



ASOCIACIÓN PARAGUAYA DE CARRETERAS

■ CONGRESO PARAGUAYO

2do

Vialidad y Tránsito

6 y 7 de Octubre 2016 | Encarnación
EXPO VIAL | Paraguay





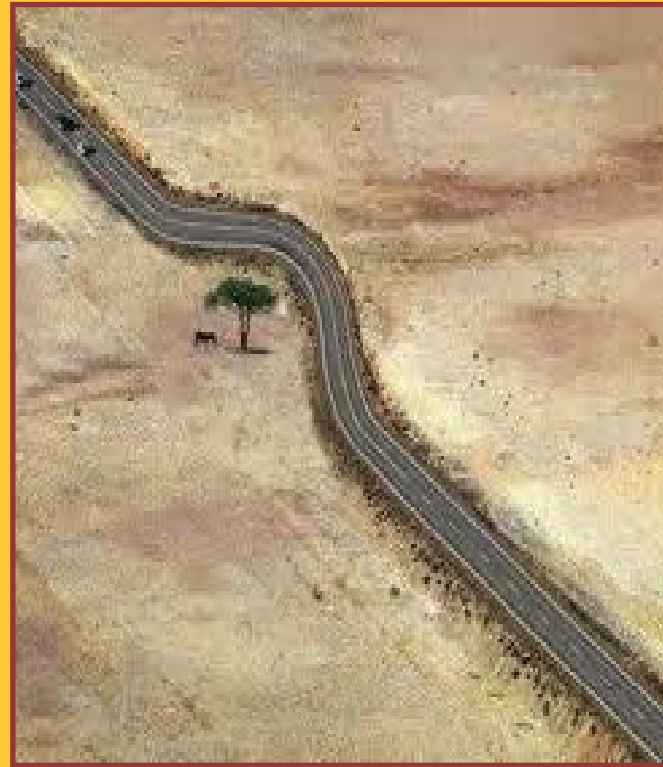
PROYECTOS VIALES SOSTENIBLES TERRAPLENES DE GRAN ALTURA VS. VIADUCTOS



Ing. MSc. Rubén Del Puerto Garabano
Octubre 2016
Encarnación - Paraguay



La **Construcción Sostenible** deberá entenderse como el desarrollo de la Construcción tradicional pero con una responsabilidad considerable con el Medio Ambiente, por todas las partes y participantes.





Que requisitos mínimos deberían cumplir ?

- Uso eficiente de las materias primas
- Generación de mínimas cantidades de residuos en el momento de su construcción (escombros) y contaminación a lo largo de su vida (durabilidad y reciclabilidad).
- Utilización de un mínimo de terreno e integración correcta en el ambiente natural.



SOSTENIBILIDAD DE TERRAPLENES O VIADUCTOS EN PROYECTOS VIALES

El terreno en el cual se desarrolla la traza del proyecto vial, juega un importante papel en el proyecto y construcción de la carretera, considerando que en la mayoría de los casos se requiere modificar su configuración topográfica, para servir de soporte material a la misma.



En los sectores, en los cuales el nivel de la rasante es superior al del terreno se debe elevar el nivel del mismo por medio de la construcción de **terraplenes**.

Como solución alternativa en tramos específicos puede ser planteada la implantación de un **Viaducto**



Cuando el Terraplén es sostenible ?

En general, cuando su altura no supera los 5 metros, desarrolla taludes extendidos y protegidos contra la erosión, y no se implantan en áreas ambientalmente sensibles como los humedales.

Cuando el Terraplén, no es ambientalmente sostenible ?

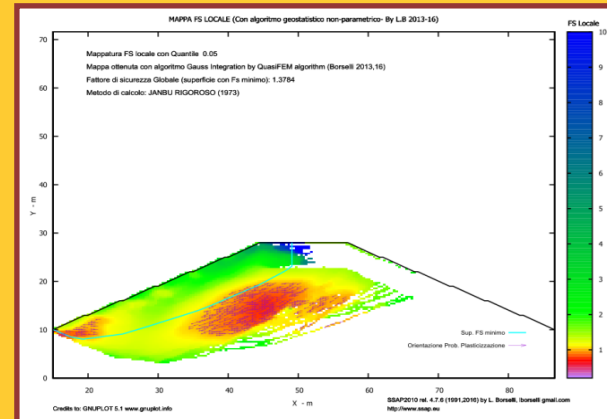
Los terraplenes con alturas de hasta 30 metros, son considerados **terraplenes de gran altura**, y su utilización debe ser cuidadosamente analizada.

