecto existen dos tangentes principales que se pretenden unir por medio de un paso elevado.
- Se requiere de una tangente adicional para poder unir las tangentes principales de la CA04S.
- El radio del redondel es de 25.5 m.
- Para definir el eje de diseño, se utilizará como tangente la línea discontinua entre el carril interno y el carril medio, previo al Redondel y posterior a este.

3.4. Perfil Longitudinal Existente

El perfil longitudinal existente presenta las siguientes características en los segmentos de análisis:

Figura 3: Esquema general de la planta de diseño.



1.3.4. Segmento sur

- Pendiente media 4.00 %

Dado que la pendiente es continua por ser una tangente vertical, el valor K no aplica para este segmento.

2.3.4. Segmento norte

- Pendiente media 4.60 %

De igual forma que en el segmento sur, el valor K no aplica para este segmento.

3.3.4. Segmento central (redondel).

- Pendiente media 5.86 %

El redondel posee la particularidad de pendiente variable; sin embargo, tomando el sentido en el que se proyectará el eje de diseño, es un perfil con la pendiente promedio descrita.

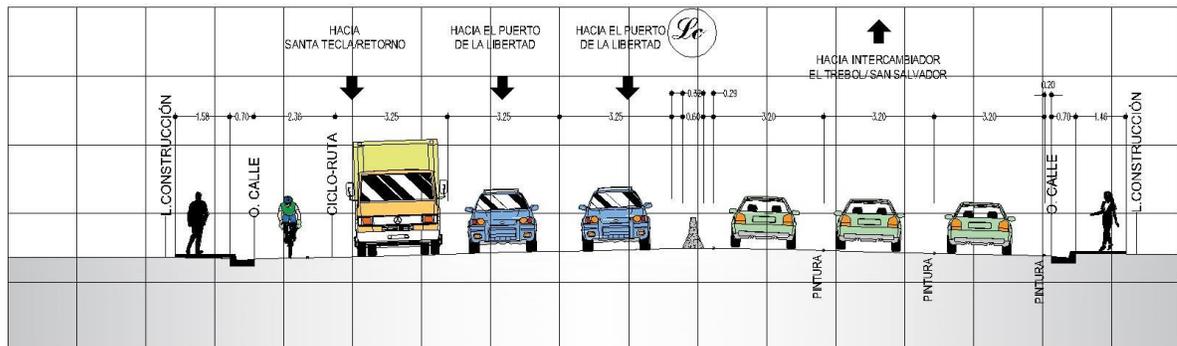
3.5. Sección Transversal Existente

La sección transversal existente, está compuesta por 3 carriles por cada sentido separados por una barrera central tipo New Jersey; el ancho promedio de cada uno de los carriles oscila en 3.25 m (ver Figura 4) y un bombeo del 2.0 %; en el segmento norte, sobre el carril que conduce hacia El Puerto de La Libertad se tiene una ciclo vía con un ancho promedio de 2.30 m; el sistema de drenaje para ambos sentidos consiste en cordón cuneta con un ancho medio de 0.70 m, en la Figura 4, se muestran las dimensiones anteriormente descritas. En el segmento sur la configuración se mantiene, con una variación en el bombeo presentando pendientes hasta 4.0 %.

Fotografía 1: Vista Segmento Norte CA04S



Figura 4: Sección típica del tramo norte



4. CRITERIOS DE DISEÑO

Los criterios para la elaboración del trazado geométrico posible dentro del derecho de vía, tanto en planta como en alzado, se proporcionarán las condiciones de seguridad adecuadas a la categoría de la vía y al vehículo de diseño determinado en el estudio de tráfico.

Los criterios tomados en cuenta para elaborar el diseño geométrico:

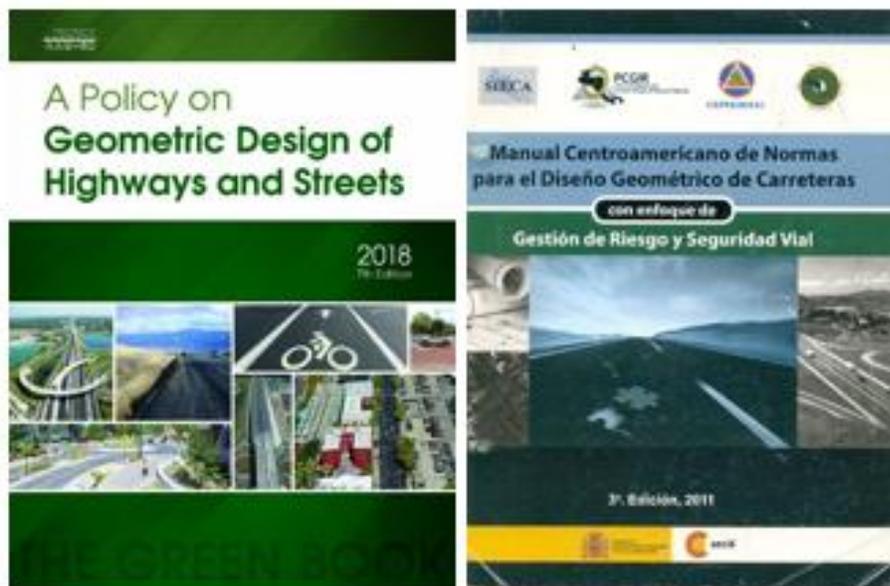
- Topografía del terreno
- Clasificación de la vía
- Vehículo de diseño.
- Velocidad de diseño.
- Radio mínimo.
- Peralte máximo.
- Ancho de la vía.
- Pendientes máximas y mínimas.
- Factores de seguridad vial.

4.1. Normativas del Diseño Geométrico

Para la elaboración del diseño geométrico se utilizarán, **en la medida de lo posible**, las metodologías que sean aplicables según se establece en:

- Manual Centroamericano de normas para el diseño geométrico de carreteras, versión 2011
- A policy on geometric design of highways and streets 2018, 7th Edition.

Figura 5: Normativas del diseño geométrico.



4.2. Vehículo de Diseño

El vehículo de diseño geométrico consiste en un WB-20 (T3-S3, según clasificación MOPT), en la Figura 6, se detalla esquemáticamente el vehículo de diseño.

Figura 6: Vehículo de diseño WB-20

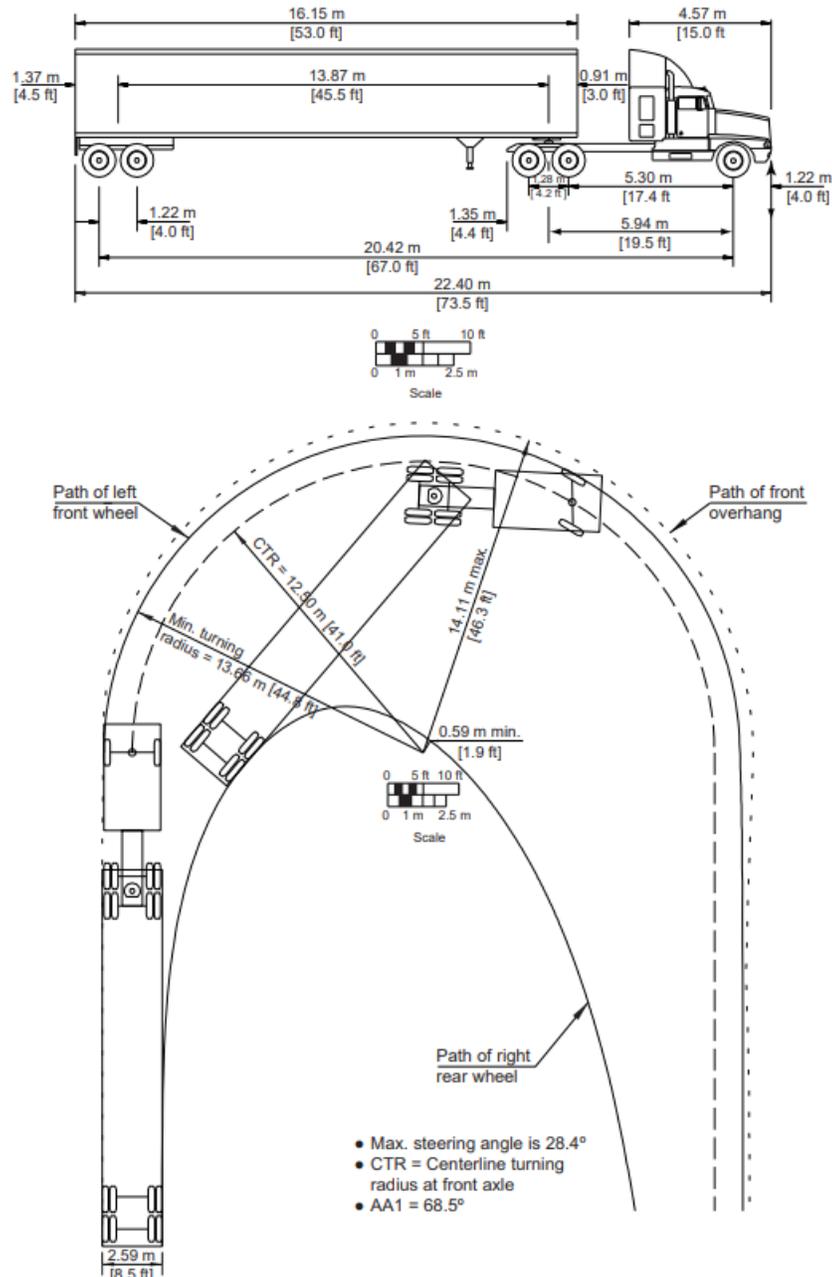


Figure 2-15. Minimum Turning Path for Interstate Semitrailer (WB-20 [WB-67]) Design Vehicle

4.3. Velocidad de Diseño

El diseño conceptual propone el uso de una velocidad de diseño de 40 km/h. El diseño pretende, **en la medida de lo posible**, acercarse a este requerimiento. En la Tabla 3, se muestra la distribución de velocidades que son posibles alcanzar en el proyecto:

Tabla 3: Distribución de velocidad de diseño en Paso Elevado.

Tramo / Elemento	Velocidad propuesta	Observación
Transición de rasante existente a rampa de entrada	60 – 40 km/h	Incorporación a Paso Elevado / CA04S
Rampa de Entrada	40 km/h	-
Puente	40 km/h	Existencia de curvas horizontales, y restricción de velocidad al finalizar este.
Transición Puente – Rampa de Salida	30 km/h	Velocidad restringida para cumplimiento de factor k en curva vertical, para lograr una distancia de frenado de 35.0m. *
Rampa de salida	40 km/h	-
Transición a rasante en la salida	40 – 60 km/h	Incorporación a CA04S / hacia El Puerto de La Libertad.

* Operativamente se alcanzan velocidades mucho mayores, pero se dispondrá de una señalización de advertencia acerca de distancia de visibilidad.

5. PARÁMETROS DE DISEÑO GEOMÉTRICO

Basado en las restricciones geométricas, de derecho de vía, entre otras, en la Oferta Técnica se indicó que los parámetros de diseño se acercarán, según lo permita la realidad, a las Condiciones Técnicas del proyecto (Sección 6.4.1). La Tabla 4, muestra los parámetros de diseño posibles a ser implementados en el proyecto:

Tabla 4: Parámetros de diseño definidos para el paso a desnivel.

Criterio	Parámetro
Velocidad	40 km/h (34 km/h en rampa de descenso, criterio comodidad)
Ancho de carril	3.25 - 3.65 m (rampas y puente, respectivamente)
Ancho de rodamiento total	7.60 - 8.40 m (rampas y puente, respectivamente)
Ancho de la zona de retiro	10.0 m
Carga máxima de diseño en puentes	HL-93
Tipo de pavimento	Concreto asfáltico.
Bombeo	2.5 %

Criterio	Parámetro
Radio de curvatura horizontal	> 150.0 m
Radio mínimo en giros y enlaces	Lo establecerá la huella del vehículo WB20
Pendiente longitud máxima en la vía	Existente
Pendiente longitud máxima en rampas y enlaces	9.00 %
Parámetro mínimo K cresta vía principal	Existente
Parámetro mínimo K columpio vía principal	Existente
Parámetro mínimo K cresta Rampas y Enlaces	2.0 (30 kph)
Parámetro mínimo K columpio Rampas y Enlaces	3.0 *
Longitud del puente	68.0 m
Pendiente longitudinal del puente	5.15 %
Altura mínima libre del paso inferior (Gálibo)	5.71 m
Sobre ancho en curvas	0.0 m
Longitud del proyecto	349.28 m
Velocidad de parada en curva tipo cresta	40 km/h

* Velocidad de parada en curva tipo columpio no aplica, porque puente y carretera es iluminada. Solo se pone de referencia.

6. DIAGNÓSTICO DEL TRAZADO GEOMÉTRICO PROPUESTO

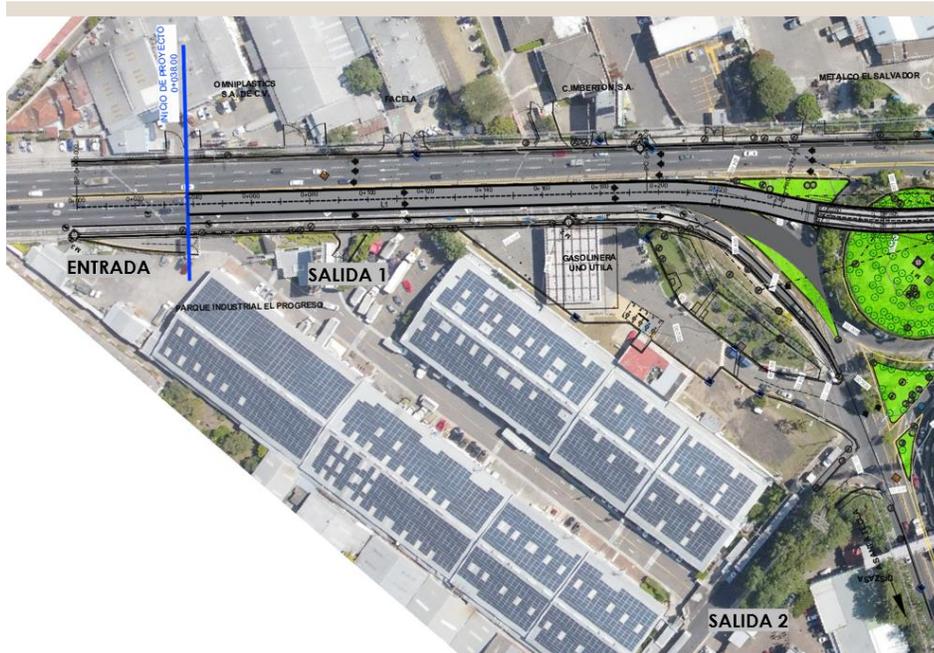
Tomando como referencia lo dispuesto en los PARÁMETROS DE DISEÑO GEOMÉTRICO, y respaldando estos con las normativas; se define el eje de diseño para el Paso a Desnivel, adaptándose a las condiciones geométricas existentes y respetando los límites del proyecto según las consideraciones especiales de la oferta técnica; se aclara que estos límites restringen los parámetros del diseño vertical.

