ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD

Ensanche de vía Av. Tricentenario

ELABORADA POR LA EMPRESA:

tecnopor S.A. 25 años

Te ayuda a vivir mejor

ENERO DE 2013

LA PAZ –BOLIVIA

ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD

1. OBJETIVO.

El objetivo del presente trabajo, es la elaboración de un estudio a nivel de pre factibilidad que permita contar con información para evaluar técnicamente la alternativa de usar Geofoam como material de relleno en remplazó de relleno tradicional de tierra y muros de contención para la estabilización y ampliación de la Av., Tricentenario

2. INTRODUCCION.

Para la rehabilitación de los Proyectos Municipales, Tecnopor S.A. ha ofrecido al Gobierno Autónomo Municipal de La Paz, soluciones con uno de sus nuevos productos innovadores para la solución de problemas Geotécnicos consistente en grandes bloques de Poliestireno expandido (EPS) genéricamente llamado Geofoam.

3. GENERALIDADES.

El Geofoam es un material muy ligero con aproximadamente un 98% (en volumen) de aire que queda atrapado en las celdas del Poliestireno. El componente de este material es la espuma rígida de Styropor, que es un material usado ampliamente en la construcción, como es la cimentación de carreteras.

Al construir una estructura en este caso un terraplén, hay que tener en cuenta que toda carga deforma las capas blandas del terreno, tanto más, cuanto más pesada sea la carga. Dependiendo del espesor de estas capas blandas del suelo, este proceso de deformación se puede prolongar durante varios años.

Debido a la baja resistencia al cizallamiento de suelos de escasa resistencia es necesario, además, evitar en lo posible la concentración de las cargas, ya que estas capas pueden desplazarse lateralmente los materiales añadidos para compensar este tipo de hundimientos por peso propio debido a las cargas adicionales provocan a su vez nuevos hundimientos o deslizamientos en laderas.

Los procedimientos convencionales para la recuperación de plataformas en laderas, nos llevan a construir elementos de contención altamente pesados sosteniendo rellenos de tierra que generan mayor carga a suelos con baja capacidad portante o círculos de fallas con Factores de Seguridad muy bajos.

El empleo de materiales de construcción como el Geofoam en terraplenes donde la capacidad portante del terreno es muy baja y la configuración del propio Terraplén produce asentamientos importantes, permite solucionar eficientemente la configuración del mismo, produciendo fatigas muy bajas a nivel de fundación y asentamientos muy bajos en el tiempo consolidando una solución estable evitando costos de mantenimiento.

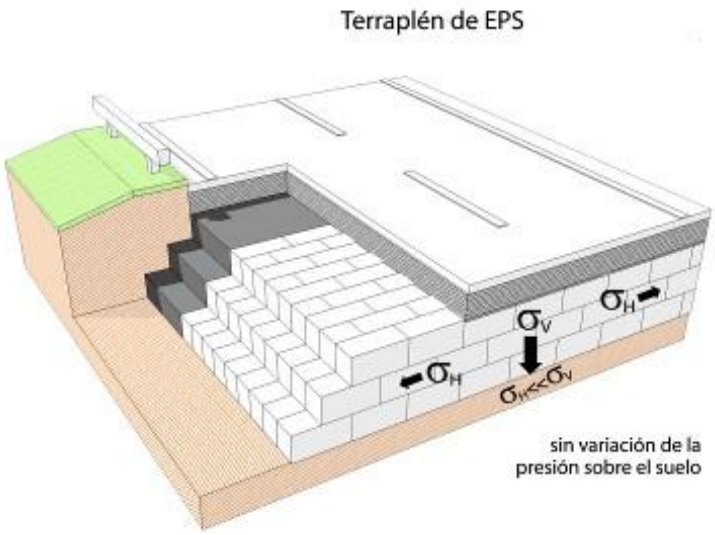


FIGURA 1. USO DEL GEOFOAM PARA REDUCIR LAS PRESIONES EN LA BASE DEL TERRENO

4. RECOPILACION DE ANTECEDENTES PARA REALIZAR EL ESTUDIO.

El Gobierno Autónomo Municipal de La Paz proporciono la información correspondiente al área de emplazamiento de la zona de Ampliación de la Av. Tricentenario, donde se especifica la siguiente información relevante:

- Ancho de vía 20.00 mts.
- Ancho de la superficie de Rodadura 12.40 mts.(4 carriles)
- Ancho de Aceras (Dos aceras) 2.50 mts.

- Ancho de Medianera 0.80 mts.
- Canal cuneta 0.90 mts.

5. SOLUCION CON GEOFOAM PROPUESTA.

La Unidad de Proyectos del GAMLP ha presentado las soluciones tradicionales de construcción para la ampliación de la Av. Tricentenario con muros de contención y relleno de tierra compactada, siendo dicha información la base para el presente estudio con una solución Geofoam que en los sectores de aplicación no colindantes con construcciones existentes presenta una solución sin muros de contención de Ho,Ao. con relleno de Geofoam solamente y en los sectores abiertos presentan una solución con relleno de Geofoam con talud respetando el Angulo de fricción del terreno existente y una pantalla delgada de Ho,Ao.
Los estudios en general concluyen:

- La factibilidad de aplicar Geofoam para ambas soluciones en lugar de la solución tradicional elaborada por la Unidad de Proyectos del GAMLP.
- El ahorro significativo en tiempo para la habilitación de la Av. Tricentenario en las Progresivas del estudio.
- El menor costo que implica reducir muros de Ho,Ao de considerables dimensiones con una pantalla de Ho,Ao de bajo volumen y menor cuantía .
- La versatilidad de construir en plena época de lluvias al tener el Geofoam una cualidad de muy poca absorción de agua y grandes volúmenes de material colocados por día, frente al tradicional relleno y compactación con una humedad optima y capas de 20 cm con un proctor de aprox. 98%.