Estos terraplenes, presentan riesgos de estabilidad, riesgos de procesos erosivos y su impacto en el ambiente circundante es elevado, por lo que solo deben ser planteados en forma excepcional.



Como reducir riesgos de fallas en Terraplenes ?

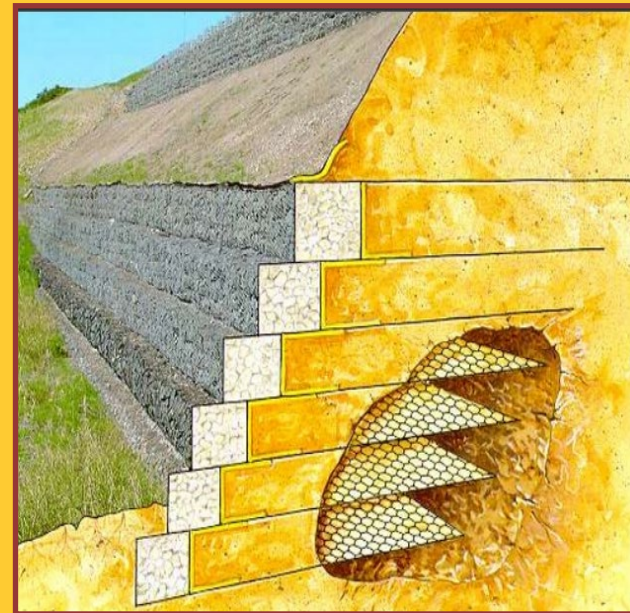
Las fallas en los terraplenes están relacionadas con su diseño, la calidad de los suelos con son construidos, y la buena ejecución de los procedimientos constructivos.





Consideraciones básicas de diseño de Terraplenes de gran altura

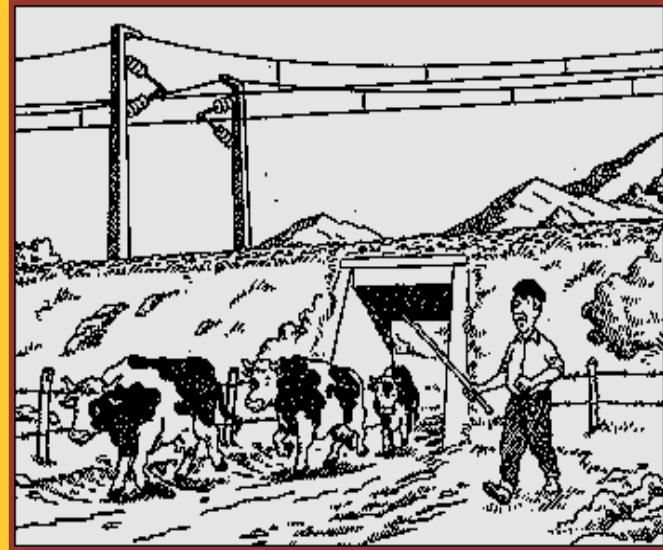
Estos terraplenes deben incorporar como componentes de su estructura, gaviones, geogrillas, geotextiles etc., a fin de garantizar su estabilidad y resistencia a la erosión.





Principales impactos ambientales de los Terraplenes

- ❑ Afecta una mayor área de terreno
- ❑ Segrega el territorio con afectación a la población, ganado y vida silvestre. Esta circunstancia, obliga a la previsión de paso de ganado y vida silvestre.





❑ Produce Impacto ambiental por habilitación de yacimientos de préstamo, necesarios por los grandes requerimientos de suelos.