6.1. Límites del Proyecto.

1.6.1. Inicio

El límite de inicio del proyecto se define en las cercanías del PARQUE INDUSTRIAL EL PROGRESO, en este sector existen tanto entrada como salida de camiones articulados; para el diseño no se afecta dicho acceso.

Figura 7: Limite del proyecto en la rampa de entrada, sector norte



2.6.1. Salida

El límite de salida está definido previo al porton de acceso de DISZASA, en cual hay entrada y salida de camiones articulados; se ha observado la dificultad que tienen estos vehículos para ingresar y salir en este acceso, durante el proceso abarcan los 3 carriles de salida (ver [VIDEO 1 – SIMULACION SALIDA DISZASA](#)) siendo este, el punto principal para establecer el límite de proyecto en esa zona.

Figura 8: Límite de proyecto en rampa de salida, sector sur.

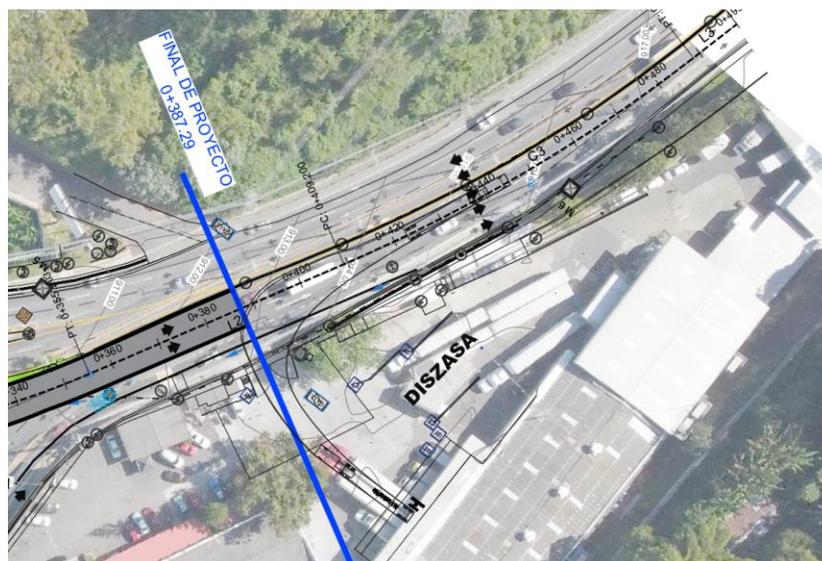
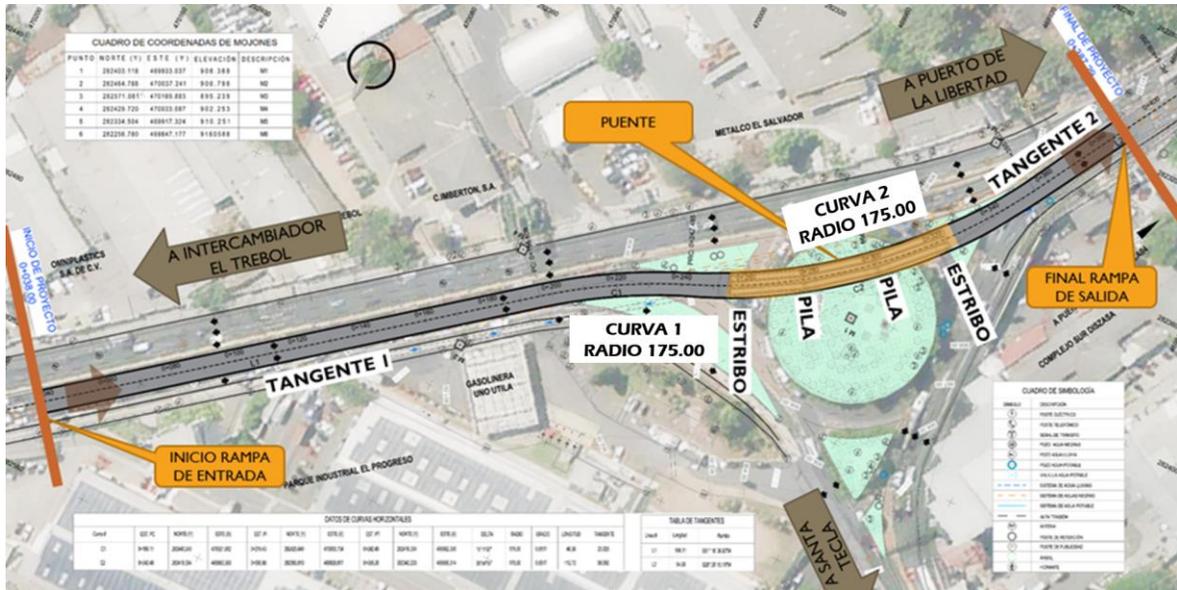


Figura 9: Planta de Conjunto del Diseño Geométrico



6.2. Planimetría

1.6.2. Radio Mínimo

Para el equilibrio del diseño vial y según fuere económicamente posible, todos los elementos geométricos deben diseñarse para proveer una operación segura y continua a una velocidad probable de ser adoptada, en gran medida casi todos los elementos se diseñan tomando de referencia la velocidad de diseño como un control global. Es necesario establecer la relación adecuada entre la velocidad de diseño y sus relaciones conjuntas con el peralte y la fricción lateral.

Un parámetro clave, que representa la demanda de fricción para un vehículo que recorre una curva horizontal, es el factor de fricción lateral, que resulta fundamental en el diseño de curvas horizontales, ya que permite determinar un radio de curva en el que, un vehículo que recorra dicha curva a la velocidad de diseño no supere la fuerza lateral.

En la Tabla 5, se muestra el radio mínimo determinado para distintos valores de velocidad utilizando los parámetros máximos de fricción lateral y peralte. Siguiendo las recomendaciones de la normativa y considerando como peralte máximo un valor de 6%, se ha utilizado para el diseño un valor de **radio mínimo de 50.0m**.

Tabla 5: Radio mínimo para distintas velocidades de diseño.

Velocidad de diseño (km/h)	Factor de fricción máxima	Peralte máximo = 4 %		Grado de curvatura (Degree)	Peralte máximo = 6 %		Grado de curvatura (Degree)
		Radio (m)			Radio (m)		
		Calculado	Recomendado		Calculado	Recomendado	
20	0.35	8.1	8	143°14'	7.7	8	143°14'
30	0.28	22.1	22	52°05'	20.8	21	54°34'
40	0.23	46.7	47	24°23'	43.4	43	26°39'
50	0.19	85.6	86	13°19'	78.7	79	14°30'
60	0.17	135.0	135	08°29'	123.2	123	09°19'
70	0.15	203.1	203	05°39'	183.7	184	06°14'
80	0.14	280.0	280	04°06'	252.0	252	04°33'
90	0.13	375.2	375	03°03'	335.7	336	03°25'
100	0.12	492.1	492	02°20'	437.4	437	02°37'
110	0.11				560.4	560	02°03'
120	0.09				755.9	756	01°31'

Fuente: Cuadro 3.6, Manual de Diseño Geométrico – SIECA 2011.

En este caso, para la velocidad de diseño (40 km/h), SIECA establece un radio mínimo recomendado de **47.0 m**; el criterio para seleccionar el radio más adecuado será obtener una geometría suavizada y que evite proporcionar sobre anchos a los carriles. **El radio de las curvas horizontales que se utilizará en este diseño es de 175.0 m.**

2.6.2. Alineamiento Horizontal Propuesto

El alineamiento del eje de diseño para el Paso Elevado se establece tomando la línea discontinua que separa los carriles interno y medio de la carretera CA04S (Sentido hacia El Puerto de La Libertad). La geometría horizontal del proyecto está formada por dos tangentes, tramo de entrada 196.11 m y tramo de salida 52.00m y uniendo dichos tramos con dos curvas compuestas inversas de radio de 175.00 m, suavizando así el trazo horizontal.

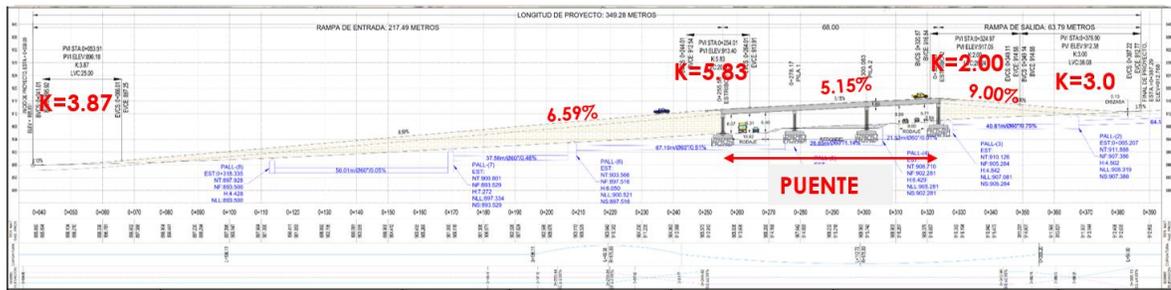
Respecto al espacio disponible, se realizará un ajuste para definir el límite del área de rodamiento del paso a desnivel, cargando los carriles hacia el eje de la sección completa, a partir de acá, se define la calzada (7.60 m) incluyendo las zonas de protección. En la rampa de salida se realiza el mismo ajuste. En el área del puente el ancho de rodadura se incrementa hasta 8.40 m, este ancho también incluye las zonas de protección.

Debido a que este paso elevado se realiza con carriles centrales, no se considera invasión de propiedad privada, por lo que no será necesario la evaluación de los derechos de vía.

7. ALTIMETRÍA

El alineamiento vertical está compuesto por tangentes y curvas, caracterizándose las tangentes por su longitud y su pendiente y se limitan por dos curvas verticales sucesivas, mientras que las curvas verticales por suavizar los cambios de las pendientes en el alineamiento vertical.

Figura 10: Perfil General de Diseño.



7.1. Pendiente Máxima

Las pendientes de las carreteras ya construidas tienen una influencia relevante en la operación de los vehículos que transitan por ellas, cuando sube la pendiente, la velocidad decrece progresivamente y en las pendientes de bajada la velocidad tiene un pequeño aumento, la influencia de las pendientes de subida es bastante significativa por el atraso que puede ocasionar en los vehículos que circulan por la carretera, las pendientes máximas recomendadas para carreteras y calles, según la clasificación determinada, en la , se muestra la pendiente máxima para carreteras arteriales urbanas

Tabla 6: Pendiente máxima recomendada

Tipo de terreno	Máxima pendiente (%) para la velocidad de diseño especificada, km/h							
	30	40	50	60	70	80	90	100
Plano	9	9	9	9	8	7	7	6
Lomerío	12	12	11	10	9	8	8	7
Montañoso	14	13	12	12	11	10	10	9

Para el diseño del alineamiento vertical, **con una velocidad de 40 km/h, la pendiente máxima permitida es de 9.00%**. para carriles en el mismo sentido; como se evidencia en el siguiente párrafo de la sección 6.5.4 del Manual de Diseño Geométrico:

7.3. Curvas Verticales En Cresta

Las curvas verticales en crestas se diseñan de acuerdo a la distancia de visibilidad definida según la velocidad del proyecto y/o el ajuste de velocidad que se haga en la zona de estudio, el parámetro que rige el diseño de las curvas verticales es el valor de su constante K, que para el caso de la velocidad de diseño de 40 km/h (velocidad para la curva en cresta en la zona final del puente), el valor k debiera ser 4 (Ver Tabla 7); ahora bien, esto implicaría alargar las rampas, obstaculizando los accesos y sobrepasando los límites del proyecto. **Se logró utilizar un valor k de 2.0, que corresponde a una velocidad de 30 kph.**

Tabla 7: Control de diseño de curva vertical en cresta

Velocidad de diseño (km/h)	Distancia de visibilidad de parada (m)	Tasa de curvatura vertical (K)	
		Calculada	Para diseño
20	20	0.6	1
30	35	1.9	2
40	50	3.8	4
50	65	6.4	7
60	85	11.0	11
70	105	16.8	17
80	130	25.7	26
90	160	38.9	39
100	185	52.0	52
110	220	73.6	74
120	250	95.0	95

Fuente: Cuadro 3.23, Manual de Diseño Geométrico – SIECA 2011.

Para la velocidad de diseño en la curva en cresta (30 km/h), se tiene un valor mínimo de distancia de parada de 35 m con un valor $k \geq 2.0$.

7.4. Curvas Verticales en Columpio

Las curvas verticales en columpio o cóncavas se diseñan de acuerdo a la distancia que alcanzan a iluminar los faros del vehículo de diseño, al igual que las curvas en cresta se han utilizado curvas simétricas para la definición de estas, en el caso de este tipo de curva el parámetro K se define de acuerdo a la Tabla 8.

Tabla 8: Control de diseño de curva vertical en columpio

Velocidad de diseño (km/h)	Distancia de visibilidad de parada (m)	Tasa de curvatura vertical (K)	
		Calculada	Para diseño
20	20	2.1	3
30	35	5.1	6
40	50	8.5	9
50	65	12.2	13

Velocidad de diseño (km/h)	Distancia de visibilidad de parada (m)	Tasa de curvatura vertical (K)	
		Calculada	Para diseño
60	85	17.3	18
70	105	22.6	23
80	130	29.4	30
90	160	37.6	38
100	185	44.6	45
110	220	54.4	55
120	250	62.8	63

Fuente: Cuadro 3.25, Manual de Diseño Geométrico – SIECA 2011.

En la zona de la rampa de salida, se tienen dos casos importantes que deben considerarse, el primero es la intersección del carril existente que proviene del Redondel Utila, este servirá para incorporar el tránsito desde Santa Tecla y un retorno para el tránsito proveniente del sector Sur; el segundo aspecto importante es la existencia del acceso de vehículos articulados justo en el punto de encuentro rampa/rasante existente (Acceso DISZASA), para el giro adecuado de este tipo de vehículo es necesaria la utilización de 3 carriles. Esto genera una bajada con precaución y en consecuencia una disminución de velocidad en el flujo vehicular proveniente del paso elevado. Es importante mencionar que proyecto tendrá la debida señalización de precaución y se contará con iluminación artificial contribuyendo a mejorar la visibilidad durante horas nocturnas. Entonces, no aplica en nuestro caso el valor K, porque es una intersección iluminada, desde el punto de vista de comodidad (Ver ecuación abajo), la curva presentada, obedece a una velocidad de 34 kph.

$$L = \frac{AV^2}{395}$$

7.5. Rasante Propuesta

Para la definición de la rasante de diseño, **se registrá por el gálibo del puente que debe quedar en los tramos del redondel**, se propone realizar una capa de rodadura con carpeta asfáltica, dada su versatilidad en el proceso constructivo y puesta en servicio para cumplir con rasantes con geometría compleja y poseer características elastoplásticas. En este caso, a pesar de que el camino es tipo urbano, no se consideran aceras debido a que únicamente se utilizará el paso elevado para tránsito vehicular.