6. PREMISAS DE DISEÑO.

El Estudio de Suelos efectuado por la Empresa LAVOMAT para el PROYECTO: Av. Estructurante ubicado en el Sector Jupapina- Mallasa cuyo Cliente es la SUB ALCALDIA DE MALLASA y suministrado por la Unidad de Proyectos del GAMLP en fecha Noviembre de 2011, constituye la base para la solución Geofoam propuesta.

La información Geotécnica del estudio de Labomat para el pozo no. 9 , se toma como base para el cálculo y diseño preliminar tanto en el terraplén con la solución Geofoam así como el diseño de la pantalla de Ho,Ao.
Se han analizado dos alternativas en cuanto al factor de seguridad para la conformación del plano de falla se refiere y los parámetros de solución para la pantalla de Ho,Ao ,sus volúmenes y armaduras.
El presupuesto elaborado para la solución Geofoam contempla el material Geotec20 a ser suministrado por Tecnopor S.A. , geotextil, material filtrante, mientras que para la pantalla de Ho,Ao se suministraran los volúmenes para que en términos de presupuesto sea comparado con los precios unitarios del GAMLP.

7. GEOMETRIA E IMPLEMENTACION DE LA SOLUCION GEOFOAM.

En base a la información de las progresivas donde se procedería a la ampliación de la vía Tricentenario file Autocad "AV. TRICENTENARIO - MUROS CONTENCION" de fecha 30/3/2012, se definieron dos sectores que permitirían una aplicación Geofoam:

De la Progresiva 0 + 880 a 0 + 990 sector que contemplan casas existentes, donde en la **solución Geofoam no se contemplan muros de contención** siendo el Geofoam el material que absorba las cargas tanto verticales como horizontales sin afectar los sótanos de las casas existentes.

De la progresiva 1+010 a 1+080 y 1+080 a 1+125 se tiene previsto una pantalla de Ho.Ao con relleno Geofoam hasta el centro de la carretera formando un talud natural con el ángulo de fricción de la carretera existente.

GEOMETRIA PARA PROGRESIVAS 1+010 A 1+125

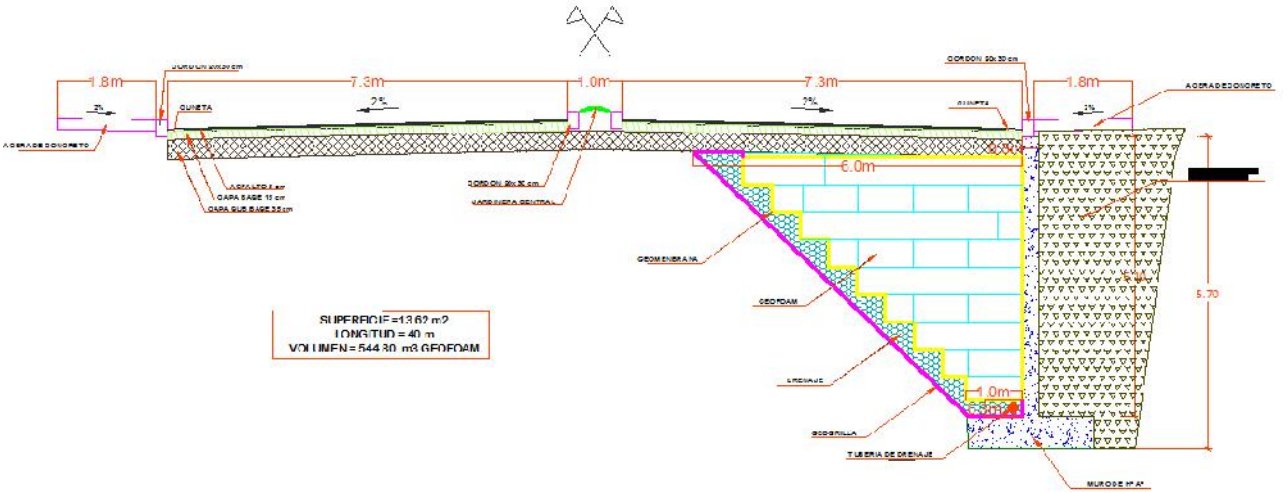


FIGURA. 4 SECCION TRANSVERSAL CON EL SISTEMA GEOFOAM

8. MODELACION DEL SISTEMA GEOFOAM.

Se ha modelado la sección propuesta para la evaluación de tensiones a diferentes profundidades con dos alternativas:

- Relleno tradicional del Tierra seleccionada
- Relleno con el sistema GEOFOAM.