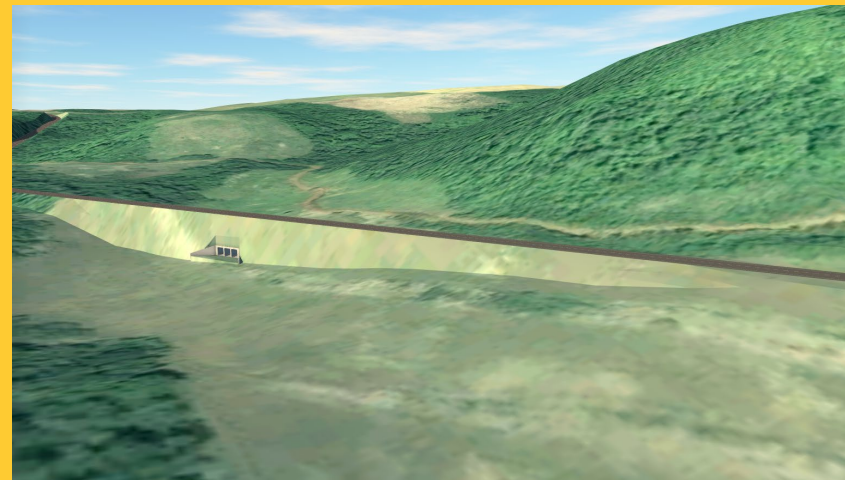
❑ Riesgo de procesos erosivos y afectación a los cursos de agua por colmatación y reducción de la calidad del agua.





Modifica la condición hidrológica de la cuenca atravesada, con riesgo de colapso por avenidas.

Afecta el entorno paisajístico, por diseño inadecuado o corte de línea de horizonte.





PUENTES Y VIADUCTOS EN PROYECTOS VIALES

No existe ninguna diferencia estructural entre un puente y un viaducto, pero usualmente se denomina puente a la estructura que franquea un solo obstáculo y viaducto a la estructura que franquea una sucesión de obstáculos.





El diseño de viaductos debe considerar la combinación equilibrada de eficiencia estructural, utilización racional de los recursos y respeto por los valores ambientales y culturales del entorno.





En el caso de los *Viaductos*, el principal impacto en el ambiente, puede estar relacionado con un diseño estético insatisfactorio, además de una construcción desprolija.

En este caso, la infraestructura puede ser un factor de degradación del paisaje circundante.





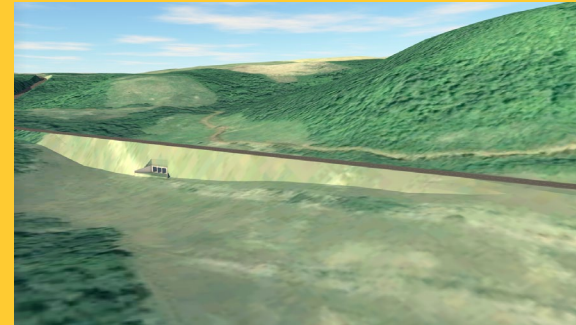
CRITERIOS PARA LA ELECCION ENTRE TERRAPLENES O VIADUCTOS

Un viejo dicho americano afirma que “un ingeniero es alguien capaz de hacer con un centavo lo que cualquiera haría con un dólar”. Esta frase refleja muy bien una de las principales misiones del ingeniero, que es hallar la solución más económica posible a un determinado problema.



Pero en la decisión, no solo el factor económico debe ser valorado, sino también la afectación ambiental.

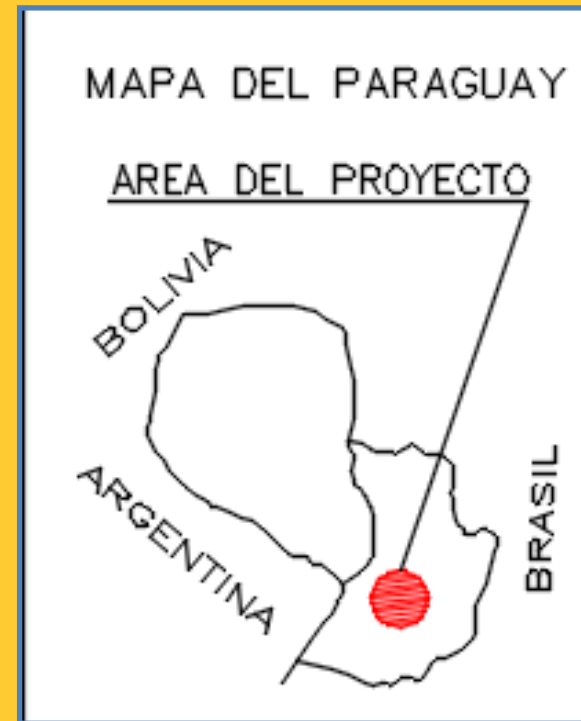
Una mala elección, usualmente genera pérdidas, ya sea por degradación ambiental, como así también económica por mayores requerimientos de mantenimiento y clausura temporal de la infraestructura.