8. SECCIONES TRANSVERSALES

8.1. Peralte y Sobre Elevación

El peralte máximo recomendado por el manual de la SIECA establece utilizar un peralte $\approx 2.8\%$ lo cual es un valor cercano al bombeo requerido por las Condiciones Técnicas (2.5%), la diferencia entre ambos valores, indica una variación del 0.3%, obteniendo de esta forma una sobreelevación de 0.021m respecto a la rasante de diseño propuesta (prácticamente despreciable), por lo que este consultor considera conveniente utilizar un peralte igual al

bombeo. (para mayor detalle, ver el Cuadro 3.9, pág. 96 del Manual Centroamericano para el Diseño Geométrico – SIECA 2011)

Para las sobrelevaciones en el diseño, se tienen dos curvas verticales compuestas inversas de radio de 175.00m; partimos del 2.5% en la zona del puente, se realizaron las transiciones hacia las rampas de entrada y salida hasta empalmar con los peraltes existentes

8.2. Sobre Ancho

Los valores de sobre ancho en curvas han sido calculados aplicando los datos del **cuadro 3.14(b) Ajuste para Diseño de Sobreancho en Curvas de Carreteras (Dos carriles, Una o Dos Vías)**, establecida en la SIECA Ed2011, pagina 112, 3.2.7 Sobreanchos en Curvas.

Radio de Curva (m)	VEHÍCULO DE DISEÑO						
	SU	WB-12	WB-19	WB-20	WB-20D	WB-30T	WB-30T
3000	-0.3	-0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1
2500	-0.3	-0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1
2000	0.3	-0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1
1500	-0.4	-0.3	0.0	0.1	0.0	0.0	0.1
1000	-0.4	-0.4	0.1	0.1	0.0	0.0	0.2
900	-0.4	-0.4	0.1	0.1	0.0	0.0	0.2
800	-0.4	-0.4	0.1	0.1	0.0	0.0	0.2
700	-0.4	-0.4	0.1	0.1	0.0	0.0	0.3
600	-0.5	-0.4	0.1	0.1	0.0	0.1	0.3
500	-0.5	-0.4	0.1	0.2	0.0	0.1	0.4
400	-0.5	-0.4	0.2	0.2	0.0	0.1	0.5
300	-0.6	-0.5	0.2	0.3	-0.1	0.1	0.6
250	-0.7	-0.5	0.2	0.3	-0.1	0.1	0.8
200	-0.8	-0.6	0.3	0.4	-0.1	0.2	1.0
150	-0.9	-0.7	0.4	0.6	-0.1	0.2	1.3
140	-0.9	-0.7	0.4	0.6	-0.1	0.2	1.4
130	-1.0	-0.7	0.5	0.6	-0.2	0.2	1.5
120	-1.1	-0.8	0.5	0.7	-0.2	0.3	1.6
110	-1.1	-0.8	0.6	0.8	-0.2	0.3	1.7
100	-1.2	-0.9	0.6	0.8	-0.2	0.3	1.9
90	-1.3	-0.9	0.7	0.9	-0.2	0.3	2.1
80	-1.4	-1.0	0.8	1.1	-0.2	0.4	2.4
70	-1.6	-1.1	0.9	1.2	-0.3	0.5	2.8

FUENTE: AASHTO, 2004, pp. 213

NOTAS: Los ajustes se aplican por sumar o restar estos valores a los indicados en el Cuadro 3-12(a)
 Los ajustes dependen únicamente del radio y del vehículo de diseño: son independientes del ancho de rodadura y de la velocidad de diseño,
 Para carretera de 3 carriles, multiplique los valores indicados por 1.5
 Para carretera de 4 carriles, multiplique los valores indicados por 2

Cuadro 3.14(b) Ajuste para Diseño de Sobreancho en Curvas de Carreteras (Dos Carriles, Una o Dos Vías)

En la selección del sobrancho en curvas se debe tomar en consideración lo siguiente:

- Sobranchos menores de 0.60 metros, no son necesarios en las curvas.
- Los sobranchos calculados que se muestran en el Cuadro 3.12(a) son para carreteras de dos carriles.
- En carreteras de tres carriles los sobranchos mostrados en el Cuadro anterior deben afectarse por un factor de 1.5 y en carreteras de cuatro carriles multiplicar las cifras del el Cuadro por 2.
- Los datos de el Cuadro 3.14(a) fueron calculados para el vehículo WB-15, para otros vehículos de diseño, los ajustes mostrados en el Cuadro 3.14(b) deben utilizarse.

El diseño posee dos curvas de radio de 175.00m, tomando en cuenta el cuadro antes mencionado, para un radio de 175.00 se necesita un sobrancho de 0.50m y aplicando lo mencionado en el párrafo de SIECA, pagina 109, **SE CONCLUYE QUE PARA UN RADIO DE 175.00m NO SE REQUIERE UN SOBRENCHO** por ser menor a 0.60m

NOTA: VER VIDEO 2 – SIMULACION DE CIRCULACION SOBRE PASO

8.3. Secciones tipo, propuesta de diseño.

Figura 12: Sección tipo en área de rampas

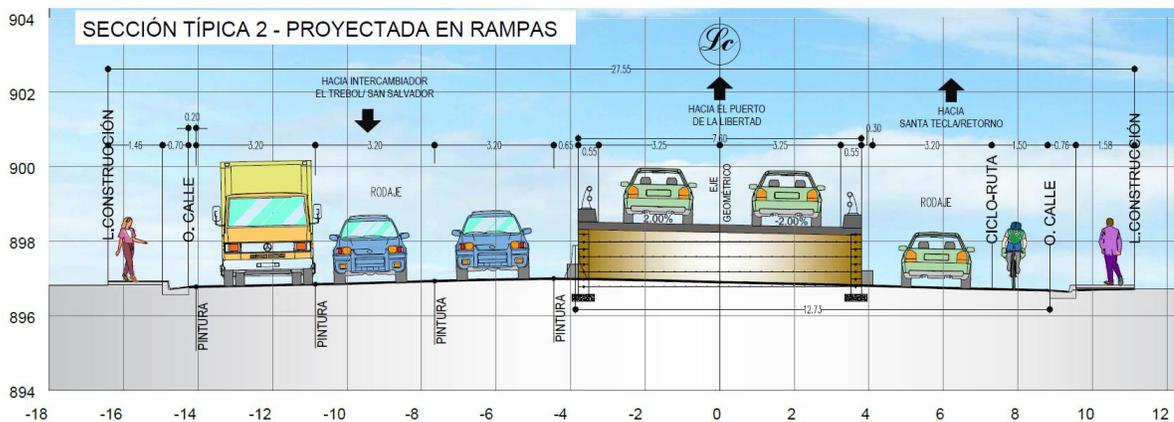
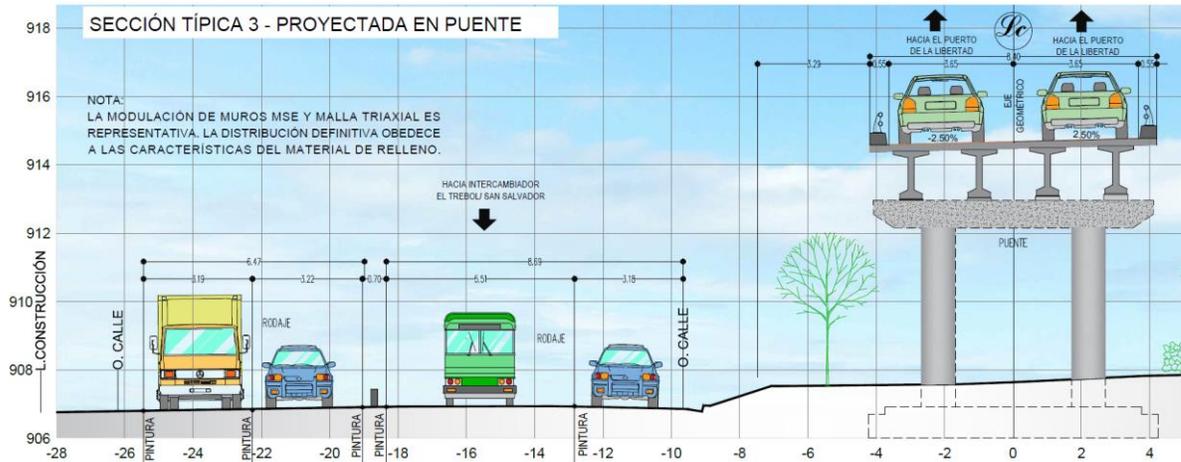


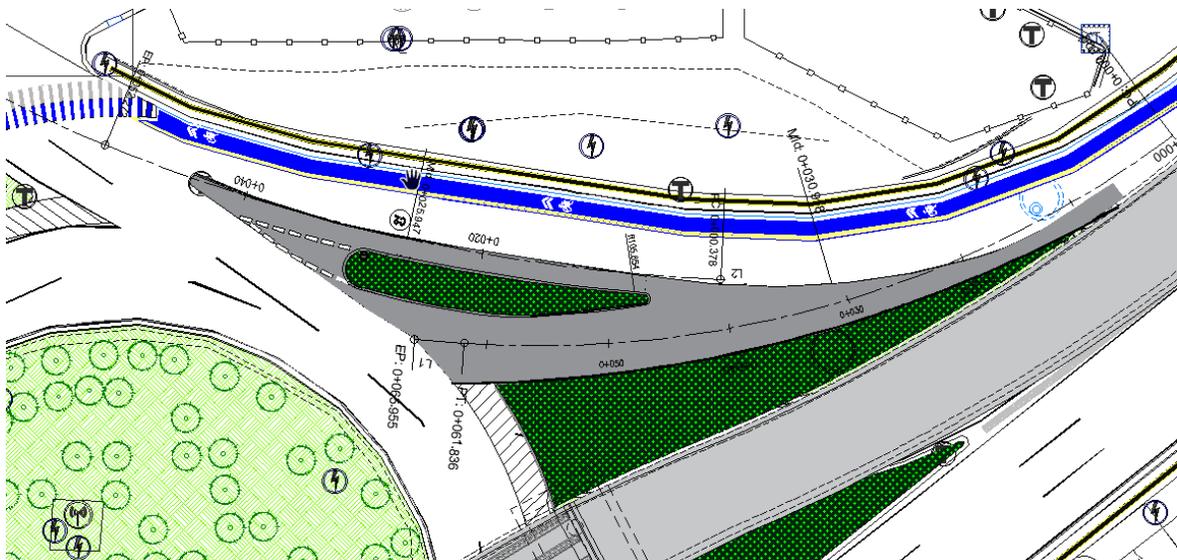
Figura 13: Sección tipo en área de redondel



9. ACCESOS E INTERSECCIONES

Para el diseño de intersecciones, el proyecto genera un solo empalme en el redondel, que sería el carril al lado de la rampa, de la ruta San Salvador – Carretera al Puerto, el cual se incorpora al redondel para retornar.

Figura 14: Ubicación de intersecciones.



10. ADJUNTOS

10.1. ADJUNTO No. 1: Resultados de geometría

Solo en formato digital:

10.2. VIDEO 1 – SIMULACION SALIDA DISZASA

10.3. VIDEO 2 – SIMULACION CIRCULACION SOBRE PASO



INFORME DE DISEÑO GEOMETRICO

ADJUNTO No.1

RESULTADOS DE GEOMETRIA

Página intencionalmente en
blanco para consistencia entre
versiones impresa y digital

DATOS DE CURVAS HORIZONTALES

CURVA	ESTACION PC	ESTACION PI	ESTACION PT	L.C. (mts)	RADIO (mts)	SUB-TANGENTE (mts)	DELTA			GRADO CURVA			TIPO
							°	'	"	°	'	"	
1	0+196.11	0+219.43	0+242.49	46.38	175.00	23.32	15°	11'	6"	6°	32'	53"	DERECHA
2	0+242.49	0+300.88	0+355.20	112.71	175.00	58.39	36°	54'	6"	6°	32'	53"	IZQUIERDA

REPORTE HORIZONTAL

Alineamiento: +Eje Utila

Datos de Tangente

Descripcion	PI o PST	Y	X
Cad. Inicial:	0+000.000	282562.918	470174.931
Cad. Final:	0+196.109	282440.24	470021.932

Datos de Tangente

Parametro	Valor	Parametro	Valor
Longitud:	196.109	Rumbo:	S 51° 16' 36.6342" W

Puntos de la Curva

Descripcion	Estacion	Y	X
PC:	0+196.109	282440.24	470021.932
RP:		282576.771	469912.459
PCC:	0+242.485	282416.334	469982.35

Datos Curva Circular

Parametro	Valor	Parametro	Valor
Delta:	15° 11' 02.0251"	Tipo:	DERECHA
Radio:	175		
Longitud:	46.377	Tangente:	23.325
Med-Ord:	1.534	Externa:	1.548
Cuerda:	46.241	Rumbo:	S 58° 52' 07.6467" W

Puntos de la Curva

Descripcion	Estacion	Y	X
PCC:	0+242.485	282416.334	469982.35
RP:		282255.896	470052.241
PT:	0+355.203	282342.22	469900.014

Datos Curva Circular

Parametro	Valor	Parametro	Valor
Delta:	36° 54' 15.0852"	Tipo:	IZQUIERDA
Radio:	175		
Longitud:	112.717	Tangente:	58.392
Med-Ord:	8.997	Externa:	9.485
Cuerda:	110.779	Rumbo:	S 48° 00' 31.1167" W

REPORTE HORIZONTAL

Datos de Tangente

Descripcion	PI o PST	Y	X
Cad. Inicial:	0+355.203	282342.22	469900.014
Cad. Final:	0+409.200	282295.21	469873.448

Datos de Tangente

Parametro	Valor	Parametro	Valor
Longitud:	53.997	Rumbo:	S 29° 28' 15.1944" W

Puntos de la Curva

Descripcion	Estacion	Y	X
PC:	0+409.200	282295.21	469873.448
RP:		282141.212	470145.962
PT:	0+488.523	282221.97	469843.543

Datos Curva Circular

Parametro	Valor	Parametro	Valor
Delta:	14° 31' 10.3144"	Tipo:	IZQUIERDA
Radio:	313.016		
Longitud:	79.323	Tangente:	39.875
Med-Ord:	2.509	Externa:	2.53
Cuerda:	79.111	Rumbo:	S 22° 12' 40.0372" W

Datos de Tangente

Descripcion	PI o PST	Y	X
Cad. Inicial:	0+488.523	282221.97	469843.543
Cad. Final:	0+499.224	282211.631	469840.782