8.1 CARGAS DE USO.

DATOS TECNICOS:

- **ASFALTO :**

- **GEOTEC - 20**

  - DENSIDAD = 0.2 (KN/m3)
  - ANGULO DE ROZAMIENTO INTERNO = 2º
  - COHESIÓN = 38.75 KPa

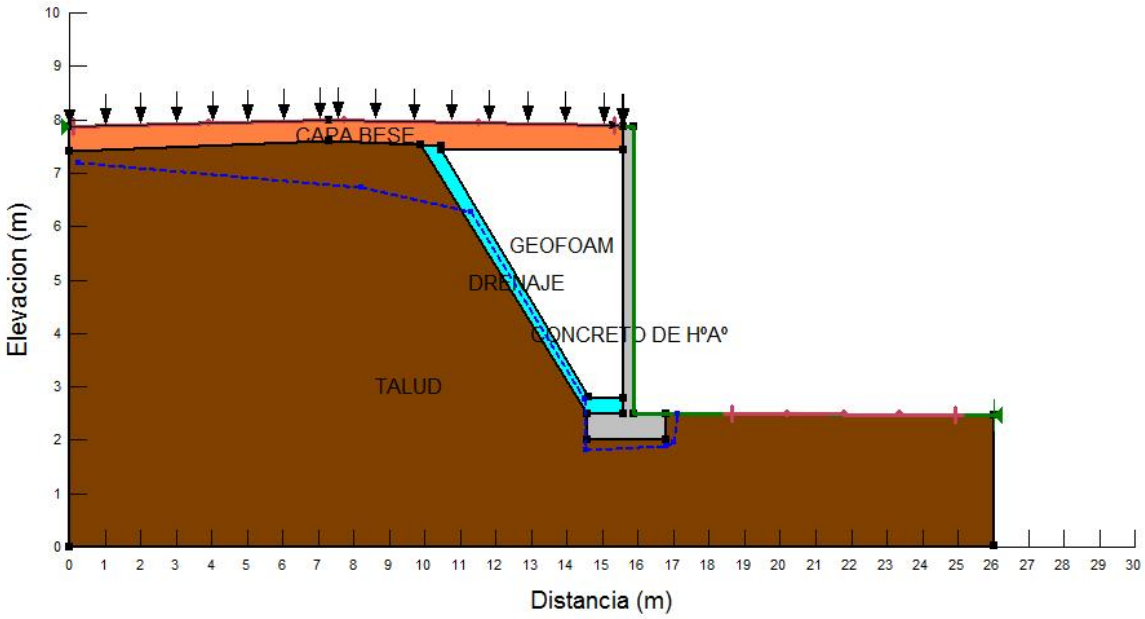
- **TALUD NATURAL**

  - DENSIDAD = 18.06 (KN/M3)
  - ANGULO DE ROZAMIENTO INTERNO = 31.0º
  - COHESIÓN = 14.7 (KPa)

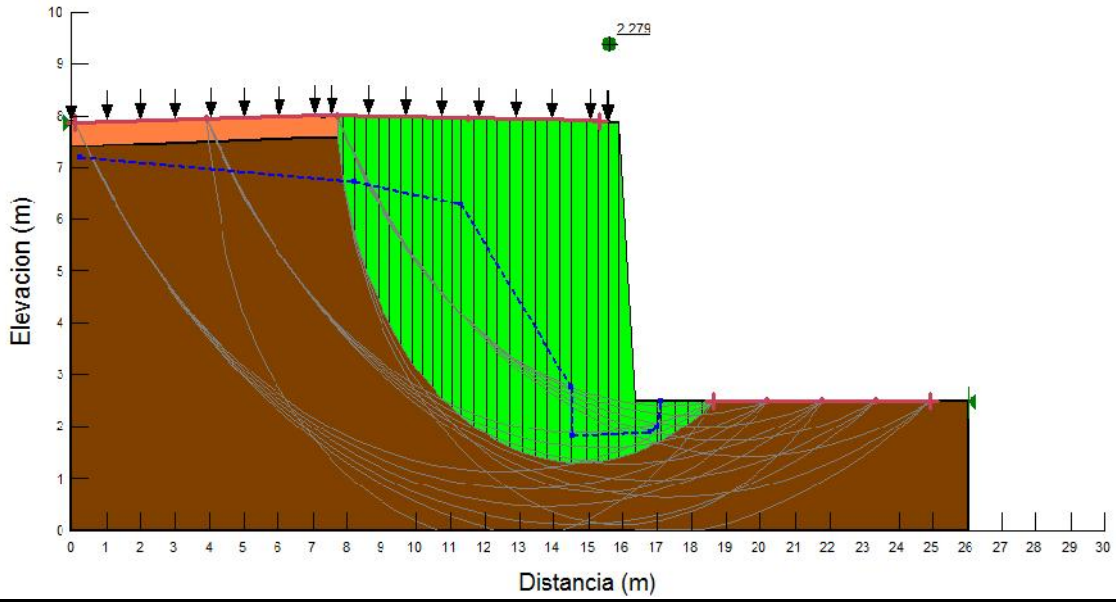
8.2 MODELO DE DISEÑO.