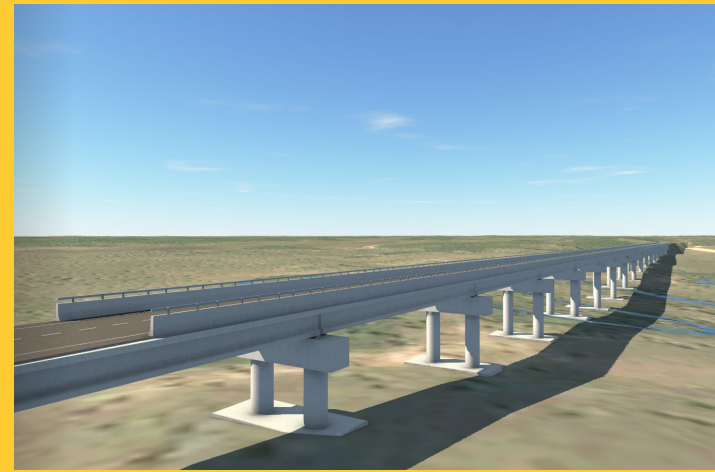
VIADUCTOS EN PROYECTOS ACTUALES EN PARAGUAY

El Proyecto de Pavimentación del Tramo: **Desvío Alberdi –Villa Franca-Pilar**, es el primer proyecto rural en nuestro país, que incorpora viaductos en remplazo de puentes y terraplenes para tramos específicos, ambientalmente sensibles.





Algunos sectores de la traza del Proyecto se desarrollan en zonas anegables y de humedales, por lo que fueron incorporados Viaductos, como el que atraviesa el A° Yacaré con una Longitud de 525 metros.





En la llanura de inundación del Rio Tebicuary y humedales adyacentes, se ha previsto la construcción de un viaducto con una longitud de 1.175 metros





COSTOS DE CONSTRUCCION DE TERRAPLENES Y VIADUCTOS

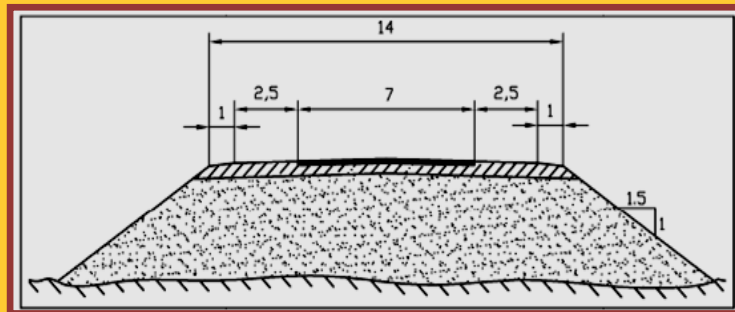
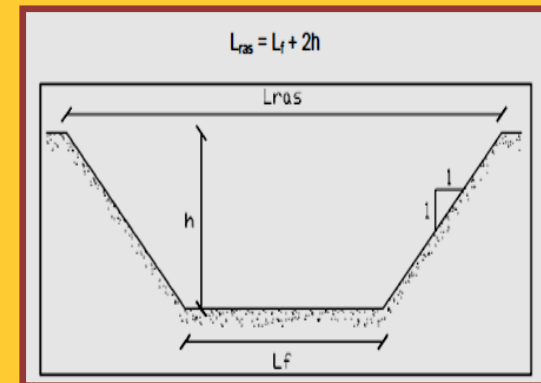
La “***Comparación Técnico - Económica de Alternativa de Trazado Vial en Viaducto Versus Terraplén***”, fue una investigación presentada en el año 2010, por Gonzalo Eduardo Navarro Durán de la Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas de la UNIVERSIDAD DE CHILE, para optar al Título de Ingeniero Civil.



El objetivo del estudio, fue el de determinar la altura crítica de los terraplenes, a partir de la cual un viaducto para similares condiciones, presentaba un costo igual o mas económico, en base al cálculo de los costos directos de construcción y para diversos tamaños de hondonadas a ser atravesada.



Para el estudio de terraplenes, fueron definidos un perfil longitudinal genérico, una sección transversal del camino, y obra de arte relacionada con el escurrimiento transversal de las aguas.