Datos de Tangente

Parametro	Valor	Parametro	Valor
Longitud:	10.701	Rumbo:	S 14° 57' 04.8800" W

SOBREANCHO

Curva N°	Radio curva	VELOCIDAD DE DISEÑO	Vehiculo de diseño	Distancia entre ejes (L)	Numero de carriles	Sobreechanco (Vdiseño)	CURVA
C1	175.00	40 Km/h	WB20	5.94	2	0.5	DERECHA
C2	175.00	40 Km/h	WB20	5.94	2	0.5	IZQUIERDA

VISIBILIDAD HORIZONTAL

Curva	PC	PT	Longitud de Curva (m)	Radio (m)	Sobreechancho	Radio de Carril Interno	M (m)	VISIBILIDAD DE PARADA
1	0+196.11	0+242.49	46.38	175.00	0.50	173.25	1.51	45.75
2	0+242.49	0+355.20	112.71	175.00	0.50	173.25	8.61	109.22

SUPERELEVACION

CURVA	ESTACION ENTRADA	ESTACION SALIDA	LONGITUD DE TRANSICION (Runout y Runoff)	% SUPERELEVACION IZQUIERDA	% SUPERELEVACION DERECHA
Curve.1					
Transition In Region	0+034.89m	0+203.44m	168.547m		
Runout	0+034.89m	0+181.44m	146.547m		
End Normal Crown	0+034.89m			2.00%	-2.00%
Level Crown	0+181.44m			2.00%	-2.00%
Runoff	0+181.44m	0+203.44m	22.000m		
Level Crown	0+181.44m			2.00%	-2.00%
Begin Curve	0+196.11m				
Reverse Crown	0+197.16m			2.00%	-2.00%
Begin Full Super	0+203.44m			2.00%	-2.00%
Transition Out Region	0+219.84m	0+219.84m	0.000m		
End Full Super	0+219.84m			2.00%	-2.00%
Curve.2					
Transition In Region	0+227.82m	0+249.82m	22.000m		
Runoff	0+227.82m	0+249.82m	22.000m		
Level Crown	0+227.82m			0.72%	-0.73%
Reverse Crown	0+241.77m			-1.51%	1.51%
Begin Curve	0+242.49m				
Begin Full Super	0+249.82m			-2.50%	2.50%
Transition Out Region	0+343.96m	0+366.25m	22.287m		
Runoff	0+343.96m	0+360.42m	16.455m		
End Full Super	0+343.96m			-2.50%	2.50%
Reverse Crown	0+352.74m			-2.26%	2.28%
End Curve	0+355.20m				
Level Crown	0+360.42m			-1.03%	1.04%
Runout	0+360.42m	0+366.25m	5.831m		
Level Crown	0+360.42m			-1.03%	1.04%
Begin Normal Crown	0+366.25m			0.00%	0.00%

CURVAS VERTICALES

Profile Vertical Curve Report

Intervalo de Estaciones: Inicial: 0+038.01, Final: 0+387.29

Informacion de la Curva Vertical: (Curvas en Columpio)			
Estacion PCV:	0+041.01	Cota:	895.915m
Estacion PIV:	0+053.51	Cota:	896.182m
Estacion PTV:	0+066.01	Cota:	897.255m
Punto Minimo:	0+041.01	Cota:	895.915m
Pend. Entrada(%):	2.13%	Pend. Salida(%):	8.59%
Dif. Alg. Pendiente(%):	6.45%	Factor K:	3.874m
Long. de Curva:	25.000m	Radio de la Curva	387.368m
Distancia de Iluminacion	59.612m		
Informacion de la Curva Vertical: (Curvas en Cresta)			
Estacion PCV:	0+244.01	Cota:	912.539m
Estacion PIV:	0+254.01	Cota:	913.397m
Estacion PTV:	0+264.01	Cota:	913.913m
Punto Maximo:	0+264.01	Cota:	913.913m
Pend. Entrada(%):	8.59%	Pend. Salida(%):	5.15%
Dif. Alg. Pendiente(%):	3.43%	Factor K:	5.825m
Long. de Curva:	20.000m	Radio de la Curva	582.531m
D.V. Rebase:	460.402m	D.V. Parada:	203.568m
Informacion de la Curva Vertical: (Curvas en Cresta)			
Estacion PCV:	0+320.87	Cota:	916.842m
Estacion PIV:	0+324.97	Cota:	917.054m
Estacion PTV:	0+349.11	Cota:	914.882m
Punto Maximo:	0+322.62	Cota:	916.887m
Pend. Entrada(%):	5.15%	Pend. Salida(%):	-9.00%
Dif. Alg. Pendiente(%):	14.15%	Factor K:	
Long. de Curva:	28.240m	Radio de la Curva	
D.V. Rebase:		D.V. Parada:	
Informacion de la Curva Vertical: (Curvas en Columpio)			
Estacion PCV:	0+349.14	Cota:	914.880m
Estacion PIV:	0+376.90	Cota:	912.383m
Estacion PTV:	0+387.22	Cota:	912.765m
Punto Minimo:	0+383.09	Cota:	912.689m
Pend. Entrada(%):	-9.00%	Pend. Salida(%):	3.71%
Dif. Alg. Pendiente(%):	12.70%	Factor K:	
Long. de Curva:	38.080m	Radio de la Curva	
Distancia de Iluminacion			

REPORTE VERTICAL

No.	PIV Estacion	PVI Elevacion	Pendiente de Entrada	Pendiente de Salida	Diferencia de Pendientes	Tipo de Curva	Longitud de Curva	K
1	0+38.012	895.85						
2	0+53.511	896.18	2.13%	8.59%	6.45%	Columpio	25.00	3.87
3	2+54.015	913.40	8.59%	5.15%	-3.43%	Cresta	20.00	5.83
4	3+24.974	917.05	5.15%	-9.00%	-14.15%	Cresta	28.24	2.00
5	3+76.896	912.38	-9.00%	3.71%	12.70%	Columpio	38.04	3.00
6	3+87.287	912.77						

VISIBILIDAD VERTICAL

PIV #	Estación	K	L	D. A. G	Vd	Tipo	Pendiente Longitudinal	Condicion	DVP Proyectada	DVP Requerida	Longitud mínima requerida		
											SI L>S	SI L<S	Comodidad
1	0+38.012	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2	0+53.511	3.87	25.00	6.45%	20	Columpio	2.13%	Subida		50	0.55		0.07
3	2+54.015	5.83	20.00	-3.43%	20	Cresta	8.59%	Subida		50	-0.21		-0.03
4	3+24.974	2.00	28.24	-14.15%	30	Cresta	5.15%	Subida		30	-0.32		-0.32
5	3+76.896	3.00	38.04	12.70%	20	Columpio	-9.00%	Bajada		30	0.51		0.13
6	3+87.287	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-



GOBIERNO DE
EL SALVADOR

MINISTERIO DE OBRAS PÚBLICAS Y TRANSPORTE
VICEMINISTERIO DE OBRAS PÚBLICAS

PROYECTO:

**DISEÑO Y CONSTRUCCION DE PASO A DESNIVEL EN INTERSECCION ENTRE
LAS RUTAS CA04S – LIB04W, CARRETERA AL PUERTO DE LA LIBERTAD,
SOBRE REDONDEL UTILA , MUNICIPIO DE SANTA TECLA, LA LIBERTAD
[CONTRATO No. 101/2021]**

INFORME:

**ANEXO No.06
DISEÑO DE DRENAJE
DEL DOC-1 MEMORIA DEL PROYECTO**

Contratista:



Supervisor:



Edición 1.2 (27-MAR-2022)

Página intencionalmente en
blanco para congruencia entre
versiones impresa y digital

CONTENIDO

<u>CONTROL DE EDICIONES</u>	<u>4</u>
EDICIÓN 1.0 (08 DE FEBRERO DE 2022)	4
EDICIÓN 1.1 (07 DE MARZO DE 2022)	4
EDICIÓN 1.2 (27 DE MARZO DE 2022)	8
<u>1. INTRODUCCION</u>	<u>9</u>
<u>2. OBJETIVOS</u>	<u>9</u>
<u>3. DRENAJE RAMPA PRINCIPAL</u>	<u>9</u>
<u>4. CAPACIDAD DE TUBOS VERTICALES DE DESCARGA</u>	<u>14</u>
4.1. DIÁMETROS PROPUESTOS	16
<u>5. CAPACIDAD DE COLECTOR AEREO 6 PULG Y SUBTERRANEO</u>	<u>17</u>

CONTROL DE EDICIONES

Edición 1.0 (08 de febrero de 2022)

Edición inicial

Edición 1.1 (07 de marzo de 2022)

Contiene correcciones a las observaciones realizadas

- En el documento del anexo 06 correspondiente al diseño de las obras de drenaje, en la tabla No. 1, el coeficiente de escorrentía asignado a las superficies pavimentadas “C_{PAV}” corresponde a un valor distinto al definido en el estudio hidrológico (anexo 04). Corregir o aclarar.

CALCULO DE CAUDALES RAMPA PRINCIPAL PASO A DESNIVEL REDONDEL UTILA														
RAMPA	BAJADAS	ESTACION	LARGO (m)	ANCHO (m)	AREA PAV.		C _{PAV}	AREA VERDE (Km ²)	AREA TOTAL (Km ²)	C _{VERDE}	C _{PONDERADO}	I ₂₅ (mm/hora)	Q _{TOTAL} (m ³ /seg)	Q/2 cada lateral (m ³ /seg)
					(m ²)	(Km ²)								
RAMPA NOR.PTE.	BALL-1	0+113.19	56.62	7.3	413.326	0.000413333	0.925	0	0.000413333	0.45	0.9250	222.133	0.0236	0.0118
	BALL-2	0+169.81	37.66	7.3	274.918	0.00027492	0.925	0	0.00027492	0.45	0.9250	222.133	0.0157	0.0078
	BALL-3	0+207.47	25.50	7.3	186.15	0.00018615	0.925	0	0.00018615	0.45	0.9250	222.133	0.0106	0.0053
	BALL-4	0+232.97	25.50	7.3	186.15	0.00018615	0.925	0	0.00018615	0.45	0.9250	222.133	0.0106	0.0053

R/ El coeficiente de Escorrentía para áreas de parqueos de concreto y/o asfalto tiene un rango de variación de 0.70/0.80 hasta 0.95. Se usó el valor más desfavorable, el más alto, sin embargo, para ser uniformes se va a conservar el inicialmente utilizado de 0.95.

CALCULO DE CAUDALES RAMPA PRINCIPAL PASO A DESNIVEL REDONDEL UTILA															
RAMPA	BAJADAS	ESTACION	LARGO (m)	ANCHO (m)	AREA PAV.		C _{PAV}	AREA VERDE (Km ²)	AREA TOTAL (Km ²)	C _{VERDE}	C _{PONDERADO}	I ₂₅ (mm/hora)	Q _{TOTAL} (m ³ /seg)	Q/2 cada lateral (m ³ /seg)	
					(m ²)	(Km ²)									
RAMPA NOR.PTE.	BALL-1	0+113.19	56.62	7.3	413.326	0.000413333	0.95	0	0.000413333	0.45	0.9500	222.133	0.0242	0.0121	
	BALL-2	0+169.81	37.66	7.3	274.918	0.00027492	0.95	0	0.00027492	0.45	0.9500	222.133	0.0161	0.0081	
	BALL-3	0+207.47	25.50	7.3	186.15	0.00018615	0.95	0	0.00018615	0.45	0.9500	222.133	0.0109	0.0055	
	BALL-4	0+232.97	25.50	7.3	186.15	0.00018615	0.95	0	0.00018615	0.45	0.9500	222.133	0.0109	0.0055	
	PUENTE	BALL-5	0+256.33	23.36	7.3	170.528	0.00017053	0.95	0	0.00017053	0.45	0.9500	222.133	0.0100	0.0050
		BALL-6	0+263.83	7.50	7.3	54.75	0.00005475	0.95	0	0.00005475	0.45	0.9500	222.133	0.0032	0.0016
		BALL-7	0+271.33	7.50	7.3	54.75	0.00005475	0.95	0	0.00005475	0.45	0.9500	222.133	0.0032	0.0016
		BALL-8	0+278.83	7.50	7.3	54.75	0.00005475	0.95	0	0.00005475	0.45	0.9500	222.133	0.0032	0.0016
	BALL-9	0+286.33	7.50	7.3	54.75	0.00005475	0.95	0	0.00005475	0.45	0.9500	222.133	0.0032	0.0016	
	BALL-10	0+293.83	7.50	7.3	54.75	0.00005475	0.95	0	0.00005475	0.45	0.9500	223.133	0.0032	0.0016	
	BALL-11	0+301.33	7.50	7.3	54.75	0.00005475	0.95	0	0.00005475	0.45	0.9500	224.133	0.0032	0.0016	
BALL-12	0+308.83	7.50	8.3	62.25	0.00006225	0.95	0	0.00006225	0.45	0.9500	225.133	0.0037	0.0018		
BALL-13	0+315.75	6.92	9.3	64.356	6.4356E-05	0.95	0	6.4356E-05	0.45	0.9500	226.133	0.0038	0.0019		
BALL-14	0+322.66	6.91	10.3	71.173	7.1173E-05	0.95	0	7.1173E-05	0.45	0.9500	227.133	0.0043	0.0021		

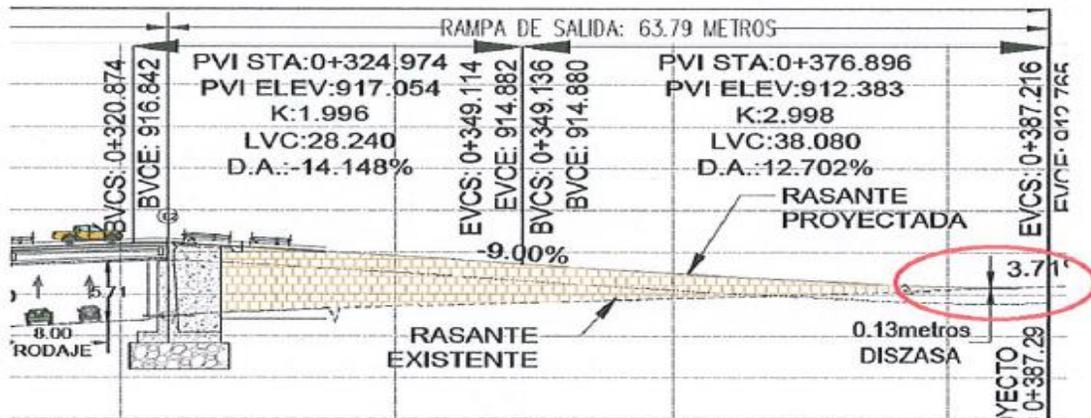
- Siempre en la tabla No. 1. El caudal de aporte considerado para el dimensionamiento de las bajadas del puente (BALL-5 a BALL-14) y en rampa norte (BALL-1 a BALL-4) está representado por la escorrentía que se genera en toda la calzada “Q_{TOTAL}”, debido a las sobreelevaciones con las que cuenta, por lo que el dato de la columna final de la tabla no aplicaría. Si es ese el caso, corregir o aclarar.