1. Caso de relleno con Geofoam Progresivas 1+010 a 1+125

El modelo considerado es el siguiente:



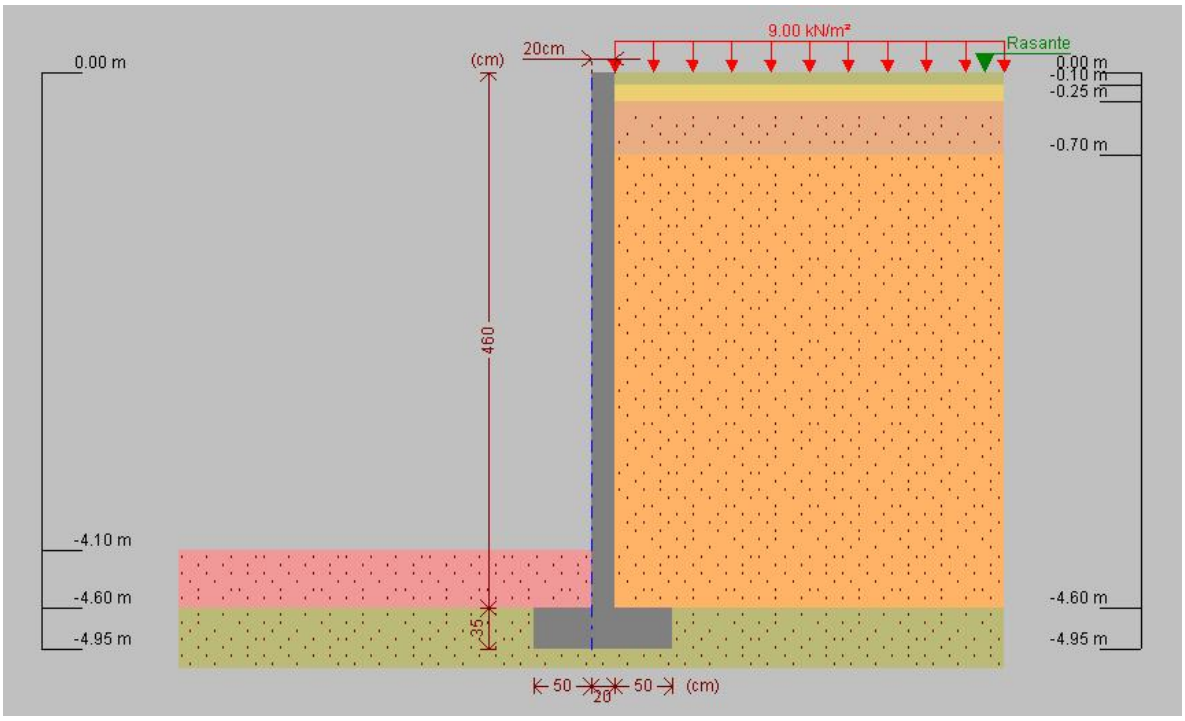
El factor de seguridad obtenido es de 2.279



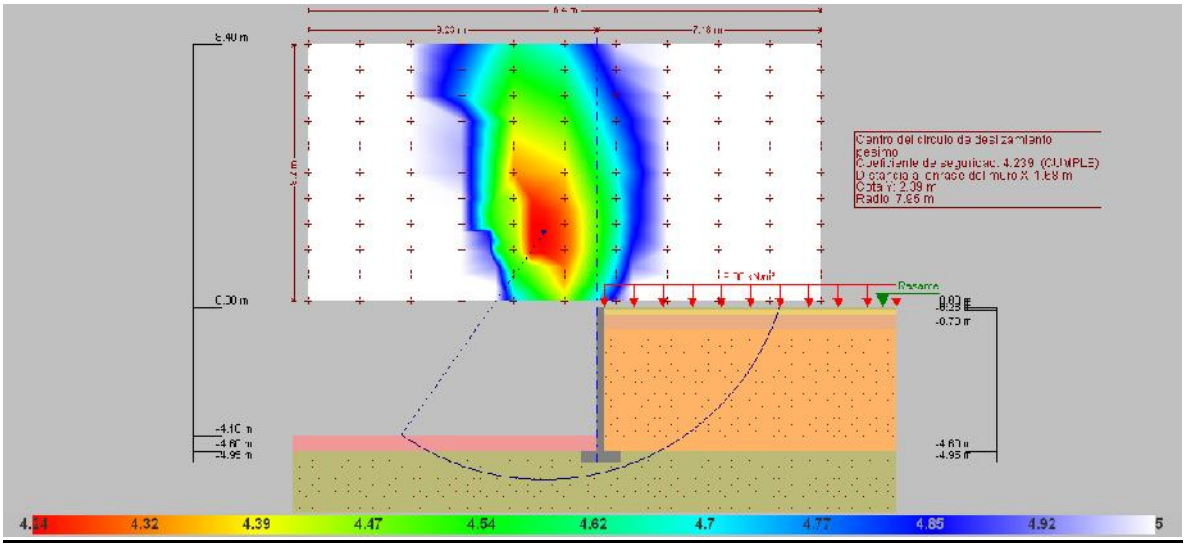
Muro de contención

El muro de contención para esta solución con Geofoam consiste en una Pantalla de Hormigón Armado que tiene las dimensiones mínimas requeridas por las normas debido a que el Geofoam absorbe con eficiencia esfuerzos horizontales debido a su bajo Modulo de Poisson (casi 0).

