

UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS
FACULTAD DE TECNOLOGÍA
PROGRAMA ACADÉMICO CONSTRUCCIONES CIVILES



INFORME DE PASANTÍA

**REALIZADA EN LA EMPRESA DE INGENIERIA TÉCNICA EN
CONSTRUCCIÓN “INTECONS S.R.L.”**

**PROYECTO PROCESOS CONSTRUCTIVOS PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE
SISTEMAS TERRAMESH EN LA CONSTRUCCIÓN DE CARRETERA
YOLOSITA-COROICO**

REALIZADO POR: FRANKLIN APAZA CAPCHA

TUTOR: Lic. JESÚS R. VELIZ TORREZ

TUTOR: Ing. RENE ROCHA MALDONADO

La Paz - Bolivia
GESTIÓN 2016



FT-D: CCE/CRUA-PACOC -TUS N° 011/2016

CERTIFICADO DE CONCLUSION DE ESTUDIOS

El Decano de la Facultad de Tecnología de la Universidad Mayor de San Andrés,

CERTIFICA:

Que, el universitario **FRANKLIN APAZA CAPCHA** ha vencido las asignaturas comprendidas en el Plan de Estudios vigente del Programa Académico de Construcciones Civiles del Centro Regional Universitario de Achacachi, durante el primer periodo de la gestión 2015.

En consecuencia se le otorga el presente **CERTIFICADO**, debiendo acogerse a una de las modalidades de graduación existentes en el Reglamento General de la Facultad, para efectos de la obtención del **Diploma Académico, Nivel Técnico Universitario Superior en Construcciones Civiles**.

Es cuanto certifica para los fines consiguientes y en atención a la solicitud del interesado.

La Paz, 12 de julio de 2016

Lic. Rafael Onofre Montes
DECANO

cc: Vicedec., Carrera y Kárdex
jtp.





Ingeniería Técnica en Construcción

CERTIFICADO

El suscrito Representante Legal de la Empresa INTECONS S.R.L. Ing. Juan José Fernández Herrera, en uso de sus atribuciones conferidas, en cuanto el derecho le permite y faculta:

CERTIFICA:

Que el Señor **Franklin Apaza Capcha** con CI. **6144278 LP.**, realizó su Pasantía como Egresado de la Carrera de Construcciones Civiles de la FACULTAD DE TECNOLOGIA perteneciente a la UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRES, en el proyecto "CONSTRUCCION MEJORAMIENTO CARRETERA YOLOSITA – COROICO (TRAMO I)" cumpliendo con el tiempo establecido de tres (3) meses, iniciando en fecha 03 de agosto de 2015 a 05 de noviembre de 2015, en las siguientes actividades:

- Apoyo en la Construcción de Terramesh System Paquete Estructural de Pavimento.
- Apoyo al Residente de Obra en el Control del Proyecto.

Durante este periodo demostró seriedad y responsabilidad en las tareas asignadas.

Es cuanto certifico en honor a la verdad para fines consiguientes del interesado.

La Paz, 21 de diciembre de 2015

Ing. Juan José Fernández H.
Representante Legal
INTECONS S.R.L.



Copia: Archivo

UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS
FACULTAD DE TECNOLOGÍA
EVALUACIÓN DEL RENDIMIENTO DEL PASANTE

Nombre del pasante	FRANKLIN APAZA CAPCHA	CI	6144278 LP.
Teléfono – Celular:	77523110	C.E.:frankoapaza@gmail.com	
Matricula: 1667570	Nivel: TECNICO SUPERIOR	Carrera: CONCT. CIVILES	

Nombre de la Empresa	INTECONS SRL						
Área donde realizo la practica	DIRECCION DE OBRA CONST. DE CARRETERA YOLOSITA COROICO						
Principales actividades	CONST. TERRAMESH SYSTEM PAQUETE ESTRUCTURAL DE PAVIMENTO						
Horas semanales de trabajo	60 hrs						
Fecha inicio pasantía	DÍA	MES	AÑO	Fecha de conclusión	DÍA	MES	AÑO
	03	08	2015		05	11	2015

ASPECTO TÉCNICO	Excelente	Muy bueno	Bueno	Regular	Malo
Los conocimientos del pasante aseguran una exitosa realización de los trabajos		X			
Demuestra interés y entusiasmo en aprender	X				
Posee iniciativa, constantemente pregunta por nuevos trabajos	X				
Demuestra alta capacidad en la realización de sus trabajos		X			
Es hábil para poner en práctica ideas propias o ajenas	X				

ASPECTO OPERATIVO	Excelente	Muy bueno	Bueno	Regular	Malo
Demuestra un alto grado de compromiso en la realización de sus trabajos	X				
Es constante y siempre muy predispuesto a desempeñar la labor		X			
Cumple con exactitud, esmero y orden los trabajos		X			
El volumen y cantidad de trabajos ejecutados sobrepasa las exigencias	X				
Actúa voluntariamente en los trabajos de rutina		X			

ASPECTO SOCIAL	Excelente	Muy bueno	Bueno	Regular	Malo
Su actitud es proactiva y facilita la tarea en equipo	X				
Coopera de manera permanente y espontanea	X				
Es respetuoso con los jefes y compañeros de trabajo	X				
Demuestra habilidades de liderazgo en los trabajos en equipo		X			
Demuestra ser cuidadoso en su presentación personal		X			

ASPECTO ESTRATÉGICO	Excelente	Muy bueno	Bueno	Regular	Malo
Demuestra ser eficaz en el análisis y resolución de problemas		X			
Tiene la habilidad para evaluar datos y de tomar decisiones lógicas de manera imparcial y desde el punto de vista racional		X			
Planifica y organiza de manera adecuada los trabajos diarios		X			
Es creativo y propone soluciones y/o alternativas para mejorar situaciones de trabajo	X				
Es puntual en el trabajo		X			
Es perseverante, cuando debe enfrentar situaciones difíciles de trabajo hasta que éste quede resultado		X			

RENDIMIENTO GENERAL	Excelente	Muy bueno	Bueno	Regular	Malo
			X		

EVALUACIÓN SOBRE 40 PUNTOS

38


Juan José Fernández Herrera
 REPRESENTANTE LEGAL


 FIRMA EMPRESA
 René Rocha M.

Intecon S.R.L.
 Ingeniería Técnica en Construcción



UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS
FACULTAD DE TECNOLOGÍA
ACREDITADA INTERNACIONALMENTE POR UNIVERSIDADES DE CHILE Y EL SISTEMA UNIVERSITARIO NACIONAL



La Paz, 28 de Abril de 2015
FAC. TEC.VICED. N° 310/2015.

Intecons
Ingeniería Técnica en Construcción
Recibido
LP 29 abril 2015


Señor:
Ing. Miguel A. JARANDILLA A.
Gerente General
INTECONS (Ingeniería Técnica en Construcción S.R.L.)
Presente.-

De mi Consideración:

A tiempo de desearle éxito y prosperidad en el ámbito familiar como laboral en la gestión 2015, me permito a través de la presente solicitar a su institución considere la posibilidad que nuestros alumnos egresados del Programa Académico de Construcciones Civiles de la Sede que se encuentra en la localidad de Achacachi, puedan realizar Pasantía en su Entidad por un lapso de tres (3) meses.