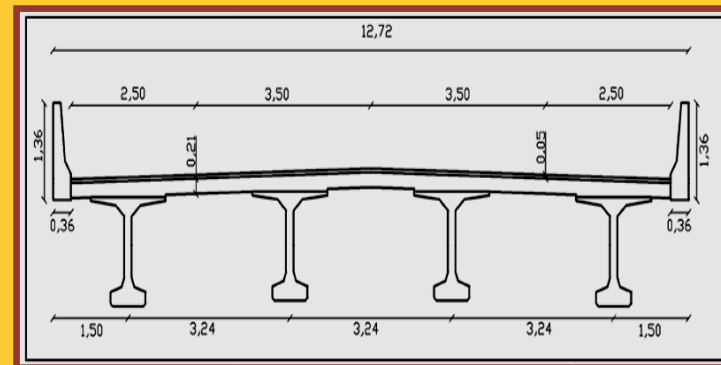
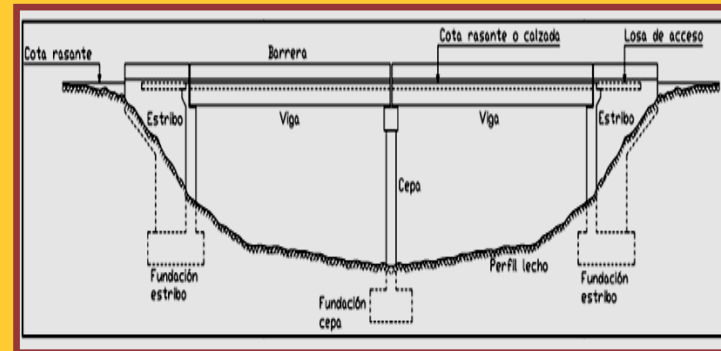


A partir de las definiciones indicadas, fueron determinados los volúmenes requeridos para cada ítem a ser ejecutado en la construcción de *terraplenes*, para diferentes longitudes de fondo de hondonada y la pendiente establecida a priori.



Para el análisis de *viaductos* fueron establecidos el perfil longitudinal, y la sección transversal indicados en los gráficos.

Fueron computadas las cantidades para los casos de fundación superficial y fundación profunda.





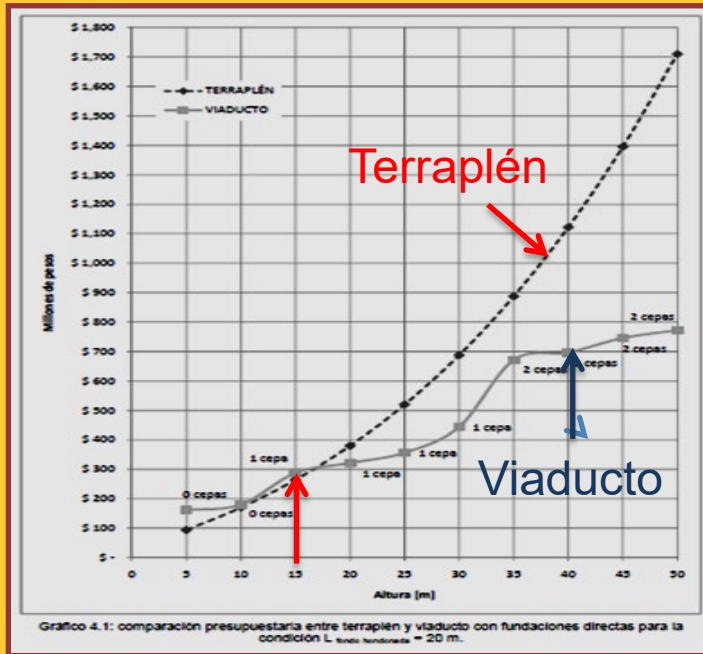
RESULTADOS DEL ESTUDIO

Fueron elaboradas curvas de variación de costos de terraplenes y viaductos, para cada longitud de fondo y altura establecida.