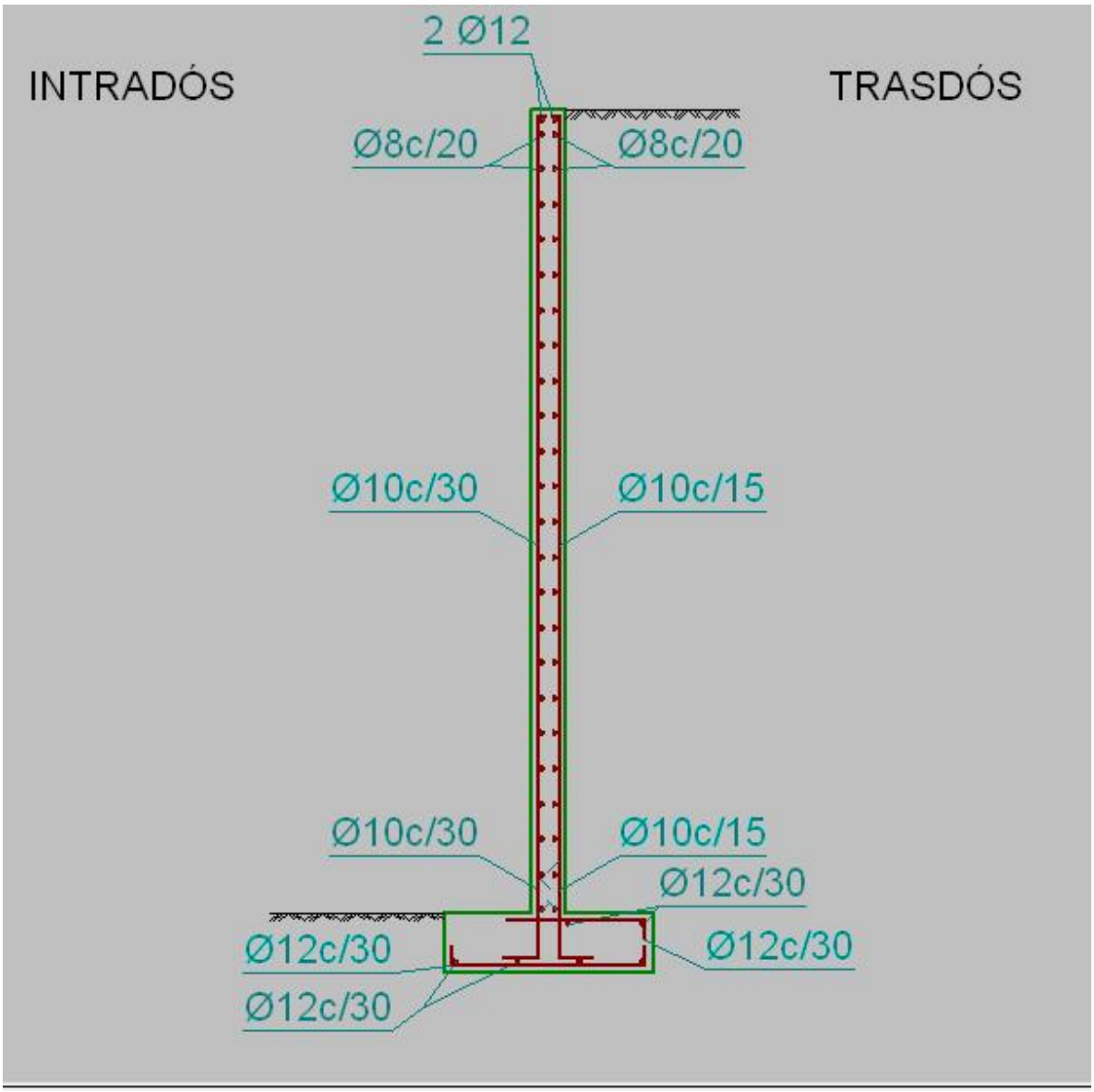
El modelo considerado es el siguiente:



El resultado en Cypecad nos da un Factor de Seguridad de 3.962



ARMADURA:



Referencia: Comprobaciones geométricas y de resistencia (Muro): MURO - AV. TRICENTENARIO		
Comprobación	Valores	Estado
Comprobación a rasante en arranque muro:	Máximo: 245.1 kN/m Calculado: 0 kN/m	Cumple
Espesor mínimo del tramo:	Mínimo: 20 cm	Cumple