Para tal efecto en esta oportunidad, tengo a bien presentar a los egresados a nivel Técnico Superior del mencionado programa GUIDO MAMANI VARGAS con CI. 9178699 LP., y FRANKLIN APAZA CAPCHA con CI. 6144278 LP.

Sin otro particular agradeciéndole por su gentil atención, saludo a usted con mis consideraciones más distinguidas.


Ing. ITALIANO MIRANDA ANGLÉS
VICE DECANO a.i.
FACULTAD DE TECNOLOGIA



Patricia

Cc:arch.

DIRECCIONES: Av. Arce N° 2299 - E-mail: ftdecano@correo.umsa.bo - Cajón Postal N° 6911 - Centrales: 2442527 - 2442598 - Fax: 2441992
CARRERAS: Aeronáutica: 2441154 - Construcciones Civiles: 2440953 - Electricidad: 2443538 - Electrónica y Telecomunicaciones: 2440764 - 2440105
Electromecánica: 2441098 - Mecánica Automotriz: 2441655 - Mecánica Industrial: 2408847
Química Industrial: 2441520 - Topografía y Geodesia: 2441401 - Curso Pre Facultativo: 2406055 (Calle Potosi esq. Yanacochoa)
UNIDADES: Dirección Administrativa: 2441599 - Dpto. Computación: 2444278 - Biblioteca y Kárdex: 2441574 - Instituto de Investigaciones y Aplicaciones Tecnológicas: 2440973 - Unidad de Postgrado: Int. 49 - Administración: 2408186 (Calle Potosi) - UDI: 2445765



**UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS
FACULTAD DE TECNOLOGÍA**

ACREDITADA INTERNACIONALMENTE POR UNIVERSIDADES DE CHILE Y EL SISTEMA UNIVERSITARIO NACIONAL



La Paz, 16 de agosto de 2016
FAC -TEC. CRU-ACHACACHI-NOTA N° 280/2016

Handwritten signature: Víctor Hugo Herrera Cusicanqui

Señor:
MSc. Ing. Víctor Hugo Herrera Cusicanqui
VICEDECANO FACULTAD DE TECNOLOGÍA
Presente.

Handwritten signature: Víctor Hugo Herrera Cusicanqui
MSc. Ing. Víctor H. Herrera Cusicanqui
VICEDECANO
FACULTAD DE TECNOLOGÍA - UMSA

De mi consideración:

A través de la presente me dirijo a usted respetuosamente con la finalidad de hacerle conocer el informe final de pasantía titulada "PROYECTO PROCESOS CONSTRUCTIVOS PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE SISTEMAS TERRAMESH EN LA CONSTRUCCIÓN DE CARRETERA YOLOSITA-COROICO" realizada en la empresa "INTECONS INGENIERIA TÉCNICA EN CONSTRUCCIÓN" a partir del 03 de agosto hasta el 05 de noviembre de 2015 por parte del universitario FRANKLIN APAZA CAPCHA del Programa Académico Técnico Universitario Superior en Construcciones Civiles del Centro Regional Universitario Lacustre Norte Achacachi.

Esperando la asignación de fechas y realizar la defensa de Pasantía así optar el Título Académico.

Sin otro particular, y agradeciendo su atención me despido de usted muy atentamente.

Handwritten signature: Carmen E. Luque Luna
Lic. Carmen E. Luque Luna
COORDINADORA ACADÉMICA



DIRECCIONES: Av. Arce N° 2295 - E-mail: ftdecano@correo.umsa.bo - Cajón Postal N° 6911 - Centrales: 2442527 - 2442598 - Fax: 2441992
CARRERAS: Aeronáutica: 2441154 - Construcciones Civiles: 2440953 - Electricidad: 2443538 - Electrónica y Telecomunicaciones: 2440764 - 2440105
Electromecánica: 2441098 - Mecánica Automotriz: 2441655 - Mecánica Industrial: 2408847 - Materia Básicas: 2408664
Química Industrial: 2441520 - Topografía y Geodesia: 2441401 - Curso Pre Facultativo: 2406055 (Calle Potosí esq. Yanacochoa)
UNIDADES: Dirección Administrativa: 2441599 - Dpto. Computación: 2444278 - Biblioteca y Kárdex: 2441574 - Instituto de Investigaciones y Aplicaciones Tecnológicas: 2440973 - Unidad de Postgrado: Int. 49 - Administración: 2408186 (Calle Potosí) - UDI: 2445765

ACTA DE APROBACIÓN

Quien suscribe, en mi carácter de jurado evaluador designados por la Facultad de Tecnología de la Universidad Mayor San Andrés, vice-rectorado de la Facultad, para examinar el informe de Práctica Profesional presentado por el Universitario Franklin Apaza Capcha, con cédula de identidad N° 6144278 LP. Titulado **PROCESOS CONSTRUCTIVOS PARA LA IMPLEMENTACION DE SISTEMAS TERRAMESH EN LA CONSTRUCCION DE CARRETERA YOLOSITA - COROICO**, considero que dicho informe cumple con los requisitos exigidos. A tal efecto, lo declaro **APROBADO**.

En Ciudad de La Paz, a los veinte ocho días del mes de febrero de dos mil dieciséis.



.....
Ing. Rene Rocha Maldonado

Tutor Industrial



APROBACIÓN DEL TUTOR ACADÉMICO

En mi carácter de Tutor Académico del Trabajo de Pasantías, presentado por el universitario FRANKLIN APAZA CAPCHA, con cédula de identidad N° 6144278 LP, para optar al Título de Técnico Universitario Superior en FACULTAD DE TECNOLOGIA, carrera de CONSTRUCCIONES CIVILES, considero que este reúne los requisitos y méritos suficientes para ser sometido a la presentación pública y evaluación por parte del tribunal examinador que se designe.

La Paz, a los 05 días del mes de marzo de 2016.



.....
Lic. Jesús R. Veliz Torrez
TUTOR ACADÉMICO

ACTA DE INICIACIÓN DE LA PASANTIA

En la ciudad de La Paz a los 03 del mes de agosto del 2015, se celebra el presente compromiso de practica estudiantil y/o pasantía entre la empresa INTECONS SRL. y el estudiante Univ. FRANKLIN APAZA CAPCHA pasante del programa o carrera de CONSTRUCCIONES CIVILES de la Facultad de Tecnología de la Universidad Mayor de San Andrés.

El pasante acepta las condiciones establecidas por la empresa que le permitirá realizar su pasantía.

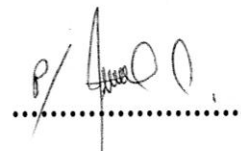


Franklin Apaza Capcha

PASANTE



Ivan José Fernández Herrera
REPRESENTANTE LEGAL



EMPRESA

Intecon S.R.L.
Ingeniería Técnica en Construcción

DEDICATORIA

Me siento feliz de poder terminado mi carrera y esta felicidad la quiero compartir, especialmente en mi familia.

A mis padres: Feliciano Apaza Janco y Juana Capcha de Apaza, que me brindaron todo su apoyo durante el tiempo que realice mis estudios profesionales.