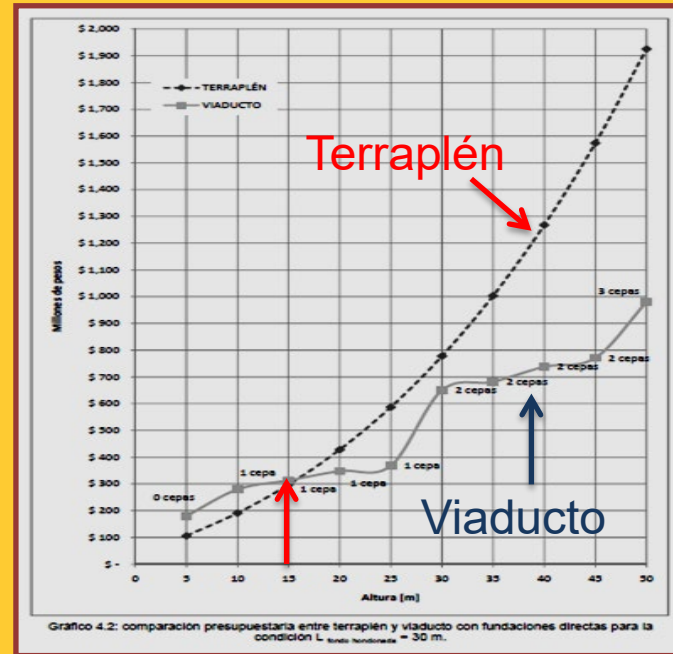
Seguidamente se indican los gráficos obtenidos a partir de los costos de terraplenes y viaductos, con longitudes de fondo desde 20 m a 50 m, siendo las alturas variables desde 5 m hasta 50 m.