Jiménez Salas, J.A.. Geotecnia y Cimientos II, (Cap. 12)	Calculado: 20 cm	
Separación libre mínima armaduras horizontales: *Norma EHE-98. Artículo 66.4.1* - Trasdós: - Intradós:	 Mínimo: 3.7 cm Calculado: 19.2 cm Calculado: 19.2 cm	 Cumple Cumple
Separación máxima armaduras horizontales: *Norma EHE, artículo 42.3.1* - Trasdós: - Intradós:	 Máximo: 30 cm Calculado: 20 cm Calculado: 20 cm	 Cumple Cumple
Cuantía geométrica mínima horizontal por cara: *Artículo 42.3.5 de la norma EHE* - Trasdós (-4.60 m): - Intradós (-4.60 m):	 Mínimo: 0.001 Calculado: 0.00125 Calculado: 0.00125	 Cumple Cumple
Cuantía mínima mecánica horizontal por cara: *Criterio J.Calavera. Muros de contención y muros de sótano. (Cuantía horizontal > 20% Cuantía vertical)* - Trasdós: - Intradós:	 Calculado: 0.00125 Mínimo: 0.00052 Mínimo: 0.00026	 Cumple Cumple
Cuantía mínima geométrica vertical cara traccionada: - Trasdós (-4.60 m): *Artículo 42.3.5 de la norma EHE*	 Mínimo: 0.0012 Calculado: 0.00261	 Cumple
Cuantía mínima mecánica vertical cara traccionada: - Trasdós (-4.60 m): *Norma EHE, artículo 42.3.2 (Flexión simple o compuesta)*	 Mínimo: 0.00191 Calculado: 0.00261	 Cumple
Cuantía mínima geométrica vertical cara comprimida: - Intradós (-4.60 m): *Artículo 42.3.5 de la norma EHE*	 Mínimo: 0.00036 Calculado: 0.0013	 Cumple
Cuantía mínima mecánica vertical cara comprimida: - Intradós (-4.60 m): *Norma EHE, artículo 42.3.2 (Flexión simple o compuesta)*	 Mínimo: 2e-005 Calculado: 0.0013	 Cumple
Cuantía máxima geométrica de armadura vertical total: - (0.00 m): *EC-2, art. 5.4.7.2*	 Máximo: 0.04 Calculado: 0.00392	 Cumple
Separación libre mínima armaduras	Mínimo: 3.7 cm	

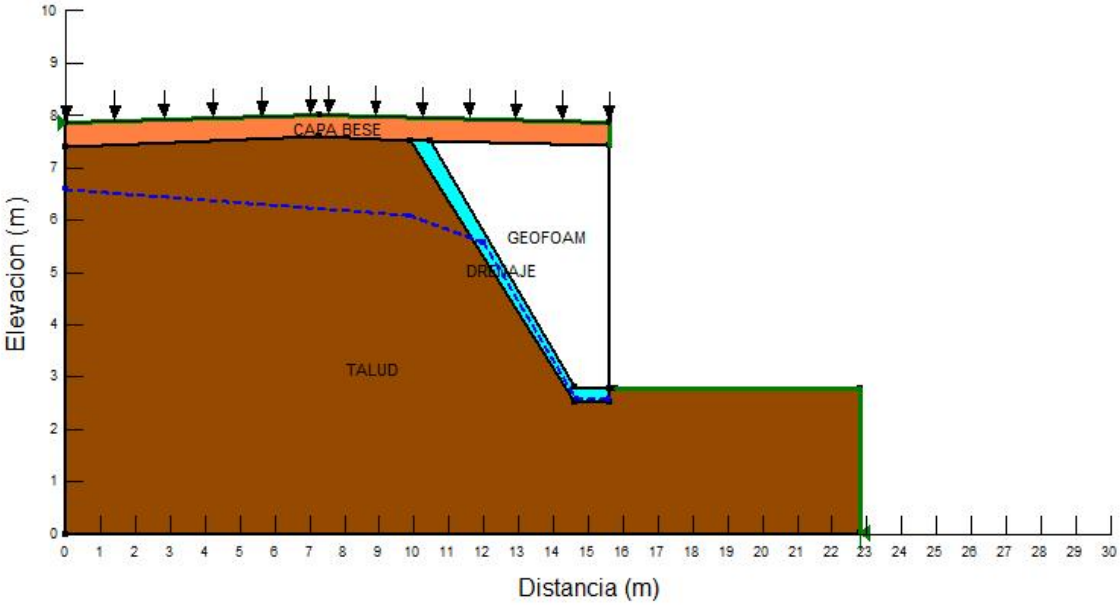
verticales: *Norma EHE-98. Artículo 66.4.1* - Trasdós: - Intradós:	 Calculado: 13 cm Calculado: 28 cm	 Cumple Cumple
Separación máxima entre barras: *Norma EHE, artículo 42.3.1* - Armadura vertical Trasdós: - Armadura vertical Intradós:	Máximo: 30 cm Calculado: 15 cm Calculado: 30 cm	 Cumple Cumple
Comprobación a flexión compuesta: *Comprobación realizada por unidad de longitud de muro*		Cumple
Comprobación de fisuración: *Artículo 49.2.4 de la norma EHE*	Máximo: 0.3 mm Calculado: 0 mm	 Cumple
Longitud de solapes: *Norma EHE-98. Artículo 66.6.2* - Base trasdós: - Base intradós:	 Mínimo: 0.28 m Calculado: 0.3 m Mínimo: 0.2 m Calculado: 0.2 m	 Cumple Cumple
Comprobación del anclaje del armado base en coronación: *Criterio J.Calavera. Muros de contención y muros de sótano.* - Trasdós: - Intradós:	 Calculado: 16 cm Mínimo: 11 cm Mínimo: 0 cm	 Cumple Cumple
Área mínima longitudinal cara superior viga de coronación: *J.Calavera (Muros de contención y muros de sótano)*	 Mínimo: 2.2 cm² Calculado: 2.2 cm²	 Cumple
Se cumplen todas las comprobaciones		
Información adicional: - Cota de la sección con la mínima relación 'cuantía horizontal / cuantía vertical' Trasdós: -4.60 m - Cota de la sección con la mínima relación 'cuantía horizontal / cuantía vertical' Intradós: -4.60 m - Sección crítica a flexión compuesta: Cota: 0.00 m, Md: 0.00 kN·m/m, Nd: 0.00 kN/m, Vd: 0.00 kN/m, Tensión máxima del acero: 0.000 MPa		