A mi hijo: Deymar Apaza Chambi, es la inspiración para mí, eres mi fortaleza, porque te quiero mucho

A mis hermanos Edgar, Genara, que me dieron el aliento necesario para no renunciar y levantaron la moral el tiempo que realice mis estudios.

AGRADECIMIENTO

Agradezco a todos los facilitadores quienes brindaron la orientación, sus enseñanzas y dedicación, permitieron realizar mi formación profesional.

Agradezco a la coordinadora Lic. Carmen Luque Luna del C.R.U. Achacachi, que siempre estuvo al lado de nosotros.

Agradezco a mis tutores: Lic. Jesús R. Veliz Torrez e Ing. Rene Rocha Maldonado, Por revisar los números, que dedicaron parte de su tiempo y guiarme para elaborar el informe de pasantía.

INDICE

APROBACIÓN DEL TUTOR INDUSTRIAL.....	¡Error! Marcador no definido.
APROBACIÓN DEL TUTOR ACADÉMICO	¡Error! Marcador no definido.
ACTA DE INICIACIÓN DE LA PASANTÍA.....	¡Error! Marcador no definido.
DEDICATORIA	IV
AGRADECIMIENTO	V
INTRODUCCIÓN	1

CAPÍTULO I

LA EMPRESA

1.1	BREVE RESEÑA HISTÓRICA.....	3
1.2	DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA.....	3
1.2.1	DESCRIPCIÓN DE ESTRUCTURA ORGANIZATIVA DE LA EMPRESA	4
1.3	MISIÓN, VISIÓN Y OBJETIVO DE LA EMPRESA	5
1.3.1	MISIÓN DE LA EMPRESA	5
1.3.2	VISIÓN DE LA EMPRESA	5
1.3.3	OBJETIVO DE LA EMPRESA.....	5

CAPÍTULO II

LA PASANTÍA

2.1	OBJETIVOS DE LA PASANTÍA	7
2.1.1	OBJETIVO GENERAL.....	7
2.1.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	7
2.2	DESCRIPCIÓN DEL CARGO DESEMPEÑADO	8
2.2.1	ORGANIGRAMA DE ESTRUCTURA FUNCIONAL.....	8
2.3	ACTIVIDADES REALIZADAS EN EL PERÍODO DE PASANTÍAS	9

2.3.1	SUPERVISIÓN TERRAPLÉN Y SUBRASANTE.....	9
2.3.2	SUPERVISIÓN DE CONSTRUCCIÓN DE SUB-BASE Y BASE	11
2.3.3	SUPERVISIÓN DE CARPETA ASFÁLTICA	14
2.3.4	SUPERVISIÓN DE SUBDRENES	16
2.3.5	MÉTODOS DE ESTABILIZACIÓN Y CONTENCIÓN TERRAMESH	17
2.4	APORTES REALIZADOS A LA EMPRESA DURANTE MI DESEMPEÑO	18
2.5	EXPERIENCIAS ADQUIRIDAS EN EL CAMPO DE TRABAJO	18

CAPÍTULO III

MARCO CONCEPTUAL DE LA PASANTÍA

3.1	UBICACIÓN	20
3.1.1	ENCUADRE GEOLÓGICO	21
3.1.2	NIVELES FREÁTICOS.....	21
3.1.3	PLANIFICACIÓN DE ENSAYOS DE CAMPO	22
3.2	EXPLORACIONES DE CAMPO	23
3.2.1	ANÁLISIS DE INESTABILIDAD	23
3.2.2	ESTABILIZACIÓN DE TALUDES Y ATENCIÓN DE DESLIZAMIENTOS.....	24
3.3	SISTEMA TERRAMESH	27
3.3.1	CONCEPTO DE SUELO REFORZADO	28
3.3.2	ANTECEDENTES DEL SISTEMA TERRAMESH	29
3.3.3	DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA TERRAMESH	30
3.3.4	PROPIEDADES MECÁNICAS	34
3.3.5	PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO	35
3.3.6	USOS Y APLICACIONES	38
3.3.7	LIMITACIONES	39

3.4	MÉTODOS DE RECONOCIMIENTO DEL SUELO	40
3.5	NORMAS APLICADAS.....	41
3.6	DESCRIPCIÓN DEL SOFTWARE APLICADO	42

CAPÍTULO IV

MARCO PRÁCTICO DE LA PASANTÍA

4.1	DESCRIPCIÓN Y UBICACIÓN DE PROYECTO.....	46
4.1.1	DESCRIPCIÓN.....	46
4.1.2	UBICACIÓN DEL PROYECTO.....	46
4.2	RECOPIACIÓN METÓDICA DE DATOS	47
4.2.1	ESTUDIO DE SUELOS	48
4.2.2	CRITERIOS Y ANÁLISIS DE LOS SECTORES CRÍTICOS	49
4.3	ESTABILIZACIÓN TERRAMESH	49
4.4	PROCESO CONSTRUCTIVO	50
	CONCLUSIONES	54
	RECOMENDACIONES	55
	BIBLIOGRAFÍA	56
	GLOSARIO DE TÉRMINOS.....	57
	ABREVIATURAS.....	60
	ANEXOS	61

LISTA DE GRÁFICOS Y TABLAS

Gráfico Nº: 1 Organigrama de la Empresa.....	4
Gráfico Nº: 2 Estructura funcional.....	8
Tabla Nº 1 Especificaciones de materiales de relleno	42
Tabla Nº 2 Granulometría de base granular	51

LISTA DE FIGURAS

Figura Nº 1 Partes de un terraplén.....	10
Figura Nº 2 Construcción de terraplén y subrasante	11
Figura Nº 3 Perfilado y compactado de capa súbbase.....	12
Figura Nº 4 Material granular de capa base.....	14
Figura Nº 5 Estructura de pavimento.....	14
Figura Nº 6 Proceso de asfaltado, Maquina terminadora.....	15
Figura Nº 7 Proceso constructivo de subdren.....	17
Figura Nº 8 Plano de ubicación.....	20
Figura Nº 9 Muestreo de nivel freático.....	21
Figura Nº 10 Planos de progresivas de la plataforma.....	27
Figura Nº 11 Método de terramesh system.....	28
Figura Nº 12 Elemento de suelo reforzado.....	29
Figura Nº13 Elemento de terramesh system.....	31
Figura Nº 14 Sistema de Terramesh System.....	33
Figura Nº 15 Representación de malla hexagonal a triple torsión	34
Figura Nº 16 Elemento terramesh desdoblado.....	36
Figura Nº17 Llenado de piedra, extendido la cola.....	37

Figura Nº18 Elemento terramesh	39
Figura Nº 19 Posición del diafragma.....	39
Figura Nº 20 Software Mesa Pro.....	44
Figura Nº 21 Detalle de estabilidad global en el Macstars	44
Figura Nº 22 Diseño carretero Yolosita-hotel cierra verde.....	47
Figura Nº 23 Talud de estabilización con terramesh	50
Figura Nº 24 Relleno de capas del proceso constructivo.....	52

INTRODUCCIÓN

La Empresa de Ingeniería Técnica en Construcción **INTECONS S.R.L.**, comienza su trabajo en la construcción de carreteras, caminos, calles, avenidas y aeropuertos para la integración nacional.