TERRAPLENES VS. VIADUCTOS CON FUNDACIONES DIRECTAS



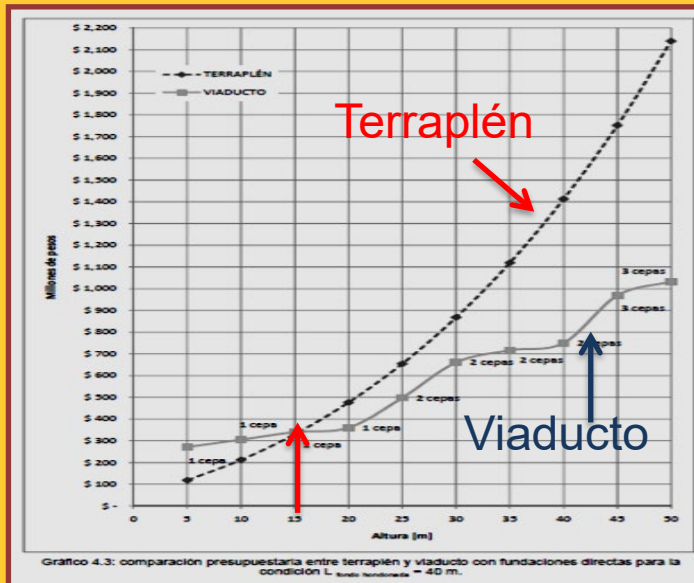
Lf= 20 m



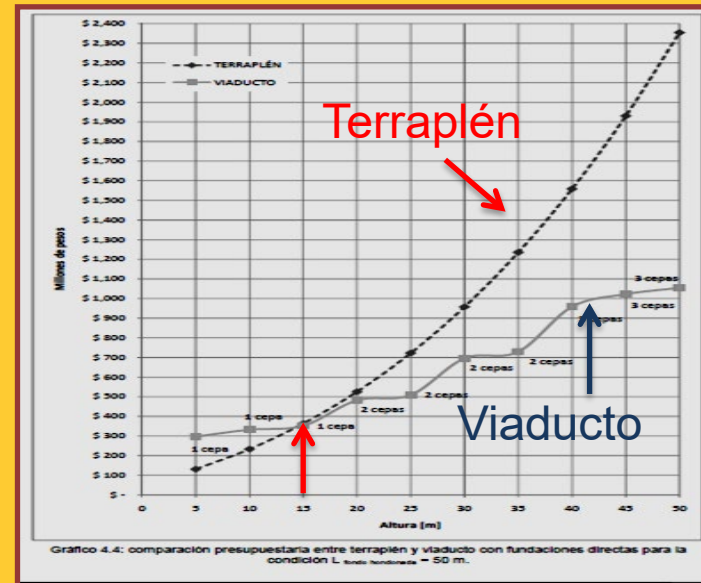
Lf= 30 m



TERRAPLENES VS. VIADUCTOS CON FUNDACIONES DIRECTAS



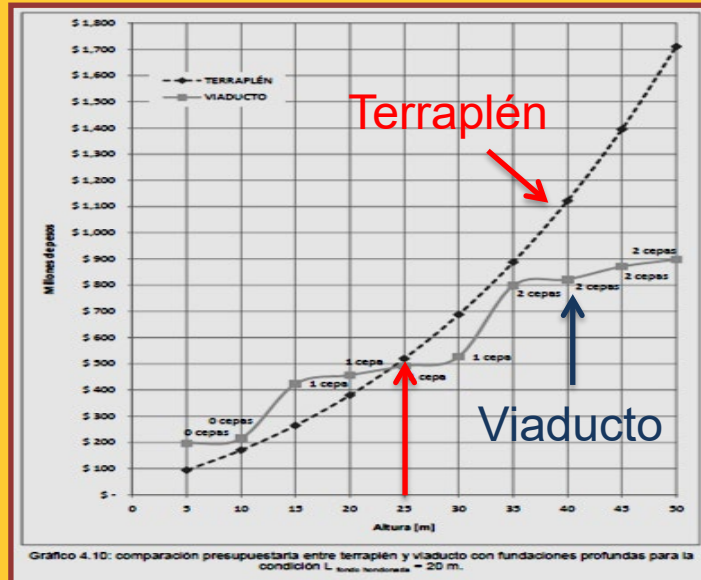
Lf= 40 m



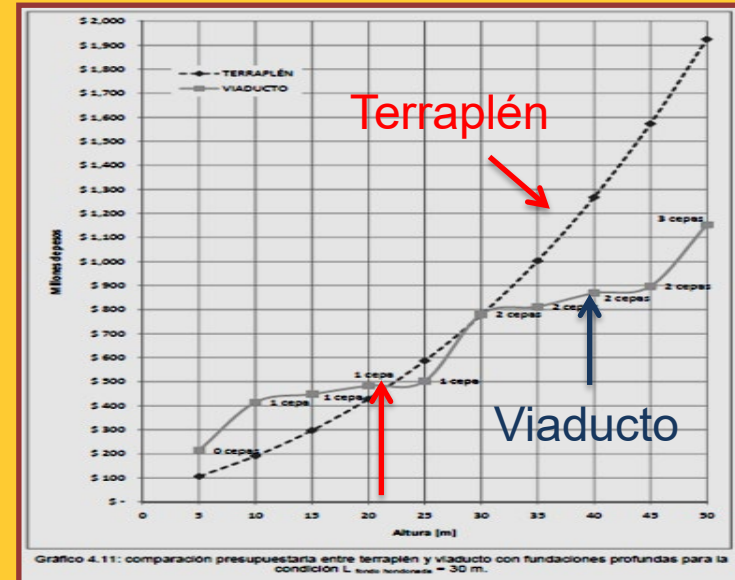
Lf= 50 m



TERRAPLENES VS. VIADUCTOS CON FUNDACIONES PROFUNDAS

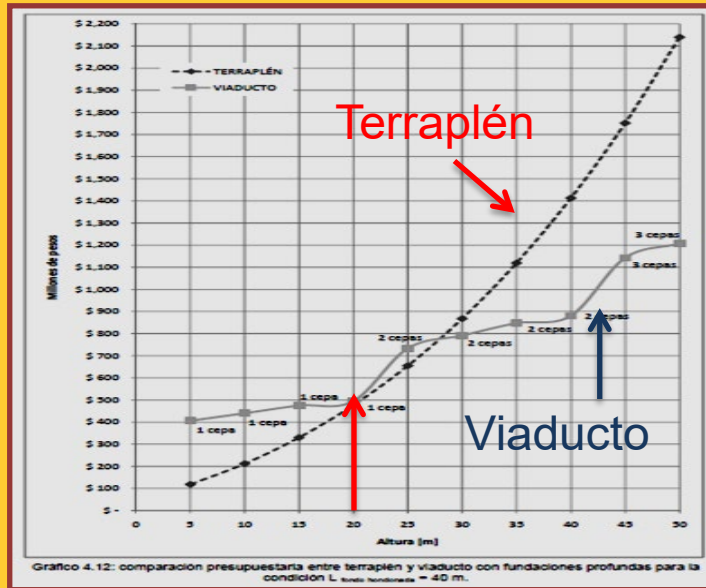


Lf= 20 m

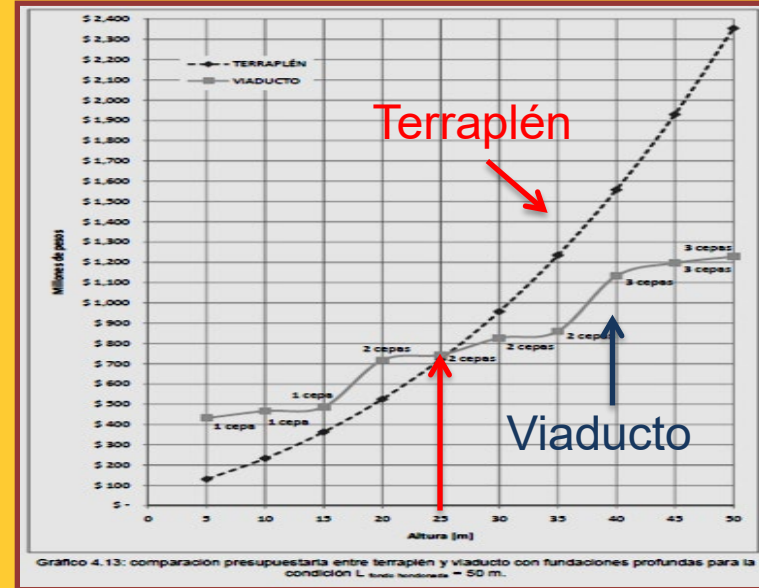


Lf= 30 m

TERRAPLENES VS. VIADUCTOS CON FUNDACIONES PROFUNDAS



$L_f = 40 \text{ m}$



$L_f = 50 \text{ m}$



De acuerdo a los gráficos precedentes, para alturas iguales o mayores a 15 metros, los viaductos con fundación superficial, presentan costos similares o más reducidos que los correspondientes a terraplenes de similar condición.

Por otra parte, para la condición de viaductos con fundación profunda, esta solución presenta menores costos que la construcción de terraplenes con alturas entre 20 y 30 ms.



VERIFICACION PARA LAS CONDICIONES LOCALES

Bajo las condiciones mencionadas, y utilizando precios de referencia locales fueron determinadas las cantidades requeridas para cada circunstancia en estudio, y finalmente los costos requeridos para la construcción de los terraplenes.

En el siguiente cuadro, son indicados los valores finalmente obtenidos, mencionándose que los mismos son referidos a la longitud de la rasante efectivamente afectada.

COSTO UNITARIO DE TERRAPLENES (USD/M)

ALTURA	LONGITUD DE FONDO (M)							
	20	30	40	50	100	150	200	300
10	5,900	5,500	5,800	5,050	5,600	5,800	5,900	5,700
12	6,400	6,100	5,900	5,750	6,450	6,750	6,900	6,700
15	7,350	7,200	7,100	6,950	7,950	8,400	8,650	8,400
18	8,300	8,200	8,170	8,150	9,450	10,050	10,400	10,250