CALCULO DE CAUDALES RAMPA PRINCIPAL PASO A DESNIVEL REDONDEL UTILA														
RAMPA	BAJADAS	ESTACION	LARGO (m)	ANCHO (m)	AREA PAV.		C _{PAV}	AREA VERDE	AREA TOTAL	C _{VERDE}	C _{PONDERADO}	I ₂₅ (mm/hora)	Q _{TOTAL} (m ³ /seg)	Q/2 cada lateral (m ³ /seg)
					(Km ²)	(Km ²)								
RAMPA NOR PTE.	BALL-1	0+113.19	56.62	7.3	413.326	0.00041333	0.925	0	0.00041333	0.45	0.9250	222.133	0.0236	0.0118
	BALL-2	0+169.81	37.66	7.3	274.918	0.00027492	0.925	0	0.00027492	0.45	0.9250	222.133	0.0157	0.0078
	BALL-3	0+207.47	25.50	7.3	186.15	0.00018615	0.925	0	0.00018615	0.45	0.9250	222.133	0.0106	0.0053
	BALL-4	0+232.97	25.50	7.3	186.15	0.00018615	0.925	0	0.00018615	0.45	0.9250	222.133	0.0106	0.0053
PUENTE	BALL-5	0+256.33	23.36	7.3	170.528	0.00017053	0.925	0	0.00017053	0.45	0.9250	222.133	0.0097	0.0049
	BALL-6	0+263.83	7.50	7.3	54.75	0.00005475	0.925	0	0.00005475	0.45	0.9250	222.133	0.0031	0.0016

R/ Efectivamente eso no aplica se ha ocultado esa columna igual que la columna de área verde y C_{VERDE}.

CALCULO DE CAUDALES RAMPA PRINCIPAL PASO A DESNIVEL REDONDEL UTILA												
RAMPA	BAJADAS	ESTACION	LARGO (m)	ANCHO (m)	AREA PAV.		C _{PAV}	AREA TOTAL	C _{PONDERADO}	I ₂₅ (mm/hora)	Q _{TOTAL} (m ³ /seg)	
					(Km ²)	(Km ²)						
RAMPA NOR PTE.	BALL-1	0+113.19	56.62	7.3	413.326	0.00041333	0.95	0.00041333	0.9500	222.133	0.0242	
	BALL-2	0+169.81	37.66	7.3	274.918	0.00027492	0.95	0.00027492	0.9500	222.133	0.0161	
	BALL-3	0+207.47	25.50	7.3	186.15	0.00018615	0.95	0.00018615	0.9500	222.133	0.0109	
	BALL-4	0+232.97	25.50	7.3	186.15	0.00018615	0.95	0.00018615	0.9500	222.133	0.0109	
PUENTE	BALL-5	0+256.33	23.36	7.3	170.528	0.00017053	0.95	0.00017053	0.9500	222.133	0.0100	
	BALL-6	0+263.83	7.50	7.3	54.75	0.00005475	0.95	0.00005475	0.9500	222.133	0.0032	
	BALL-7	0+271.33	7.50	7.3	54.75	0.00005475	0.95	0.00005475	0.9500	222.133	0.0032	
	BALL-8	0+278.83	7.50	7.3	54.75	0.00005475	0.95	0.00005475	0.9500	222.133	0.0032	
	BALL-9	0+286.33	7.50	7.3	54.75	0.00005475	0.95	0.00005475	0.9500	222.133	0.0032	
	BALL-10	0+293.83	7.50	7.3	54.75	0.00005475	0.95	0.00005475	0.9500	223.133	0.0032	
	BALL-11	0+301.33	7.50	7.3	54.75	0.00005475	0.95	0.00005475	0.9500	224.133	0.0032	
	BALL-12	0+308.83	7.50	8.3	62.25	0.00006225	0.95	0.00006225	0.9500	225.133	0.0037	
	BALL-13	0+315.75	6.92	9.3	64.356	6.4356E-05	0.95	6.4356E-05	0.9500	226.133	0.0038	
	BALL-14	0+322.66	6.91	10.3	71.173	7.1173E-05	0.95	7.1173E-05	0.9500	227.133	0.0043	

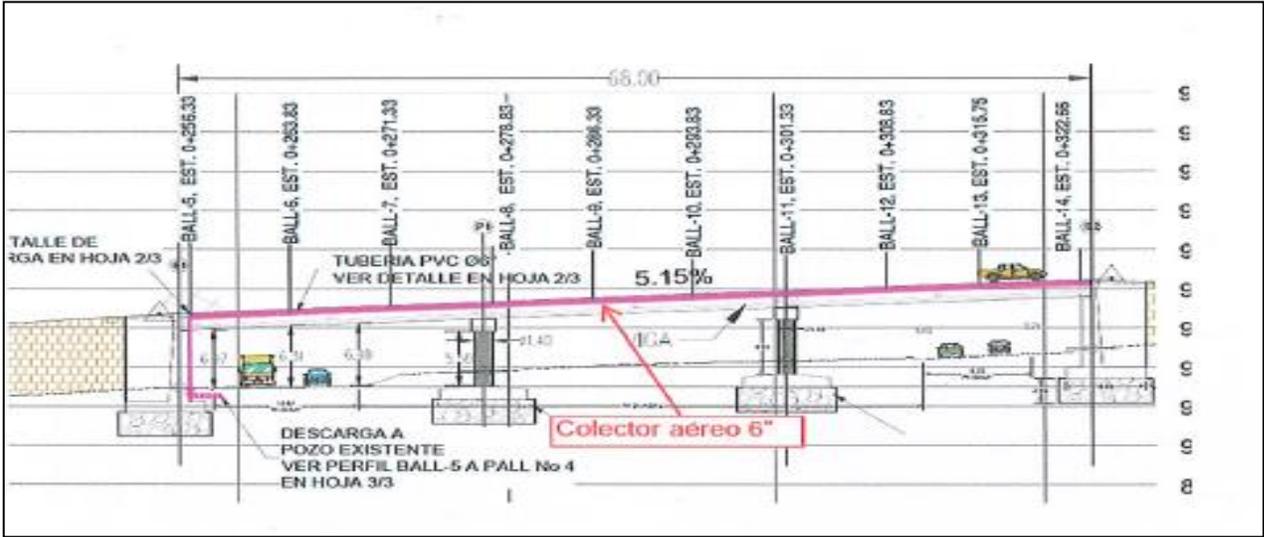
- Si bien es cierto que el cordón de la rampa corta (sector sur) tiene la suficiente capacidad de transporte de caudal, a nivel de sugerencia únicamente, se debería colocar al menos una bajante, con el fin de evitar grandes acumulaciones de escorrentía al final de la misma, siempre y cuando no implique realizar intervenciones mayores ni tampoco comprometer el aspecto paisajístico del proyecto.



- Presentar una revisión de la capacidad hidráulica de la sección del colector aéreo de tubería de 6" considerando el caudal máximo acumulado en el tramo final entre las bajadas de aguas lluvias BALL-5 y BALL-6.

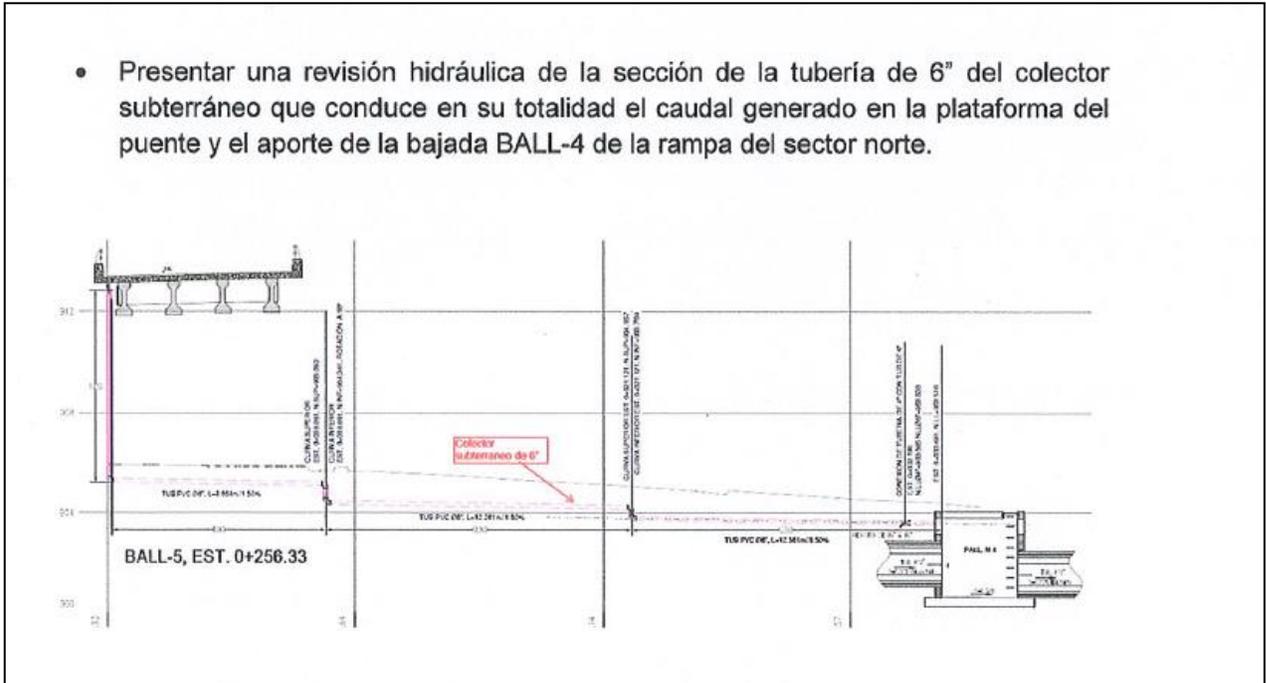
R/Se va a colocar una bajante y hacer una conexión al pozo más inmediato

- Presentar una revisión de la capacidad hidráulica de la sección del colector aéreo de tubería de 6" considerando el caudal máximo acumulado en el tramo final entre las bajadas de aguas lluvias BALL-5 y BALL-6.



R/Se anexa lo solicitado

COLECTOR AREO 6 PULGADAS PARA DRENAJE SUPERFICIAL PUENTE Y RAMPAS															
No.	TRAMOS	EST. INICIO	EST. FINAL	LONGITUD (m)	ANCHO (m)	DIAMETRO		No. TUBOS	PENDIENTE S	Q _L (lt/seg)	V _{LL} (mt/seg)	RELACION Q _D /Q _L	FACTOR	V _D (mt/seg)	
						φ (pulg.)	(mm)								
1	BALL-14 BALL-13	0+322.66	0+315.75	6.91	7.30	2.96	6	150	1	0.0515	52	2.86	0.06	0.45	1.28
2	BALL-13 BALL-12	0+315.75	0+308.83	6.92	8.30	6.32	6	150	1	0.0515	52	2.86	0.12	0.60	1.71
3	BALL-12 BALL-11	0+308.83	0+301.33	7.50	9.30	10.41	6	150	1	0.0515	52	2.86	0.20	0.75	2.14
4	BALL-11 BALL-10	0+301.33	0+293.83	7.50	10.30	14.94	6	150	1	0.0515	52	2.86	0.29	0.85	2.43
5	BALL-10 BALL-9	0+293.83	0+286.33	7.50	11.30	19.91	6	150	1	0.0515	52	2.86	0.38	0.92	2.63
6	BALL-9 BALL-8	0+286.33	0+278.83	7.50	12.30	25.32	6	150	1	0.0515	52	2.86	0.49	1.00	2.86
7	BALL-8 BALL-7	0+278.83	0+271.33	7.50	13.30	31.16	6	150	1	0.0515	52	2.86	0.60	1.06	3.03
8	BALL-7 BALL-6	0+271.33	0+263.83	7.50	14.30	37.45	6	150	1	0.0515	52	2.86	0.72	1.10	3.14
9	BALL-6 BALL-5	0+263.83	0+256.33	7.50	15.30	44.18	6	150	1	0.0515	52	2.86	0.85	1.15	3.28
COLECTOR SUBTERRANEO PUENTE Y RAMPAS															
1	BALL-5 BALL-4	0+256.33	0+232.97	23.36	15.30	52.11	6	150	1	0.028	38	2.11	1.36	1.12	2.36
2	BALL-5 BALL-4	0+256.33	0+232.97	23.36	15.30	65.13	6	150	2	0.028	77	4.21	0.85	1.12	4.72
3	BALL-5 BALL-4	0+256.33	0+232.97	23.36	15.30	65.13	8	200	1	0.025	78	2.41	0.83	1.12	2.70



R/Se anexa lo solicitado en el cuadro anterior

Edición 1.2 (27 de marzo de 2022)

- Contiene corrección solicitada en Tabla 3
- Se mejora la aclaración en el párrafo en el apartado 4.1

1. INTRODUCCION

El presente informe contiene la memoria de cálculo para el sistema de drenaje superficial del proyecto “DISEÑO Y CONSTRUCCION DE PASO A DESNIVEL EN INTERSECCION ENTRE LAS RUTAS CA04S – LIB04W, CARRETERA AL PUERTO DE LA LIBERTAD, SOBRE REDONDEL UTILA, MUNICIPIO DE SANTA TECLA, LA LIBERTAD”.

El análisis hidráulico comprende únicamente el sistema de drenaje que se colocará al paso elevado (rampas y puente), para ello se limita el sistema a la rampa de entrada y el puente; la cantidad de bajantes colocada se define a partir del análisis hidrológico (ver Anexo No 4); en este, se establece una cantidad mínima de 2 bajantes en rampa para garantizar que el agua no genere conflicto con el tráfico, el puente contará con sus respectivos imbornales.

2. OBJETIVOS

- Proponer un sistema de drenaje superficial que ayude a minimizar el flujo de escorrentía generado por la construcción de las nuevas obras (paso elevado)
- Generar un análisis de capacidad del sistema de drenaje propuesto

3. DRENAJE RAMPA PRINCIPAL

Para garantizar el funcionamiento y no generar mayor flujo de escorrentía al actual, se plantea un sistema de drenaje en la rampa de entrada (217 m) y el puente (68.0 m); en la rampa de salida se omite el análisis ya que el área de esta esta comprendida sobre zonas pavimentadas.