La Empresa preveé el desarrollo de comunicación y construcción de carreteras, ubicado en el sector de Yolosita, Municipio de Coroico en la provincia Nord Yungas en el Departamento La Paz.

El informe que se presenta a continuación, reflejara los resultados obtenidos durante la realización de la pasantía en la Empresa **INTECONS SRL**, en el proyecto “Construcción de la carretera Yolosita a Coroico”, durante un periodo de duración de (720) horas Académicas de practica en tres (3) meses, un total de (12) semanas a partir de 03 de Agosto de 2015, hasta el 05 de Noviembre de 2015.

La práctica profesional realizada en la dirección de obra, el cual es dirigido por el **Ing. Rene Rocha Maldonado**. Donde tuvo en la función de Supervisión de Obra, en diferentes actividades dentro la construcción de la carretera Yolosita a Coroico.

El informe está estructurado en cuatro capítulos: Capítulo I (Descripción de la Empresa), contiene una breve descripción de la empresa haciendo referencias a los antecedentes históricos, misión, visión, objetivos, obras ejecutadas, organización estructural y funcional; Capítulo II (El proceso de las pasantías), se explica de manera clara y concisa los objetivos de las pasantías, refleja de manera detallada las actividades realizadas en el periodo de pasantía; Capítulo III (Marco Conceptual) se explicará, ubicación del proyecto, estabilización con suelo reforzado de sistema terramesh; Capítulo IV (Marco Práctico de la pasantía); luego se presentan un conjunto de conclusiones y recomendaciones; para finalizar con la revisión de referencias bibliográficas y los anexos respectivos.

CAPÍTULO I



CAPÍTULO I

LA EMPRESA

LA EMPRESA

1.1 BREVE RESEÑA HISTÓRICA

Empresa Ingeniería Técnica en Construcción INTECONS SRL fue fundada el 18 de marzo de 2002 es una empresa de muchas experiencias en grandes obras. Es una constructora boliviana con más de 12 años de experiencia en la ejecución de obras de ingeniería civil.

Durante este periodo la compañía ha participado en un gran número de proyectos tanto públicos como privados, cumpliendo en cada uno de ellos con su filosofía corporativa que es “Construir con calidad cumpliendo con las normas técnicas y dentro de los plazos contractuales”, lo que le ha merecido un reconocido prestigio a nivel nacional e internacional. Se cuenta con un staff de profesionales, técnicos y operarios del más alto nivel, con maquinarias y equipos propios, junto con las nuevas tecnologías y la adecuada aplicación de metodologías de construcción, nos han servido como el mejor apoyo para el éxito obtenido.

La Empresa es especializada en la construcción de carreteras, aeropuertos, desarrollo de infraestructura, protección de riveras, estabilización de taludes, espigones, movimiento de tierra.

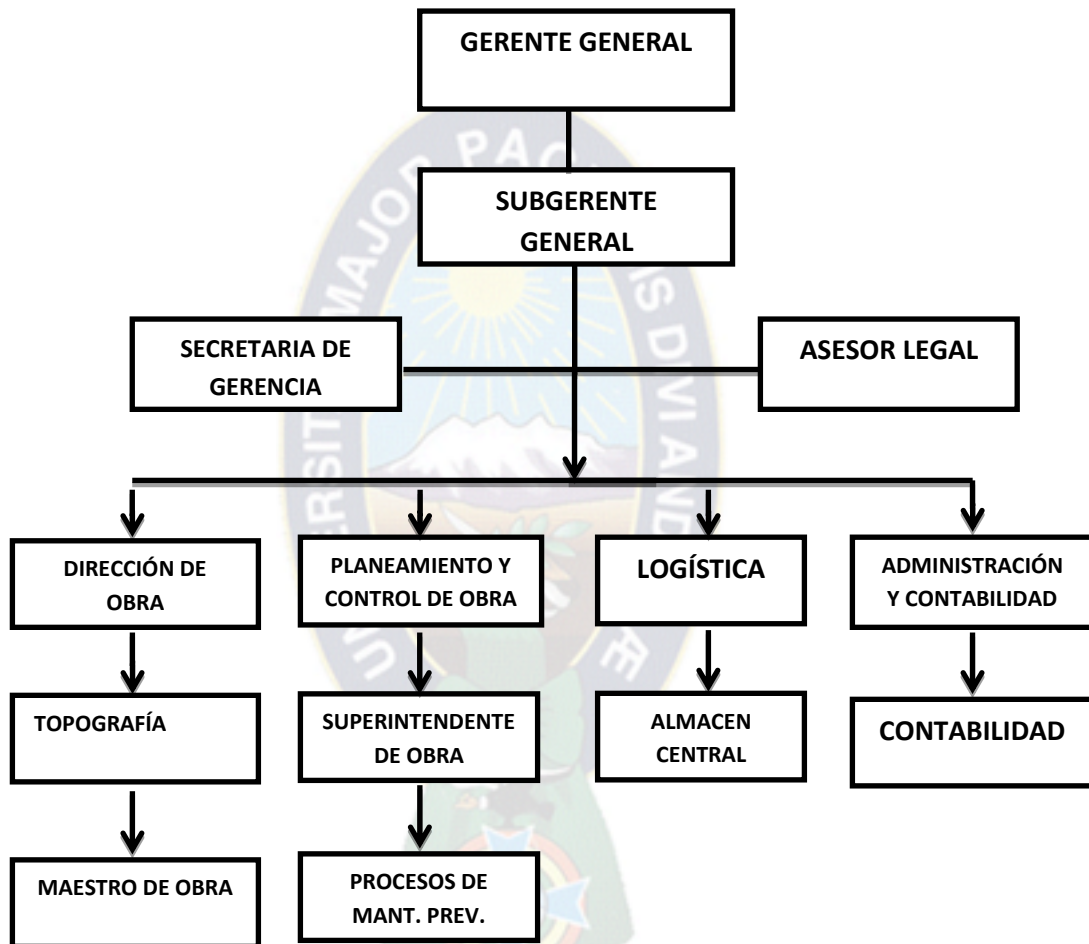
La mayor parte de obras en asfalto flexible y hormigón rígido o pavimento regido.

1.2 DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA

La Empresa INTECONS SRL está ubicada en el edificio Tango, cuarto piso N° 402, en la calle Sánchez lima N° 2600, zona Sopocachi de la ciudad de La Paz.

1.2.1 DESCRIPCIÓN DE ESTRUCTURA ORGANIZATIVA DE LA EMPRESA

Gráfico N°: 1 Organigrama de la Empresa.



Fuente: Empresa INTECONS SRL.

1.3 MISIÓN, VISIÓN Y OBJETIVO DE LA EMPRESA

1.3.1 MISIÓN DE LA EMPRESA

Somos un grupo Empresarial que trabaja de manera permanente en la ejecución de obras de ingeniería civil tanto para el sector público como para el privado, a través de la prestación de servicios de excelente calidad, cumpliendo con todas las normas técnicas y de impacto ambiental, dentro de los plazos contractuales, fomentando el desarrollo humano de todos nuestros colaboradores.

1.3.2 VISIÓN DE LA EMPRESA

Ser el grupo Empresarial de mayor reconocimiento nacional e internacional por su función y compromiso estricto de sus valores.