8.2.2. Caso de relleno con Geofoam sin pantalla de Ho.Ao. Progresivas 0+880 a 0+990

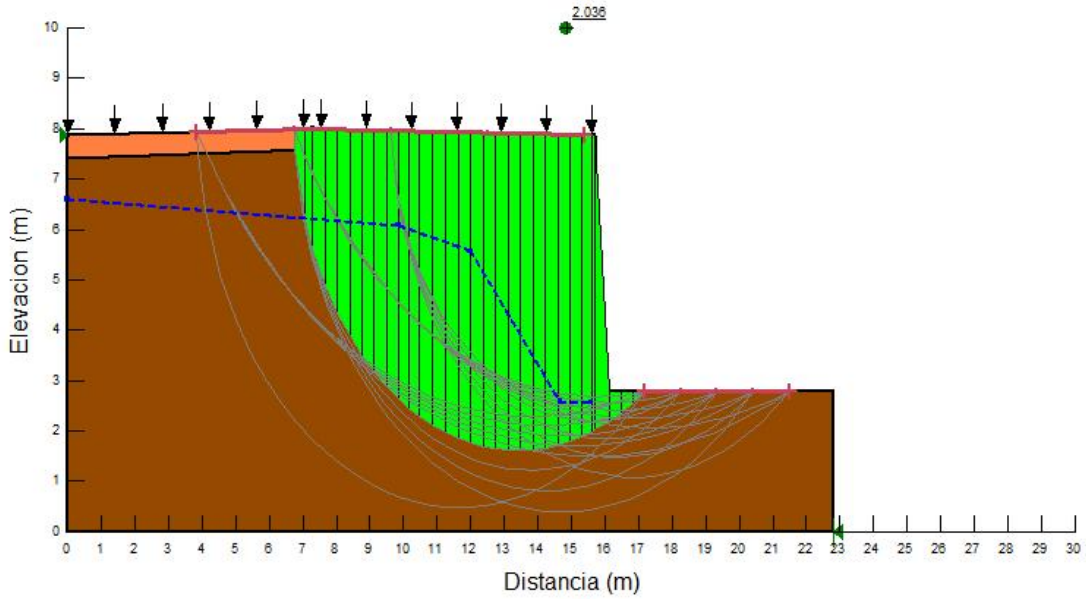
En este caso se lleva el Geofoam hasta las paredes de las viviendas construidas, impermeabilizando las mismas y colocando el Geofoam tal como se muestra en las fotos siguientes:

COMMERCE TOWERS

El modelo considerado es el siguiente:



El Factor de Seguridad obtenido es de 2.038



Para proteger la masa del Geofoam de las acciones del agua, se debe disponer de unos sub-drenes.

Este sub-dren está formado por un filtro de material granular drenante, protegido por un geotextil drenante en las caras en contacto con el terreno natural y con el relleno ya que evita que los finos colmaten el material de filtro, en el fondo tenemos un elemento de transporte del agua, formado por un tubo de PVC perforado en la parte superior, tanto en la cara en contacto con el Geofoam como en la cara del material de filtro fondo del sub-dren están envueltos por un tipo de Geotextil Impermeable, resistente al ataque de los derivados del petróleo.

9. COMPUTOS METRICOS

Los cómputos métricos que se presentan a continuación, muestran un considerable ahorro en metros cúbicos de Hormigón Armado, debido a la solución Geofoam que al ser 100 veces más liviano que el relleno con tierra , produce esfuerzos notablemente inferiores en la pantalla de hormigón armado previsto, por consecuencia tenemos **un volumen menor estimado en 732.35 m3** con el consiguiente ahorro económico en la ejecución de este rubro.

MEJORAMIENTO VIAL, ENSANCHE DE VIA AV. TRICENTENARIO RIO MALLASA							
ZONA JUPINA - MALLASA							
PROGRESIVA	LONGITUD (m)	ALTURA DE MURO (m)	AREA DE MURO (m2)	PROYECTO G.A.M.L.P. VOLUMEN DE MURO DE H.A. (m3)	AREA DE MURO (m2)	PROYECTO GEOFOAM VOLUMEN DE MURO DE H.A. (m3)	DIFERENCIA (m3)
0+010 - 0+030	20,00	4,95	3,29	65,80	1,89	37,80	28,00
0+030 - 0+065	35,00	4,90	3,27	114,45	1,30	45,50	68,95
0+083 - 0+110	27,00	5,55	4,28	115,56	1,53	41,31	74,25
0+110 - 0+140	30,00	5,28	4,20	126,00	1,47	44,10	81,90
0+877 - 0+892	15,00	4,71	3,42	51,30	0,00	0,00	51,30
0+972 - 0+988	14,00	4,00	4,82	67,48	1,22	17,08	50,40
1+010 - 1+040	30,00	4,68	4,31	129,30	1,35	40,50	88,80
1+040 - 1+080	40,00	4,27	4,06	162,40	1,27	50,80	111,60
1+080 - 1+100	20,00	4,19	4,04	80,80	0,00	0,00	80,80
1+100 - 1+125	25,00	3,69	3,85	96,25	0,00	0,00	96,25
TOTAL (m3)			39,54	1009,34	10,03	277,09	732,25

NOTA : COMPUTOS REALIZADOS DE ACUERDO A LOS PLANOS DE (DIRECCIÓN DE CALCULO Y DISEÑO DE PROYECTOS DE G.A.M.L.P.)