En la Figura 1, se muestra el esquema general de la propuesta del sistema de drenaje

Figura 1: Esquema General propuesta de Drenajes

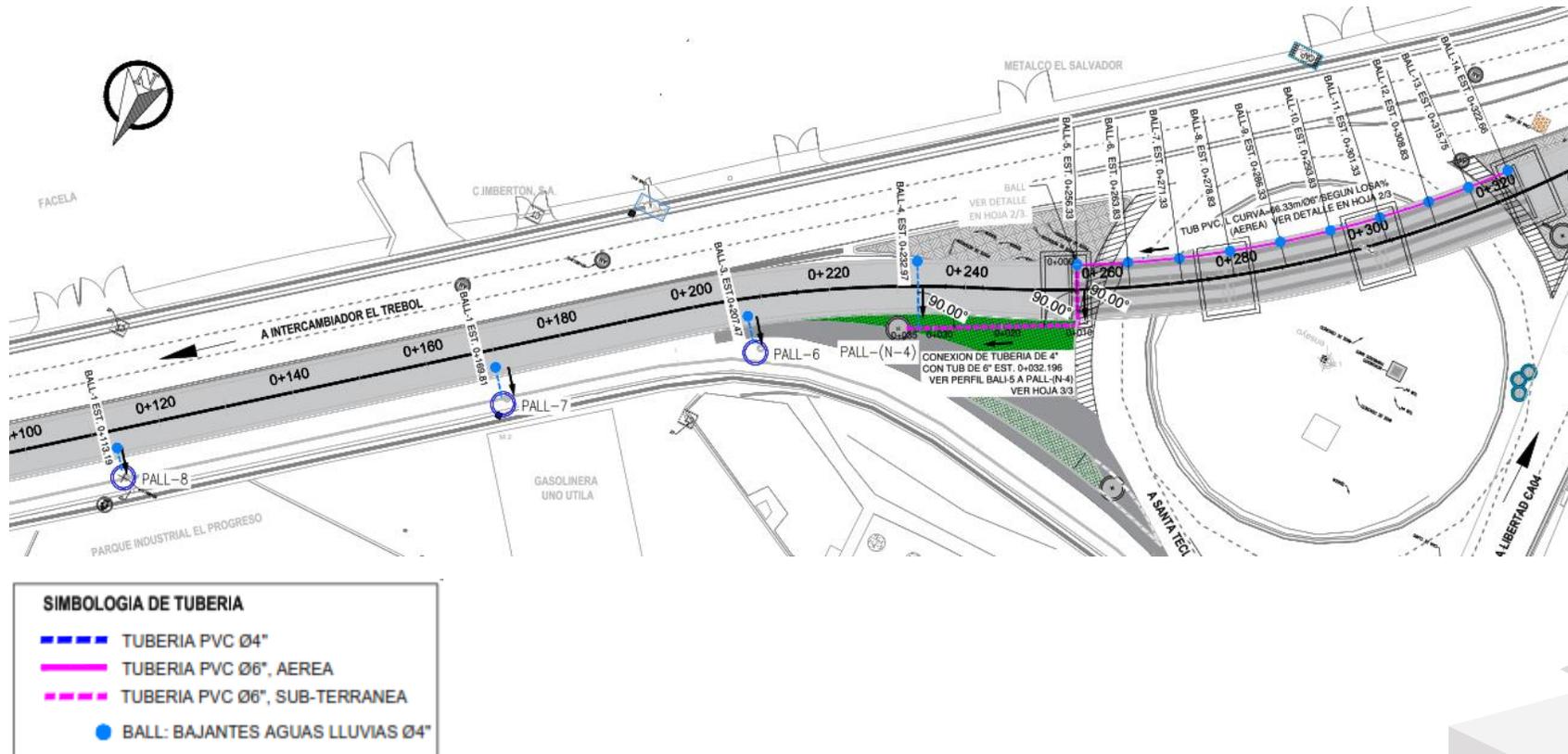


Figura 2: Ampliación del perfil y drenajes propuestos (Rampa)

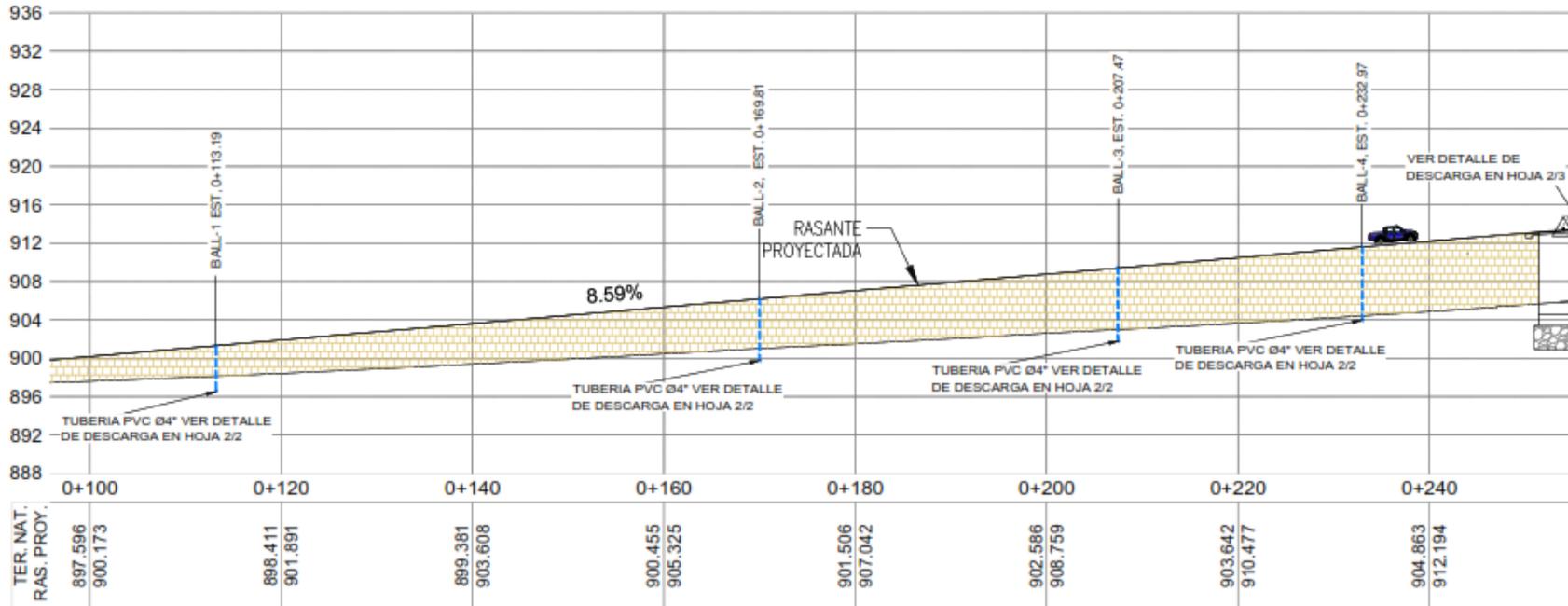


Figura 3: Ampliación del perfil y drenajes propuestos (Puente)

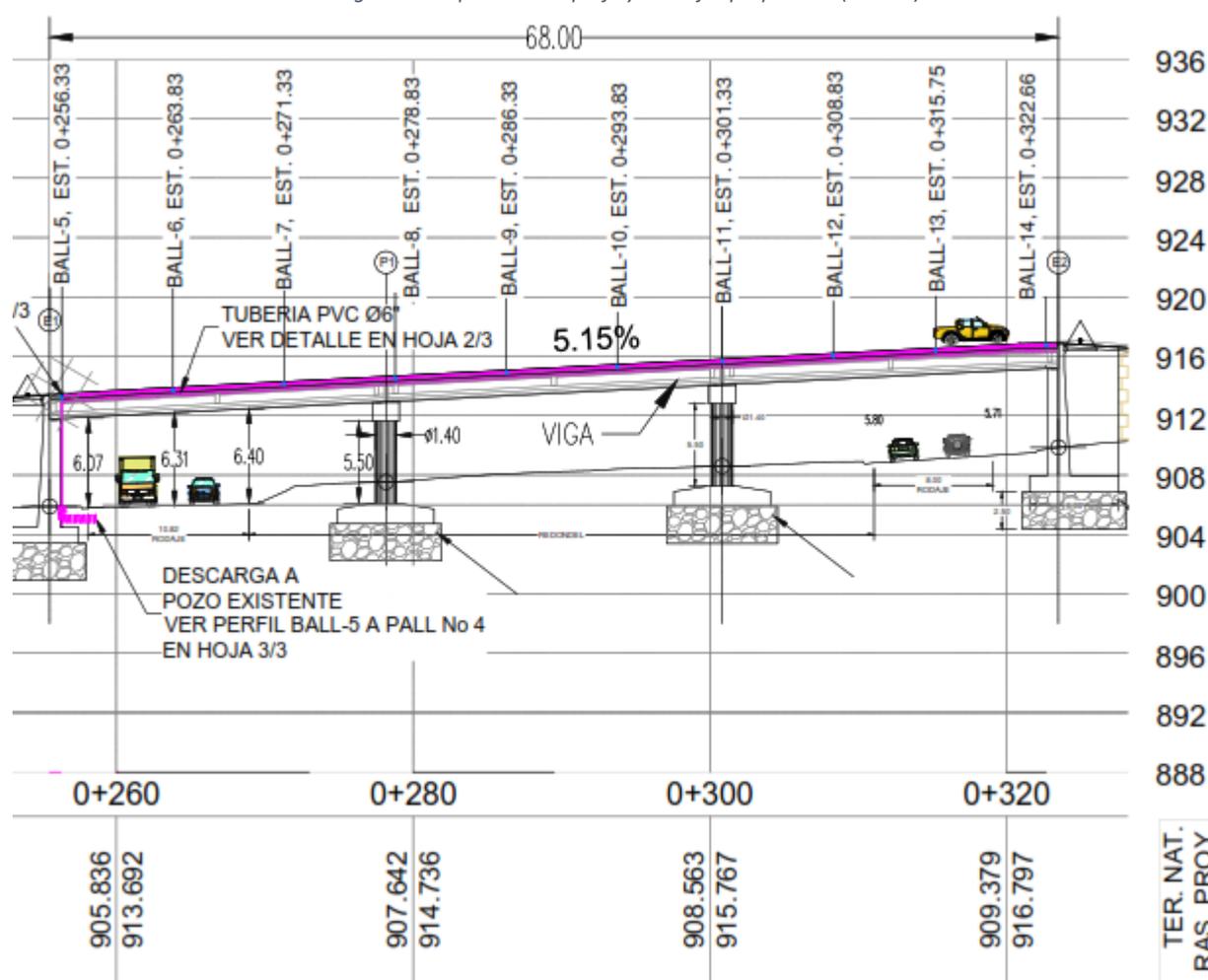


Tabla 1: Resumen de Caudales

CALCULO DE CAUDALES RAMPA PRINCIPAL PASO A DESNIVEL REDONDEL UTILA											
RAMPA	BAJADAS	ESTACION	LARGO	ANCHO	AREA PAV.		C _{PAV}	AREA	C _{PONDERADO}	I ₂₅	Q _{TOTAL}
					TOTAL	(m ²)		(Km ²)			
			(m)	(m)	(m ²)	(Km ²)		(Km ²)		(mm/hora)	(m ³ /seg)
RAMPA NOR PTE.	BALL-1	0+113.19	56.62	7.3	413.326	0.00041333	0.95	0.00041333	0.9500	222.133	0.0242
	BALL-2	0+169.81	37.66	7.3	274.918	0.00027492	0.95	0.00027492	0.9500	222.133	0.0161
	BALL-3	0+207.47	25.50	7.3	186.15	0.00018615	0.95	0.00018615	0.9500	222.133	0.0109
	BALL-4	0+232.97	25.50	7.3	186.15	0.00018615	0.95	0.00018615	0.9500	222.133	0.0109
PUENTE	BALL-5	0+256.33	23.36	7.3	170.528	0.00017053	0.95	0.00017053	0.9500	222.133	0.0100
	BALL-6	0+263.83	7.50	7.3	54.75	0.00005475	0.95	0.00005475	0.9500	222.133	0.0032
	BALL-7	0+271.33	7.50	7.3	54.75	0.00005475	0.95	0.00005475	0.9500	222.133	0.0032
	BALL-8	0+278.83	7.50	7.3	54.75	0.00005475	0.95	0.00005475	0.9500	222.133	0.0032
	BALL-9	0+286.33	7.50	7.3	54.75	0.00005475	0.95	0.00005475	0.9500	222.133	0.0032
	BALL-10	0+293.83	7.50	7.3	54.75	0.00005475	0.95	0.00005475	0.9500	223.133	0.0032
	BALL-11	0+301.33	7.50	7.3	54.75	0.00005475	0.95	0.00005475	0.9500	224.133	0.0032
	BALL-12	0+308.83	7.50	8.3	62.25	0.00006225	0.95	0.00006225	0.9500	225.133	0.0037
	BALL-13	0+315.75	6.92	9.3	64.356	6.4356E-05	0.95	6.4356E-05	0.9500	226.133	0.0038
	BALL-14	0+322.66	6.91	10.3	71.173	7.1173E-05	0.95	7.1173E-05	0.9500	227.133	0.0043

4. CAPACIDAD DE TUBOS VERTICALES DE DESCARGA

La capacidad de los tubos verticales se analiza como descarga de orificios en donde la capacidad viene dada por la expresión:

$$Q = C_d \times A_0 \times \sqrt{2 \times g \times h}$$

(Referencia HEC 21, 6.4 Vertical Downspouts)

Q= Caudal en m³/seg.

A₀ = Sección transversal del tubo propuesto.