Caracterizarse por satisfacer las necesidades de vías de comunicación a la población boliviana, tanto en el diseño y construcción de carreteras, caminos para la integración.

1.3.3 OBJETIVO DE LA EMPRESA

Realizar la construcción de las carreteras viales con los equipamientos necesarios para poder dar un servicio durante la ejecución y para poder dar un servicio eficiente e integración para la población en general.



CAPÍTULO II

LA PASANTÍA

CAPÍTULO II

LA PASANTÍA

2.1 OBJETIVOS DE LA PASANTÍA

2.1.1 OBJETIVO GENERAL

Es desarrollar un conjunto de actividades que permitan a integrar e interrelacionarme con las necesidades de la Empresa, actuando dentro de la misma como un recurso capaz de intervenir en el planteamiento, planificación y ejecución de proyectos en construcción de carreteras y en cualquier otra actividad profesional.

2.1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

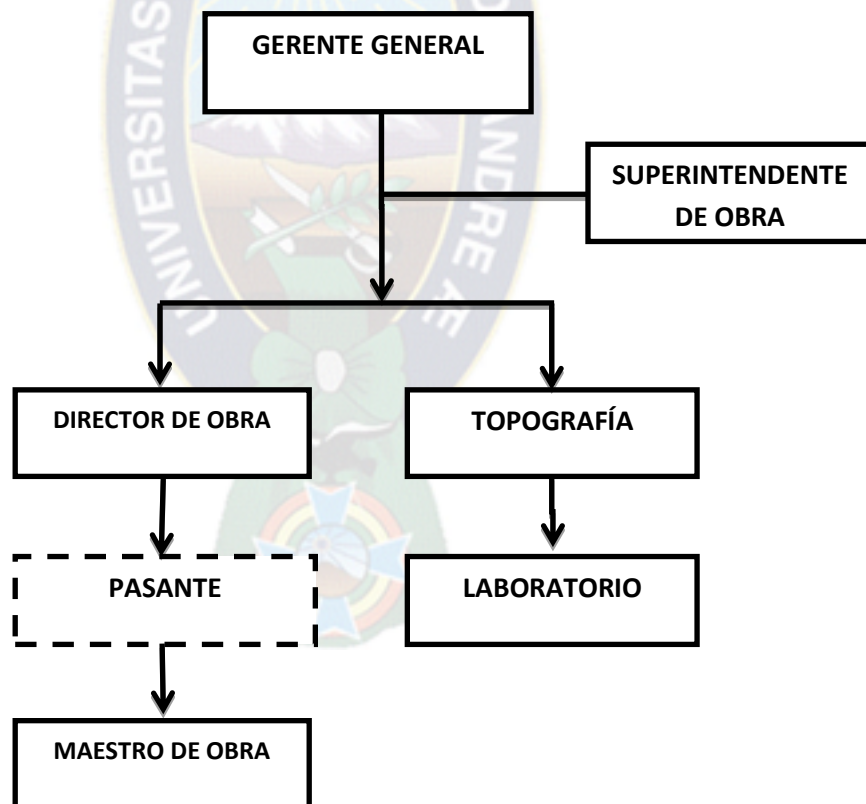
- ❖ Adquirir una experiencia laboral que permita desarrollar una iniciativa, creativa y desenvolvimiento confiable y seguro en la actividad como un constructor civil.
- ❖ Aplicar y cumplir con las normas y especificaciones que sean necesarias en los trabajos de construcción de carreteras.
- ❖ Interactuar con el personal de la obra para lograr un buen desenvolvimiento en el campo laboral.
- ❖ Cumplir con todas las actividades designadas por el personal superior dentro de la Empresa.

2.2 DESCRIPCIÓN DEL CARGO DESEMPEÑADO

Estando en la Dirección de Obra a cargo del Ingeniero René Rocha Maldonado, se realizó el cargo de Residente de obra. En la cual que desempeñe la función de supervisión de obra en diferentes actividades durante la construcción de la carretera Yolosita a Coroico.

2.2.1 ORGANIGRAMA DE ESTRUCTURA FUNCIONAL

Gráfico N°: 2 Estructura funcional.



Fuente: Elaboración propia

2.3 ACTIVIDADES REALIZADAS EN EL PERÍODO DE PASANTÍAS

Dentro del periodo de las pasantías lo realiza las siguientes actividades:

- ❖ Supervisión de terraplenes y subrasante
- ❖ Supervisión de súbbase y base
- ❖ Supervisión de carpeta asfáltica
- ❖ Supervisión de subdrenes
- ❖ Supervisión de contención de terramesh system(tema a desarrollar)

A continuación se explicará en breves palabras cada una de estas actividades.

2.3.1 SUPERVISIÓN TERRAPLÉN Y SUBRASANTE

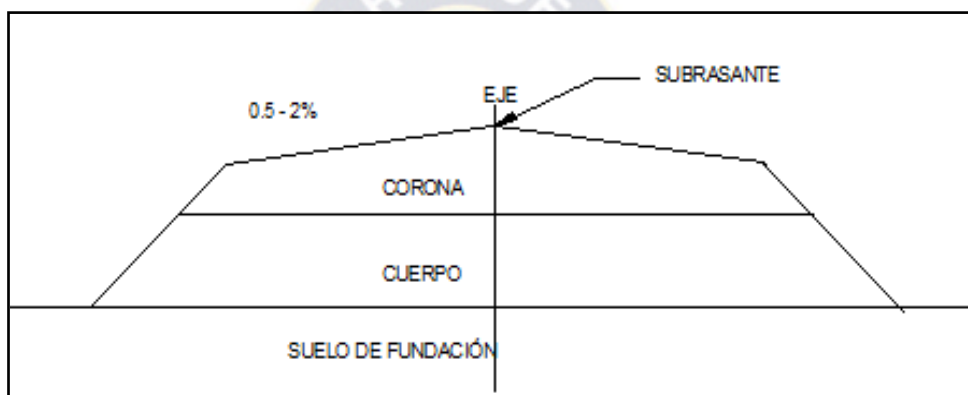
Terraplén: Este trabajo consiste en escarificar, nivelar y compactar el terreno de fundación, así como conformar y compactar las capas del relleno (fundación, cuerpo y corona) hasta su total culminación, con materiales apropiados provenientes de las excavaciones del prisma vial o prestamos laterales de cantera, realizados luego de la ejecución de las obras de desbroce, limpieza de material orgánico, nivelación y estabilización del suelo de fundación para iniciar las primeras capas de terraplén; de acuerdo con la presente especificación del proyecto.

Terraplén es todo el cuerpo de regularización se puede rellenar con materiales finos y gruesos, siempre utilizando los cortes para el relleno. Prestamos laterales; una densidad mínima del 95% y un CBR de 15% al 95%.

Los terraplenes se distinguirán tres partes o zonas constitutivas:

- a) **Suelo de fundación.-** Parte del terraplén que está por debajo de la superficie original del terreno, la que ha sido variada por el retiro de material inadecuado. El terreno de fundación se considere adecuado.
- b) **Cuerpo.-** Parte del terraplén comprendida entre la base y la corona.
- c) **Corona.-** Parte superior del terraplén comprendida entre el nivel superior del cuerpo y el nivel de subrasante.

Figura N° 1 Partes de un terraplén.