20	9,000	9,060	9,100	9,100	10,650	11,800	11,800	11,700



En relación al costo de viaductos, se ha realizado un estudio de costos de puentes incorporados en proyectos viales ejecutados en nuestro país, obteniéndose valores en un rango de 7.000 USD/m a 10.000 USD/m, dependiendo del tipo de fundación y las condiciones de dificultad para la ejecución de la obra.



Como se puede apreciar, de manera similar a lo obtenido en el estudio referenciado, con los costos locales, viaductos con fundación superficial presentan costos iguales o menores a terraplenes de 15 m de altura, y viaductos con fundación profunda, presentan costos iguales o menores a terraplenes con alturas entre 18 m y 20 m.



CONCLUSIONES

- El diseño de una carretera, no solo debe estar fundamentado en la menor inversión inicial para la ejecución del proyecto.
- Se debe considerar la integración al medio circundante, en relación a la minimización de impactos en el mismo, como así también en su adecuación y respeto a los valores paisajísticos del entorno.



❑ Los terraplenes de gran altura, deben ser cuidadosamente diseñados y construidos, pues representan riesgos de fallas e importantes afectaciones al medio circundante.

❑ Los viaductos, son una alternativa mas económica que terraplenes con alturas mayores a 15 metros, y conveniente inclusive para alturas menores, considerando **la importancia de que el proyecto de la carretera sea sostenible.**

A light gray background featuring a stylized grid pattern of streets and buildings, resembling a city map. The grid is composed of thin white lines forming squares and rectangles of varying sizes, with some larger, irregular shapes representing buildings or parks.

iii MUCHAS GRACIAS !!!

POR SU ATENCION