G = Aceleración de la gravedad = 9.81 m/seg²

H= carga sobre el orificio

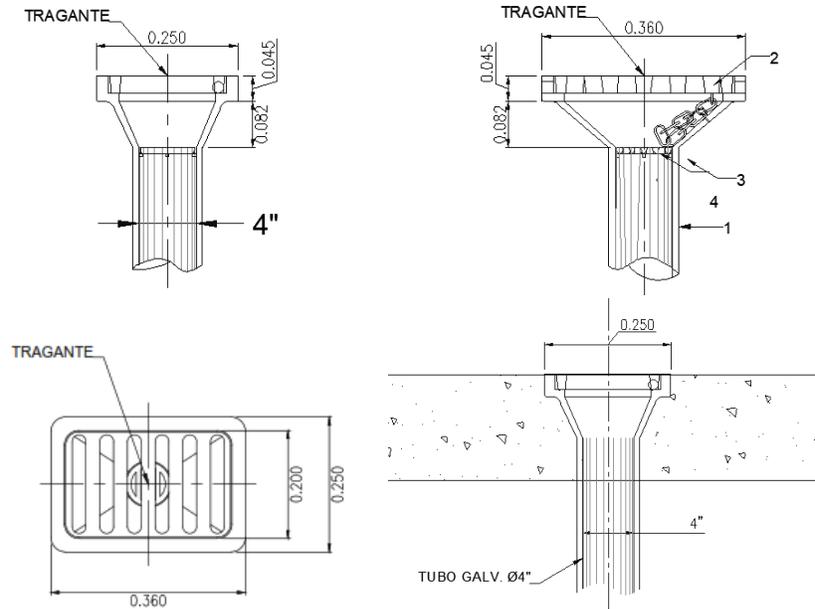
Tabla 2: Capacidad de descarga, tubo de 4 pulgadas

CAPACIDAD DE TUBOS VERTICALES 4 pulg					
h	D		A	Coeficiente	Q
(m)	pulg	(m)	(m ²)	Cd	(m ³ /seg)
0.08	4	0.1016	0.00810732	0.61	0.0062
0.09	4	0.1016	0.00810732	0.61	0.0066
0.095	4	0.1016	0.00810732	0.61	0.0068
0.1	4	0.1016	0.00810732	0.61	0.0069
0.12	4	0.1016	0.00810732	0.61	0.0076
0.13	4	0.1016	0.00810732	0.61	0.0079
0.15	4	0.1016	0.00810732	0.61	0.0085

Tabla 3: Capacidad de descarga tubos de 6"

CAPACIDAD DE TUBOS VERTICALES 6 pulg					
h	D		A	Coeficiente	Q
(m)	pulg	(m)	(m ²)	Cd	(m ³ /seg)
0.08	6	0.1524	0.01824147	0.61	0.0139
0.09	6	0.1524	0.01824147	0.61	0.0148
0.1	6	0.1524	0.01824147	0.61	0.0156
0.1	6	0.1524	0.01824147	0.61	0.0156
0.11	6	0.1524	0.01824147	0.61	0.0163
0.12	6	0.1524	0.01824147	0.61	0.0171
0.13	6	0.1524	0.01824147	0.61	0.0178
0.15	6	0.1524	0.01824147	0.61	0.0191

Figura 4: Detalle de tragante



4.1. Diámetros propuestos

En la zona de las rampas es recomendable que se utilicen diámetros de 6"; sin embargo, el tragante es de 4", por lo que debe existir un reductor de 4" a 6". En todas las otras bajantes se debe considerar 4". (El reductor mencionado se ubica posterior al paso del tubo en la losa (YTE al colector de 6"))

Según el DESIGN OF BRIDGE DECK DRAINAGE (HEC 21), menciona que es razonable esperar que la captación de entrada del flujo sea menor a la que el sistema puede manejar, por lo que lo ideal es que los puntos de drenaje queden embebidos en el concreto en una depresión, de esta manera, se espera que la capacidad sea incrementada.

5. CAPACIDAD DE COLECTOR AEREO 6 PULG Y SUBTERRANEO

Tabla 4: Análisis hidráulico de colector aéreo y subterráneo

COLECTOR AEREO 6 PULGADAS PARA DRENAJE SUPERFICIAL PUENTE Y RAMPAS																					
No.	TRAMOS	EST. INICIO	EST. FINAL	LONGITUD (mt)	ANCHO (m)	A (AREA)		I (mm/hora)	C	CAUDAL		CAUDAL (lt/seg)	DIAMETRO		No. TUBOS	PENDIENTE S	Q _{LL} (lt/seg)	V _{LL} (m/seg)	RELACION Q ₀ /Q _{LL}	FACTOR	V ₀ (m/seg)
						(m ²)	(Km ²)			(m ³ /seg)	Σ(m ³ /seg)		φ (pulg.)	(μm)							
1	BALL-14 BALL-13	0+322.66	0+315.75	6.91	7.30	50.44	0.0000504	222.13	0.95	0.00296	0.00296	2.96	6	150	1	0.0515	52	2.86	0.06	0.45	1.28
2	BALL-13 BALL-12	0+315.75	0+308.83	6.92	7.30	50.52	0.0000505	222.13	0.95	0.00296	0.00592	5.92	6	150	1	0.0515	52	2.86	0.11	0.60	1.71
3	BALL-12 BALL-11	0+308.83	0+301.33	7.50	7.30	54.75	0.0000548	222.13	0.95	0.00321	0.00913	9.13	6	150	1	0.0515	52	2.86	0.18	0.75	2.14
4	BALL-11 BALL-10	0+301.33	0+293.83	7.50	7.30	54.75	0.0000548	222.13	0.95	0.00321	0.01234	12.34	6	150	1	0.0515	52	2.86	0.24	0.85	2.43
5	BALL-10 BALL-9	0+293.83	0+286.33	7.50	7.30	54.75	0.0000548	222.13	0.95	0.00321	0.01555	15.55	6	150	1	0.0515	52	2.86	0.30	0.92	2.63
6	BALL-9 BALL-8	0+286.33	0+278.83	7.50	7.30	54.75	0.0000548	222.13	0.95	0.00321	0.01876	18.76	6	150	1	0.0515	52	2.86	0.36	1.00	2.86
7	BALL-8 BALL-7	0+278.83	0+271.33	7.50	7.30	54.75	0.0000548	222.13	0.95	0.00321	0.02196	21.96	6	150	1	0.0515	52	2.86	0.42	1.06	3.03
8	BALL-7 BALL-6	0+271.33	0+263.83	7.50	7.30	54.75	0.0000548	222.13	0.95	0.00321	0.02517	25.17	6	150	1	0.0515	52	2.86	0.48	1.10	3.14
9	BALL-6 BALL-5	0+263.83	0+256.33	7.50	7.30	54.75	0.0000548	222.13	0.95	0.00321	0.02838	28.38	6	150	1	0.0515	52	2.86	0.54	1.15	3.28
COLECTOR SUBTERRANEO PUENTE Y RAMPAS																					
1	BALL-5 BALL-4	0+256.33	0+232.97	23.36	7.30	170.53	0.0001705	222.13	0.95	0.01000	0.03196	31.96	6	150	1	0.028	38	2.11	0.83	1.12	2.36
2	BALL-4 BALL-3	0+232.97	0+207.47	25.50	7.30	186.15	0.0001862	222.13	0.95	0.01091	0.03930	39.30	6	150	2	0.028	77	4.21	0.51	1.12	4.72
3	BALL-3 BALL-2	0+207.47	0+169.81	37.66	7.30	274.92	0.0002749	222.13	0.95	0.01612	0.04450	44.50	8	200	1	0.025	78	2.41	0.57	1.12	2.70
4	BALL-2 BALL-1	0+169.81	0+113.19	56.62	7.30	413.33	0.0004133	222.13	0.95	0.02423	0.02423	24.23	8	200	1	0.025	78	2.41	0.31	1.12	2.70

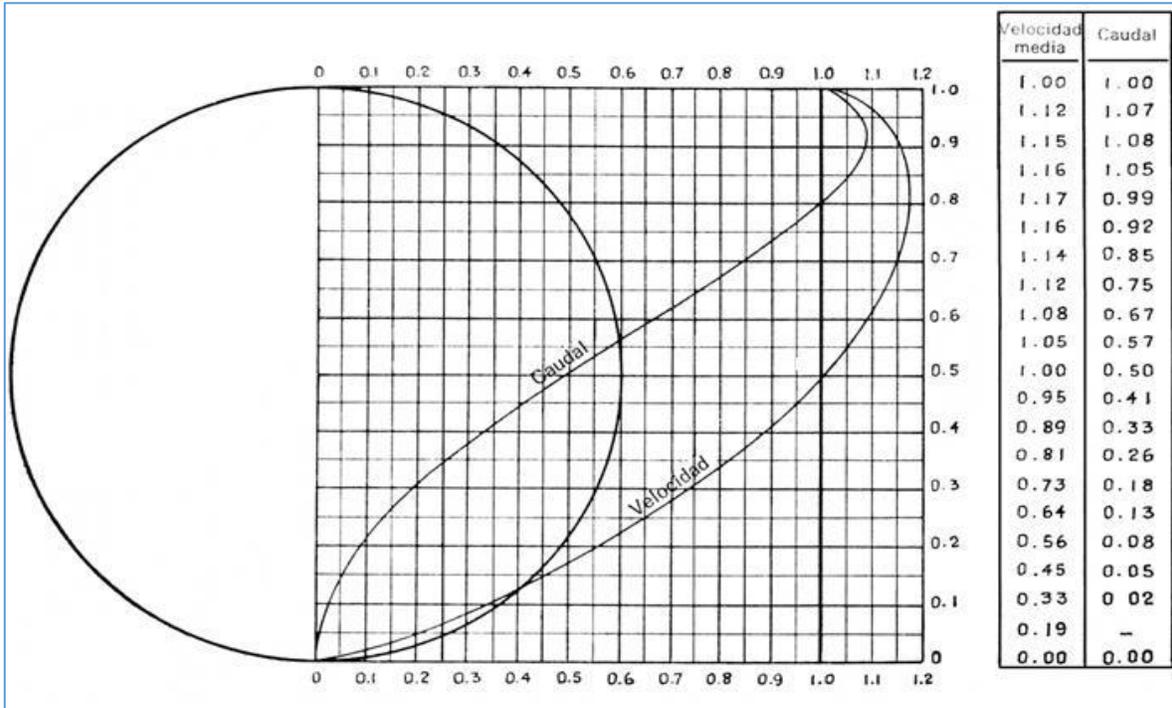
Tabla 5: Análisis hidráulico de colector aéreo y subterráneo
Tabla 6: Resumen Análisis hidráulico de colector aéreo y subterráneo

COLECTOR AREO 6 PULGADAS PARA DRENAJE SUPERFICIAL PUENTE Y RAMPAS																
No.	TRAMOS	EST. INICIO	EST. FINAL	LONGITUD (mt)	ANCHO (m)	CAUDAL	DIAMETRO		No. TUBOS	PENDIENTE S	Q _{LL} (lt/seg)	V _{LL} (mt/seg)	RELACION Q _D /Q _{LL}	FACTOR	V _D (mt/seg)	
						(lt/seg)	φ (pulg.)	(μμ)								
1	BALL-14 BALL-13	0+322.66	0+315.75	6.91	7.30	2.96	6	150	1	0.0515	52	2.86	0.06	0.45	1.28	
2	BALL-13 BALL-12	0+315.75	0+308.83	6.92	7.30	5.92	6	150	1	0.0515	52	2.86	0.11	0.60	1.71	
3	BALL-12 BALL-11	0+308.83	0+301.33	7.50	7.30	9.13	6	150	1	0.0515	52	2.86	0.18	0.75	2.14	
4	BALL-11 BALL-10	0+301.33	0+293.83	7.50	7.30	12.34	6	150	1	0.0515	52	2.86	0.24	0.85	2.43	
5	BALL-10 BALL-9	0+293.83	0+286.33	7.50	7.30	15.55	6	150	1	0.0515	52	2.86	0.30	0.92	2.63	
6	BALL-9 BALL-8	0+286.33	0+278.83	7.50	7.30	18.76	6	150	1	0.0515	52	2.86	0.36	1.00	2.86	
7	BALL-8 BALL-7	0+278.83	0+271.33	7.50	7.30	21.96	6	150	1	0.0515	52	2.86	0.42	1.06	3.03	
8	BALL-7 BALL-6	0+271.33	0+263.83	7.50	7.30	25.17	6	150	1	0.0515	52	2.86	0.48	1.10	3.14	
9	BALL-6 BALL-5	0+263.83	0+256.33	7.50	7.30	28.38	6	150	1	0.0515	52	2.86	0.54	1.15	3.28	
COLECTOR SUBTERRANEO PUENTE Y RAMPAS																
1	BALL-5 BALL-4	0+256.33	0+232.97	23.36	7.30	31.96	6	150	1	0.028	38	2.11	0.83	1.12	2.36	
2	BALL-4 BALL-3	0+232.97	0+207.47	25.50	7.30	39.30	6	150	2	0.028	77	4.21	0.51	1.12	4.72	
3	BALL-3 BALL-2	0+207.47	0+169.81	37.66	7.30	44.50	8	200	1	0.025	78	2.41	0.57	1.12	2.70	
4	BALL-2 BALL-1	0+169.81	0+113.19	56.62	7.30	24.23	8	200	1	0.025	78	2.41	0.31	1.12	2.70	

El colector aéreo de 6 pulgadas tiene capacidad considerando la relación $Q_D/Q_{LL} \leq 0.85$, no así el colector subterráneo, el cual puede ser de 8 pulgadas con una pendiente de 2.5 % o un tubo doble de 6" que se ha colocado como alternativa.

Para determinar los factores se hace uso de la gráfica de los factores hidráulicos que se muestra

Figura 5: Grafica para determinación de factores hidráulicos



Pagina intencionalmente en blanco para consistencia entre versiones impresa y digital



GOBIERNO DE
EL SALVADOR

MINISTERIO DE OBRAS PÚBLICAS Y TRANSPORTE
VICEMINISTERIO DE OBRAS PÚBLICAS

PROYECTO:

**DISEÑO Y CONSTRUCCION DE PASO A DESNIVEL EN INTERSECCION ENTRE
LAS RUTAS CA04S – LIB04W, CARRETERA AL PUERTO DE LA LIBERTAD,
SOBRE REDONDEL UTILA , MUNICIPIO DE SANTA TECLA, LA LIBERTAD
[CONTRATO No. 101/2021]**

INFORME:

**ANEXO No.12
SERVICIOS PUBLICOS AFECTADOS
DEL DOC-1 MEMORIA DEL PROYECTO**

Contratista:



Supervisor:



Edición 1.0 (27-DIC-2021)

Página intencionalmente en
blanco para congruencia entre
versiones impresa y digital

CONTENIDO

1. INTRODUCCIÓN	5
2. CONDICIÓN ACTUAL DE LOS SERVICIOS AFECTADOS	5
2.1. SECTOR 1: TRAMO NORTE SOBRE CA04S	5
2.2. SECTOR 2: REDONDEL UTILA	6
2.3. SECTOR 3: TRAMO SUR CA04S	6
3. METODOLOGÍA DE INTERVENCIÓN.	7
3.1. POSTES DE CABLEADO (ELECTRICIDAD, TELEFONÍA, LUMINARIAS, OTROS).	7
3.2. TUBERÍAS DE DRENAJE LONGITUDINAL (AN Y ALL).	8
3.2.1. COLECTOR AGUAS LLUVIAS.	8
3.2.2. COLECTOR DE AGUAS NEGRAS EXISTENTE	9
4. CONTACTOS DE PROVEEDORES DE SERVICIOS PÚBLICOS	10

LISTADO DE TABLAS

TABLA 1 IDENTIFICACIÓN DE SERVICIOS PÚBLICOS AFECTADOS, SECTOR 1	5
TABLA 2 IDENTIFICACIÓN DE SERVICIOS PÚBLICOS AFECTADOS, SECTOR REDONDEL UTILA	6
TABLA 3 IDENTIFICACIÓN DE SERVICIOS PÚBLICOS AFECTADOS, SECTOR 2	6
TABLA 4 RESUMEN DE SERVICIOS PÚBLICOS AFECTADOS	7

LISTADO DE FIGURAS

FIGURA 1 PROYECCIÓN ESQUEMÁTICA DE REUBICACIÓN DE SERVICIOS (POSTES DE CABLEADO)	8
FIGURA 2 SECCIÓN TÍPICA CONDICIÓN DE EXISTENCIA DE TUBERÍAS DURANTE LA CONSTRUCCIÓN.	9
FIGURA 3 VISTA EN PLANTA DEL NUEVO COLECTOR Y ELIMINACIÓN DE UN TRAMO DEL COLECTOR EXISTENTE.	9
FIGURA 4 VISTA EN PLANTA DE COLECTOR EXISTENTE DE AGUAS NEGRAS.	10

Página intencionalmente en blanco para congruencia entre versiones impresa y digital

1. INTRODUCCIÓN

La ejecución de las actividades de diseño, incluyen el análisis de todos los aspectos técnicos, entre estos, se deben definir los límites geométricos; partiendo de ello, se deberá analizar si los servicios públicos presentan un obstáculo para los procesos constructivos.