Fuente: Elaboración propia

Subrasante: La subrasante es una capa fundamental en la estructura de una obra vial la misma que está encargada de soportar los esfuerzos necesarios para el tráfico en la obra a realizarse, el desarrollo del eje de la corona. Es la capa de la estructura destinada a soportar, transmitir y distribuir con uniformidad el efecto de las cargas del tránsito proveniente de las capas superiores del pavimento, de tal manera que el suelo de sub-rasante las pueda soportar.

En la subrasante se analizan ciertas características como el alineamiento horizontal, el perfil longitudinal, las secciones transversales del terreno, la calidad de los materiales y la elevación mínima de la estructura a construir en dicho proyecto.

El material para la subrasante será del banco de préstamo, material del rio comunidad Chitia. Se construyera con un espesor mínimo de 30cm. Compactada máxima al 95% de su peso volumétrico de proctor en dos capas de 15cm.

Figura N° 2 Construcción de terraplén y subrasante



Fuente: Elaboración propia

2.3.2 SUPERVISIÓN DE CONSTRUCCIÓN DE SUB-BASE Y BASE

Previo a la colocación de cualquier capa de sub-base, la sub-rasante debe de estar terminado el terraplén. Cuando se llega al nivel de sub-rasante por medio de la construcción de un terraplén, los últimos 30 cm se deben de compactar como mínimo 95% de la densidad máxima 100% determinada para el material en uso.

2.3.2.1 CAPA SUB-BASE

La sub-base puede ser común, granular, grava o piedra triturada, está formada por la combinación de piedra o grava, con arena y suelo, en su estado natural, clasificados o con trituración parcial para constituir una sub-base integrante de un pavimento,

también puede ser una combinación de piedra o grava triturada, combinada con material ligante.

Al tener la sub-rasante liberada tanto de topografía y densidad máxima de compactación, se debe colocar los trompos o estacones a cada 20 m con la altura que deberá tener la capa de sub-base de acuerdo al diseño, (nos permite cargar el material granular de capa súbbase, no será menor a 20 cm ni mayor a 30 cm); también se deben de colocar estacones a lo ancho de la sección típica de diseño a manera de formar un prisma para que sea llenado con el material de sub-base.

El carguío se debe de hacer con volquetas que irán depositando el material dentro del ancho de la plataforma. Puede ser de material canto rodado, sin partículas de trituración siempre que tenga un 50% de grueso y 50% de fino, en la faja granulométrica de tamiz N° 4 de 4,75mm. La densidad mínima de 98%; y CBR de 60% al 98%.

Figura N° 3 Perfilado y compactado de capa súbbase



Fuente: Elaboración propia

2.3.2.2 CAPA BASE

La base puede ser: base granular, que es la capa formada por la combinación de piedra o grava, con arena y suelo, en su estado natural, clasificados o con trituración parcial; base de grava o piedra trituradas, formada por la combinación de piedra o grava trituradas, combinadas con material arena y grava; capa base, formada por una mezcla de materiales de origen volcánico compuestos por arena de río, incluyendo gravas en estado natural mezclados, para capa de base que está constituida por materiales granulares.

La densidad máxima de compactación al 100%; CBR al 100%, y el desgaste de los ángeles debe ser menor de 0,40% y la tolerancia de topografía ± 1 .

La base granular o base de grava o piedra triturada, el procedimiento de trabajo es igual al descrito anteriormente para la sub-base, teniendo en cuenta que, después de haber cumplido satisfactoriamente con todos los ensayos correspondientes según especificación técnica previos a su recepción, se debe proteger con riego de imprimación, que es la aplicación de un asfalto líquido, por 50% de asfalto y 50% de kerosén, con el fin de protegerla, impermeabilizarla y endurecer la superficie favoreciendo así la adherencia entre la superficie de la base y la capa inmediata superior (carpeta asfáltica).

Se podrá aplicar el riego de imprimación sólo si la temperatura ambiente a la sombra es mayor a los 10 °C; no se podrá aplicar el riego de imprimación cuando esté lloviendo o la superficie se encuentre saturada. La imprimación debe tener una temperatura de 70% a 80%.

Figura N° 4 Material granular de capa base.

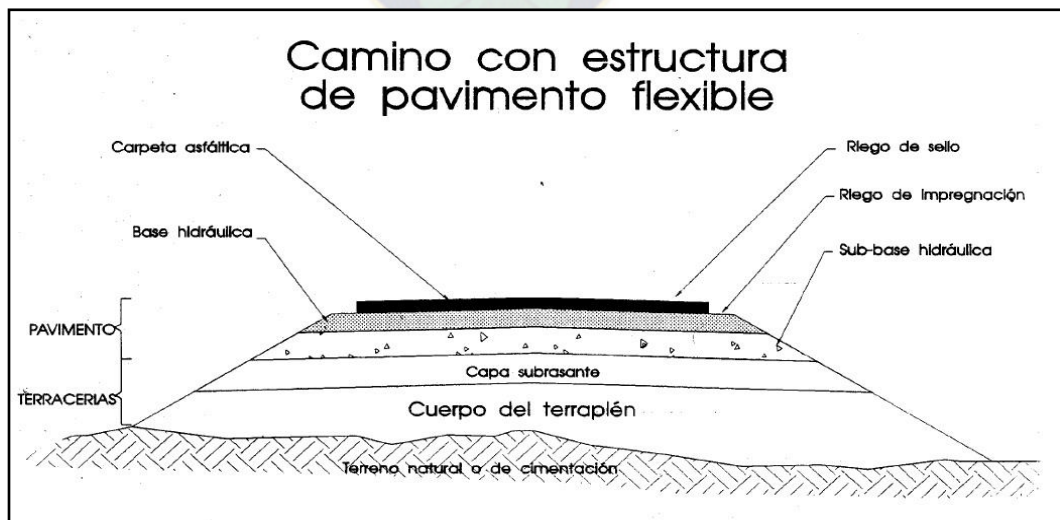


Fuente: Elaboración propia

2.3.3 SUPERVISIÓN DE CARPETA ASFÁLTICA

La carpeta asfáltica debe proporcionar una superficie de rodamiento adecuada con textura y color convenientes y resistir los efectos abrasivos del tráfico hasta donde sea posible ya que estará en contacto directo con él; además debe impedir el paso del agua a las capas inferiores, para la circulación de personas o vehículos.

Figura N° 5 Estructura de pavimento.



Fuente: Elaboración propia

2.3.3.1 PROCEDIMIENTO DE CARPETA ASFÁLTICA

Es el proceso por el cual los componentes estructurales: carpeta asfáltica, base, súbbase, subrasante (compactada), de un segmento de carretera son determinados tomando en consideración la naturaleza de la subrasante, las consideraciones ambientales, densidad y composición del tráfico y las condiciones de mantenimiento.

Para colocar la carpeta asfáltica, se debe de limpiar la superficie imprimada de la base ya que tendrá restos sueltos del material que se utilizó como secante de la imprimación. Esta limpieza se debe de comenzar pasando una escoba manual para que retire todo el material suelto que se encuentre sobre la superficie; y finalmente se limpia con aire comprimido para lo cual se necesita un compresor de aire grande dotado de mangueras flexibles con sus respectivas boquillas para limpiar los restos de polvo o arena que hayan quedado sobre la superficie imprimada.