En cuanto a la utilización del Geofoam en reemplazo del relleno de tierra previsto tenemos un volumen que en varios sectores colindantes con viviendas existentes se prolonga su colocación hasta la vivienda misma **sin colocar ningún muro de contención o pantalla de contención**, **es decir se incrementa el volumen de Geofoam en esos sectores pero se ahorra en la construcción de muros de hormigón armado.**

MEJORAMIENTO VIAL, ENSANCHE DE VIA AV. TRICENTENARIO RIO MALLASA							
ZONA JUPINA - MALLASA							
PROGRESIVA	LONGITUD (m)	AREA (m2)	PROYECTO G.A.M.L.P. VOLUMEN DE RELLENO DE TIERRA (m3)	AREA (m2)	PROYECTO GEOFOAM VOLUMEN DE GEOFOAM (m3)	VOLUMEN DRENAJE (m3)	TUBERIA DRENAJE (ML) Ø = 4 in
0+010 - 0+030	20	13,49	269,8	15,65	313	64,2	42
0+030 - 0+065	35	12,59	440,65	24,62	861,7	135,45	72
0+083 - 0+110	27	11,35	306,45	25,47	687,69	93,42	56
0+110 - 0+140	30	10,65	319,5	28,79	863,7	112,5	65
0+877 - 0+892	15	17,06	255,9	10,54	158,1	51,3	35
0+972 - 0+988	14	10,47	146,58	18,65	261,1	51,52	33
1+010 - 1+040	30	24,12	723,6	26,87	806,1	94,5	62
1+040 - 1+080	40	17,27	690,8	28,78	1151,2	130	85
1+080 - 1+100	20	19,56	391,2	26,78	535,6	65,4	45
1+100 - 1+125	25	16,52	413	27,65	691,25	97,25	55
TOTA (m3)	**256**	**153,08**	**3957,48**	**233,8**	**6329,44**	**895,54**	**550**

NOTA : COMPUTOS REALIZADOS DE ACUERDO A LOS PLANOS DE (DIRECCIÓN DE CALCULO Y DISEÑO DE PROYECTOS DE G.A.M.L.P.)

MEJORAMIENTO VIAL, ENSANCHE DE VIA AV. TRICENTENARIO RIO MALLASA					
ZONA JUPINA - MALLASA					
PROGRESIVA	LONGITUD (m)	DRENAJE (m3)	GEOGRILLA (m2)	GEOTEXTIL - GEOMENBRANA (m2)	TUBERIA DRENAJE (ML) Ø = 4 in
0+010 - 0+030	20	64,20	165	473,00	42
0+030 - 0+065	35	135,45	279,3	940,45	72
0+083 - 0+110	27	93,42	234,63	669,06	56
0+110 - 0+140	30	112,50	286,8	868,80	65
0+877 - 0+892	15	51,30	153,45	385,35	35
0+972 - 0+988	14	51,52	166,46	417,90	33
1+010 - 1+040	30	94,50	296,1	727,80	62
1+040 - 1+080	40	130,00	387,2	1099,20	85
1+080 - 1+100	20	65,40	189	597,20	45
1+100 - 1+125	25	97,25	266,25	669,50	55
TOTA (m3)	**256**	**895,54**	**2424,19**	**6848,26**	**550**

Para una evaluación correcta con los mismos parámetros que han servido para el cálculo del costo de proyecto, presentamos los cómputos métricos correspondientes más el costo del Geofoam Geotec 20 a ser suministrado por Tecnopor S.A. cuyo precio unitario colocado en obra facturado es de $us. 83.00/m3.

Consideramos que en la evaluación de ambos proyectos a realizarse, nuestra propuesta es la más económica y en términos de plazo de ejecución significativamente menor, por lo que consideramos un proyecto viable a ser considerado seriamente por las instancias decisorias del GAMLP.

10. CONCLUSIONES.

La alternativa presentada para la Ampliación de la Vía Tricentenario con una solución Geofoam, es una alternativa viable tanto en términos económicos como un ahorro de tiempo considerable frente a una época de lluvias.

- **El volumen de Hormigón Armado** previsto en la solución elaborada por la unidad de diseño del GAMLP frente al volumen en pantallas de Hormigón Armado previsto **en la solución Geofoam es considerablemente menor en costo y en tiempo**
- El considerar la eliminación del muro de Ho.Ao. en los sectores colindantes con viviendas existentes y prolongar la ampliación de la calzada hasta el muro divisorio con Geofoam, compensaría con el aumento de volumen en Geofoam pero si **implicaría un ahorro considerable de tiempo en su ejecución.**
- Finalmente la solución Geofoam ofrece **un trabajo sencillo, limpio y rápido** para habilitar en el menor tiempo dicha ampliación en lugar del trabajo tedioso y lento del relleno compactado con capas de 20cm y alcanzar el Proctor modificado de aprox. 98% para continuar con la siguiente capa siempre y cuando las condiciones climáticas lo permitan.