La presente memoria, tiene por objeto la identificación de los distintos servicios que se verán afectados por el proyecto CONSTRUCCIÓN DEL PASO A DESNIVEL EN INTERSECCIÓN ENTRE LAS RUTAS CA04S-LIB04W, CARRETERA AL PUERTO DE LA LIBERTAD, SOBRE REDONDEL UTILA, MUNICIPIO DE SANTA TECLA, LA LIBERTAD.

La finalidad de este informe es identificar y posteriormente notificar a las entidades correspondientes sobre las condiciones actuales de los servicios; al mismo tiempo, que se debe coordinar los trabajos de remoción y reubicación de estos elementos en el caso aplique; el propósito es obtener un trazo perfectamente definido entre la condición de diseño y la ejecución final de obra.

2. CONDICIÓN ACTUAL DE LOS SERVICIOS AFECTADOS

El paso inicial de esta investigación consiste en la identificación, ubicación y condición actual de los servicios públicos; basado en la topografía general del proyecto se definen los planos de servicios afectados (DOCUMENTO 2, PLANO 11 RSA 01-02 REPOSICION DE SERVICIOS AFECTADOS). Se identifican un total de 5 servicios afectados en el Sector 1 que es el tramo identificado en la CA04S (0+038.00 hasta 0+260.00), en el Sector del redondel Utila (0+260.00 hasta 0+320.00) se contabiliza un total de 14 servicios afectados y en el Sector 2 que es el tramo identificado en la LIB04W (0+320.00 hasta 0+387.29) se contabiliza un total de 8 servicios afectados, haciendo un total de 27 servicios afectados para todo el proyecto.

2.1. Sector 1: tramo norte sobre CA04S

El Sector 1 está definido entre los estacionamientos 0+038.00 hasta 0+260.00 en tramo que conduce desde el Trébol hasta llegar al redondel Utila.

En la Tabla 1, se muestra el conteo específico y la ubicación de los servicios afectados del Sector 1:

Tabla 1 Identificación de Servicios Públicos Afectados, SECTOR 1

SERVICIOS AFECTADOS					
N°	ESTACION	LATERAL	SERVICIO	ACCION	CANTIDAD
1	0+208.51	DERECHO	POSTE ENERGÍA ELÉCTRICA	REUBICAR	1
2	0+243.23	IZQUIERDO	POSTE ENERGÍA ELÉCTRICA	REUBICAR	1
1	0+208.80	DERECHO	CAJA DE CLARO	REUBICAR	1
1	0+214.57	DERECHO	POZO AGUAS NEGRAS	CONSERVAR	1
1	0+086.08	DERECHO	POZO TELEFONICO	REUBICAR	1
				TOTAL	5

2.2. Sector 2: Redondel Utila

El sector 2, está definido entre los estacionamientos 0+260.00 hasta 0+320.00. En la Tabla 2, se muestra el conteo específico y la ubicación de los servicios afectados del Sector redondel Utila:

Tabla 2 Identificación de Servicios Públicos Afectados, SECTOR Redondel Utila

No.	ESTACION	COORDENADAS		SERVICIO	ACCION	CANTIDAD
		X	Y			
1	0+303.52	469935.43	282378.89	SEÑAL DE TRANSITO	REUBICAR	1
2	REDONDEL	469935.43	282378.89	RÓTULO	REUBICAR	1
3	REDONDEL	469909.30	282404.06	POSTE ENERGÍA ELÉCTRICA	REUBICAR	1
4	REDONDEL	469922.46	282423.26	POSTE ENERGÍA ELÉCTRICA	REUBICAR	1
5	REDONDEL	469952.82	282390.59	POSTE TELEFONÍA	REUBICAR	1
6	REDONDEL	469942.00	282382.35	POSTE TELEFONÍA	REUBICAR	1
7	REDONDEL	469922.13	282381.35	POSTE TELEFONÍA	REUBICAR	1
8	REDONDEL	469918.83	282383.05	POSTE TELEFONÍA	REUBICAR	1
9	REDONDEL	469918.89	282385.36	POSTE TELEFONÍA	REUBICAR	1
10	REDONDEL	469915.67	282386.51	POSTE TELEFONÍA	REUBICAR	1
11	REDONDEL	469908.53	282401.99	POSTE TELEFONÍA	REUBICAR	1
12	REDONDEL	469909.04	282407.41	POSTE TELEFONÍA	REUBICAR	1
13	0+277.62	469952.90	282397.89	POZO AGUAS LLUVIAS	MANTENER	1
14	0+304.91	469931.53	282381.00	POZO AGUAS LLUVIAS	MANTENER	1
					TOTAL	14

2.3. Sector 3: tramo sur CA04S

El sector 2, está definido entre los estacionamientos 0+320.00 hasta 0+387.29. En la Tabla 3, se muestra el conteo específico y la ubicación de los servicios afectados del Sector 2:

Tabla 3 Identificación de Servicios Públicos Afectados, SECTOR 2

SERVICIOS AFECTADOS					
Nº	ESTACION	LATERAL	SERVICIO	ACCION	CANTIDAD
1	0+333.81	DERECHO	SEÑAL DE TRANSITO	REUBICAR	1
2	0+336.96	IZQUIERDO	SEÑAL DE TRANSITO	REUBICAR	1
3	0+325.04	DERECHO	POSTE ENERGÍA ELÉCTRICA	REUBICAR	1
4	0+334.44	IZQUIERDO	POSTE ENERGÍA ELÉCTRICA	REUBICAR	1
5	0+348.98	IZQUIERDO	POSTE ENERGÍA ELÉCTRICA	REUBICAR	1
6	0+328.41		POSTE TELEFONÍA	REUBICAR	1
7	0+327.16	DERECHO	POZO AGUAS LLUVIAS	MANTENER	1
8	0+335.72	CENTRO	POZO TELEFONICO	REUBICAR	1
				TOTAL	8

En la Tabla 4, se muestra el resumen de las obras a intervenir según el tipo por cada Sector.

Tabla 4 Resumen de Servicios Públicos Afectados

SERVICIO	CANTIDAD	SECTOR			TOTALES
		SECTOR 1	SECTOR REDONDEL UTILA	SECTOR 2	
POSTE ELÉCTRICO	7	2	2	3	7
POSTE TELEFÓNICO	9	0	8	1	9
POZO AGUAS LLUVIAS	3	0	2	1	3
CAJA DE CLARO	1	1	0	0	1
SEÑAL DE TRANSITO	3	0	1	2	3
POZO TELEFONICO	2	1	0	1	2
POZO AGUAS NEGRAS	1	1	0	0	1
RÓTULO	1	1	0	0	1
TOTAL	27	6	13	8	27

3. METODOLOGÍA DE INTERVENCIÓN.

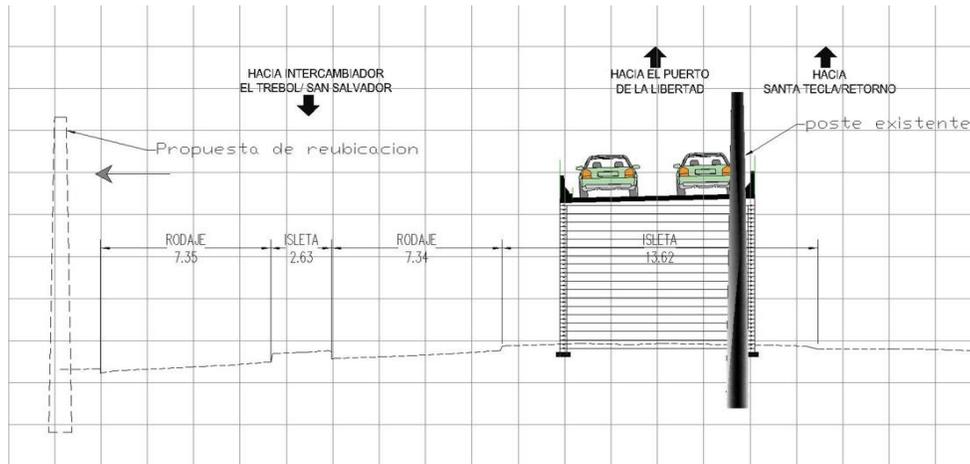
3.1. Postes de Cableado (Electricidad, Telefonía, Luminarias, otros).

La Figura 1, muestra esquemáticamente la proyección de un perfil transversal del diseño final, con el cual se puede tomar la idea del proceso a seguir para reubicar un poste de cableado (eléctrico / telefonía).

En el caso que el poste se encuentre ubicado en el área de derecho de vía, este deberá reubicarse en los costados externos de la estructura del Pavimento (Incluyendo hombros y cunetas). No se deberá invadir terrenos privados para la colocación de estos elementos.

La reubicación de postes de cableado, se realizará durante la ejecución del proyecto, cuya ubicación final será definida en conjunto entre el Contratista y el Proveedor de Servicios.

Figura 1 Proyección esquemática de reubicación de servicios (Postes de cableado)



3.2. Tuberías de Drenaje Longitudinal (AN y ALL).

Para todas aquellas tuberías que puedan resultar afectadas, se deberá realizar un acercamiento con las entidades correspondientes según sea el caso.

3.2.1. Colector Aguas Lluvias.

En la Figura 2, se muestra una sección típica donde se observa la afectación de tuberías por el proceso de construcción del pavimento y su solución consiste en la construcción de un bypass para el drenaje de aguas lluvias, que evitara pasar por el eje de la nueva obra a construir tal como se muestra en la Figura 3; en este caso, los pozos existentes identificados como: PALL-03, PALL-04 y PALL-05 y las tuberías que los conectan serán sellados con lodocreto para dar paso y uso al nuevo colector de aguas lluvias.

Para mayor detalle sobre el manejo del sistema de drenaje de aguas lluvias, remitirse al documento 02-PLANOS, 08-OD Obras de drenaje menor, hojas 01-04.

Figura 2 Sección típica condición de existencia de tuberías durante la construcción.



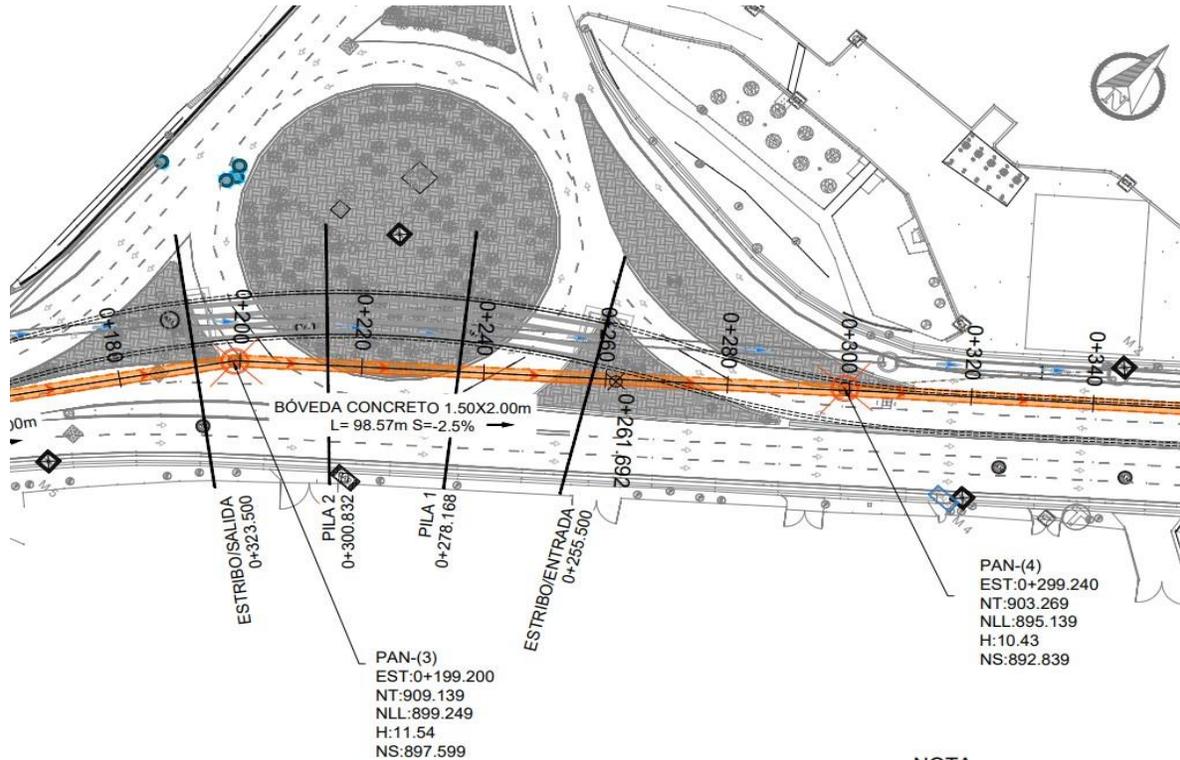
Figura 3 Vista en planta del nuevo colector y eliminación de un tramo del colector existente.



3.2.2. Colector de aguas negras existente

En el caso del colector de aguas negras como se muestra en la Figura 4, este no se afectará en la construcción del paso a desnivel, a excepción el pozo identificado como PAN-(4), este se modificará el punto de acceso, el colector o bóveda existente no se verá afectado por la construcción del nuevo paso a desnivel.

Figura 4 Vista en planta de colector existente de aguas negras.



4. CONTACTOS DE PROVEEDORES DE SERVICIOS PÚBLICOS

Proveedor	Dirección	Teléfono
Distribuidora de Electricidad DELSUR S.A. de C.V.	Centro Comercial El Trébol, Antiguo Cuscatlán. Entre Carretera Panamericana y Bulevar Merliot.	(503) 2132-5700
Compañía de Telecomunicaciones de El Salvador, S.A. de C.V. (CTE) (Claro El Salvador)	Edificio Incatel, 17 Avenida Norte, Carretera Panamericana, Santa Tecla	(503) 2250-5555
Alcaldía de Santa Tecla.	2a Av. Norte y, 1a Calle Pte. No. 2-3, Santa Tecla	(503) 2500-1300