La carpeta asfáltica se coloca en caliente por medio de una máquina terminadora de asfalto autopropulsada, que puede ser de neumáticos; al tener la superficie limpia, la brigada de topografía procederá a marcar longitudinalmente sobre las líneas central y laterales, una secuencia de puntos que servirán de guía para alinear la máquina terminadora de asfalto durante su desplazamiento al ir colocando la mezcla asfáltica.

Figura N° 6 Proceso de asfaltado, Maquina terminadora.



Fuente: Elaboración propia

2.3.4 SUPERVISIÓN DE SUBDRENES

Este trabajo consiste en la construcción de estructuras drenantes del pavimento o subsuelo con la finalidad de captar y evacuar aguas subterráneas, utilizando materiales filtrantes, tales como: piedra, grava, tubería perforada, geo textiles y otros debidamente aprobados, de acuerdo con estas especificaciones y de conformidad con el proyecto.

Los subdrenes a construir que no estén considerados en el proyecto, serán definidos y aprobados por el Supervisor en función a las condiciones particulares encontradas en el terreno.

2.3.4.1 MATERIALES

Los materiales para los subdrenes consistirán de lo siguiente:

- a) **Material filtrante:** Podrá ser natural, provenir de la trituración de piedra o roca, o ser una mezcla de ambos y estará constituido por fragmentos duros y resistentes.

El subdrén va cubierto por un geotextil se permitirá granulometría con fragmentos de un solo tamaño.

En caso de terrenos cohesivos, el límite superior para diámetro del filtro, se establecerá en 0,1 mm. Cuando sea preciso, deberán utilizarse en el proyecto dos o más materiales de filtros. Ordenados éstos desde el terreno natural a la tubería, deben satisfacer, cada una de las condiciones exigidas anteriormente entre el material filtro y el suelo a drenar. El material filtrante, se colocará dentro de la zanja en capas con el espesor indicado en el Proyecto, empleando un método que no genere daños en el geotextil o en las paredes de la excavación.

- b) **Geotextil:** Se utilizarán geotextil que cumplan las exigencias que se especifican.

Como la permeabilidad del geotextil debe ser compatible con la del suelo, su coeficiente de permeabilidad y su tamaño de abertura aparente serán indicados en el Proyecto o aprobados por el Supervisor.

- c) **Tubería:** La tubería perforada a instalar, será la especificada en el proyecto y en caso contrario será la aprobada por el Supervisor.
- d) **Equipo:** Se deberá disponer de los equipos necesarios para explotar, procesar, cargar, transportar y colocar el material filtrante, así como para los trabajos de instalación del subdrén.

La excavación se deberá ejecutar de acuerdo con lo indicado en los sectores existentes de aguas subterráneas.

Figura N° 7 Proceso constructivo de subdren.



Fuente: Elaboración propia

2.3.5 MÉTODOS DE ESTABILIZACIÓN Y CONTENCIÓN TERRAMESH

En la actualidad existe nueva modalidad de técnicas de estabilización y contención de terrenos inestables o rellenos y taludes en la construcción de carreteras como el sobre ancho de plataforma con sistemas terramesh, económicamente es costo menor que un hormigón armado:

2.4 APORTES REALIZADOS A LA EMPRESA DURANTE LA PASANTÍA

Una responsabilidad directa con la empresa, con el director de obra de asignarme como residente de obra en la construcción de carretera Yolosita- Coroico, para realizar el control de las actividades que se realizaron excavaciones, cortes de talud, los subdrenes, transporte de material granular a la plataforma y dosificado, control de compactación, la construcción de sistema terramesh como estabilización de talud, según las especificaciones técnicas del proyecto.

2.5 EXPERIENCIAS ADQUIRIDAS EN EL CAMPO DE TRABAJO

La experiencia adquirida es aplicar el proceso que lleva la construcción de carretera Yolosita- Coroico en las fases de movimiento de tierras, construcción de bases, construcción de sub-bases y la colocación de superficies de rodadura, se debe optimizar el uso del equipo y maquinaria con que se cuenta en el proyecto.

El director de obra me dio la oportunidad directa de ser responsable como residente de obra en controlar y hacer cumplir con las especificaciones técnicas estipuladas para la construcción de las capas inferior e intermedia de la estructura del pavimento, de no ser así, éstas pueden fallar en la superficie de rodadura de pavimento flexible.

Realizar las pruebas de ensayos con el personal del laboratorio de materiales y suelos, ya que sus óptimos resultados sirven para mantener el control de calidad de los trabajos que se realizan dentro de la construcción de carretera de acuerdo a las especificaciones técnicas.

Supervisar y controlar la construcción de muros de contención terramesh system, la cual participe en el tramo carretero Yolosita- Coroico.



**CAPÍTULO III
MARCO
CONCEPTUAL
DE LA
PASANTÍA**

CAPÍTULO III

MARCO CONCEPTUAL DE LA PASANTÍA

3.1 UBICACIÓN

La Empresa prevé el desarrollo de comunicación y construcción de carreteras, ubicado en el sector de Yolosita, municipio de Coroico en provincia Nor yungas en el departamento La Paz.

El proyecto carretera en donde se encuentra las poblaciones de Yolosita (1100msnm) y Coroico (1500msnm) surcando los valles de Coroico de La Paz.

Figura N° 8 Plano de ubicación.



Fuente: Elaborado por la consultora

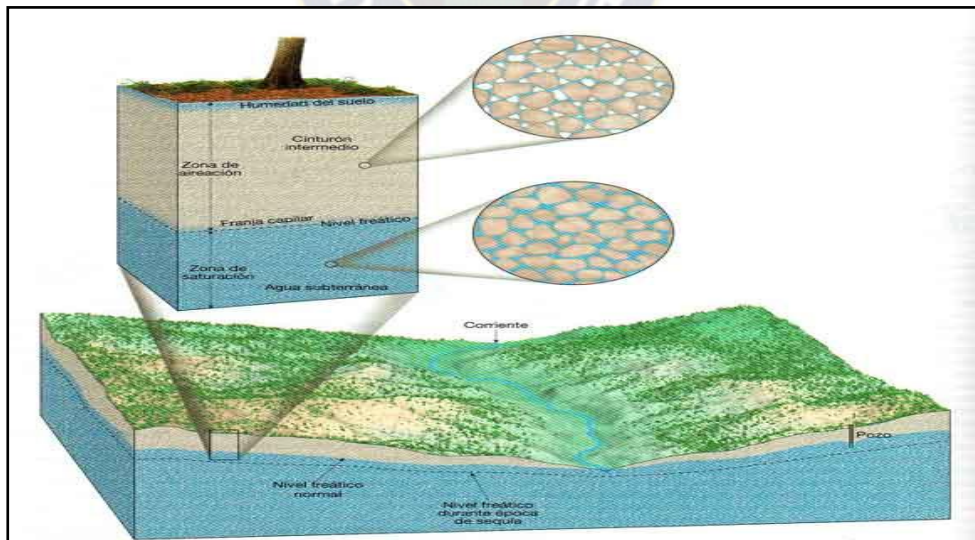
3.1.1 ENCUADRE GEOLÓGICO

Los problemas principales son las fallas geológicas encontradas a lo largo del proyecto, también existen afloramientos de agua que dañan la estructura de la plataforma en construcción. En el primer caso se han identificado los puntos y se realiza el peinado de taludes, en el tema de la presencia de agua se procede al colocado del drenaje respectivo evacuación longitudinal y transversal.

3.1.2 NIVELES FREÁTICOS

El nivel freático, también conocido como manto freático, son las aguas subterráneas que existen el planeta, son venas o corrientes de aguas dulces, y no en todos los casos se encuentra en la misma profundidad es variable, dependiendo de las fuentes de agua terrestre, y nivel del mar.

Figura N° 9 Muestreo de nivel freático.



Fuente: Copia del ocv.unican.es

Es decir hay un pozo de agua y el agua se encuentra a los 10 m de profundidad, el nivel freático se halla a los 10 m. El nivel freático puede variar dependiendo de factores como la estación de lluvias, sequía, explotación y circunstancias meteorológicas de las que depende la recarga de los acuíferos

El nivel freático se encuentra a 8m de la superficie en la progresiva 0+020 y1+200 de la carretera Yolosita- hotel sierra verde, debido a que son quebradas o cerros caídas, suelen correr las aguas vertientes y filtraciones por diferentes causas climatológicas.

3.1.3 PLANIFICACIÓN DE ENSAYOS DE CAMPO

Los muros de contención son estructuras que entrañan cierto riesgo de rotura por fallo del terreno, por lo que suelen exigir un reconocimiento detallado del cimiento y del material a utilizar en su fundación.

El reconocimiento geotécnico del cimiento de los mismos debe realizarse con ayuda de la cartografía geológica, en primera instancia, y después mediante un reconocimiento de detalle de la zona de apoyo a explorar hasta una profundidad igual o superior a la altura prevista en el muro.

La planificación hidrogeológica local (medida de niveles freáticos)

Para estudiar y definir la fundación o cimentación de los muros de contención, es recomendable realizar los reconocimientos geotécnicos según perfiles transversales al muro. En esos perfiles, se debe explorar el terreno por delante, debajo y detrás del muro para poder preparar las secciones de verificación adecuadamente.

Es conveniente investigar el perfil correspondiente a la mayor altura de muro y otros perfiles representativos.

3.2 EXPLORACIONES DE CAMPO

Se recomienda realizar ensayos de inspección visual y clasificación, resistencia al corte por medio de ensayos de compresión no confinada, corte directo o triaxial.

Se le debe dar mucha significancia a la distribución granulométrica y a la plasticidad. Adicionalmente, se debe investigar el comportamiento de los suelos a la compactación, de acuerdo a AASHTO T 99 o T 180.

Para la determinación de asentamientos es muy importante conocer el coeficiente de consolidación C_c , conjuntamente con una aproximación del índice de compresión C_v , por lo tanto también se recomiendan ensayos de consolidación.

Para determinar la agresividad potencial de los suelos de relleno se deben realizar ensayos de pH, resistividad eléctrica y contenido de sales, incluyendo sulfatos y cloruros.

3.2.1 ANÁLISIS DE INESTABILIDAD

Son aquellos que modifican las fuerzas internas y externas que actúan sobre el terreno. La combinación de ellos determinan la condición de falla a lo largo de una o varias superficies de falla. Asimismo, hacen que sea posible cinemática mente el movimiento de un cierto volumen de masa de suelo o roca.

a). Factores condicionantes o pasivos. Son intrínsecos a los materiales naturales. Dependen de la propia naturaleza, estructura y forma del terreno (estratigrafía, litología y estructuras geológicas). Comprenden a los factores geométricos (altura e inclinación), geológicos (presencia de planos, zonas de debilidad), hidrogeológicos (presencia de agua en la masa de suelo o roca) y geotécnicos (relacionan el

comportamiento mecánico del suelo y la roca, como es la resistencia y la de formalidad).

b).Factores desencadenantes o activos. Son factores externos que provocan o desencadenan la inestabilidad. Son responsables de la generación de la falla, de la magnitud del deslizamiento o desprendimiento y de su velocidad. Actúan sobre los suelos o macizos rocosos modificando sus características, propiedades y condiciones de equilibrio del talud o ladera. Los factores activos más importantes son: los climáticos (precipitaciones), los cambios en las condiciones hidrogeológicas del talud, la modificación de la geometría, la erosión, los sismos, las sobrecargas estáticas, las cargas dinámicas y las acciones antrópicas (aquellas donde interviene el hombre, modificando las condiciones naturales del suelo o la roca).

3.2.2 ESTABILIZACIÓN DE TALUDES Y ATENCIÓN DE DESLIZAMIENTOS

La modelación matemática para el análisis de laderas y taludes es parte de la práctica de la ingeniería geotécnica, que busca analizar las condiciones de estabilidad de las laderas y la seguridad y funcionalidad del diseño en los taludes artificiales.

Los objetivos principales del análisis matemático son: a) determinar las condiciones de estabilidad del talud, es decir si es estable o inestable y el margen de estabilidad, b) investigar los mecanismos potenciales de falla (cómo ocurre la falla), c) determinar la sensibilidad o susceptibilidad de los taludes a diferentes mecanismos de activación (efecto de lluvias, sismos), d) comparar la efectividad de las diferentes opciones de remediación o estabilización y su efecto sobre la estabilidad del talud, y e) diseñar los taludes óptimos en término de seguridad, confiabilidad y economía.

Los procedimientos para investigar laderas y diseñar taludes (dependiendo de su complejidad y costo), se pueden agrupar en:

- a) Empíricos. Se basan en la observación de campo y la experiencia local; en general no necesitan exploración de campo, ni ensayos de laboratorio, ni cálculos de estabilidad.
- b) Simplificados. Se fundamentan en el uso de gráficas de estabilidad en combinación con observaciones de campo y un número de sondeos y ensayos de laboratorio.
- c) Detallados. Se apoyan en procedimientos detallados de análisis de estabilidad en combinación con un programa de investigación del sitio y ensayos de laboratorio.

3.2.2.1 TALUDES

Un talud o ladera, es una masa de tierra que no es plana sino que posee pendiente o cambios de altura significativos. Técnicamente se define como ladera cuando su conformación actual tuvo como origen un proceso natural, y talud cuando se conformó artificialmente.

Los taludes para las secciones en corte y relleno variarán de acuerdo a la estabilidad de los terrenos en que están practicados. Las alturas admisibles del talud y su inclinación se determinarán, en lo posible, por medio de ensayos y cálculos o tomando en cuenta la experiencia del comportamiento de los taludes de corte ejecutados en rocas o suelos de naturaleza y características geotécnicas similares que se mantienen estables ante condiciones ambientales.

Los valores de la inclinación de los taludes en corte y relleno serán de un modo referencial indicados.

3.2.2.2 PLATAFORMAS

A partir de una imagen digitalizada con unas dimensiones y definición conocidas es posible conseguir, con alta precisión, el ancho real que existe en un punto determinado de la plataforma. “Zona de la carretera destinada al uso de los vehículos, formada por la calzada, los arcenes y las bermas afirmadas”.

Se define como ancho de plataforma (corona) la superficie superior de la carretera, que incluye la calzada y las bermas.

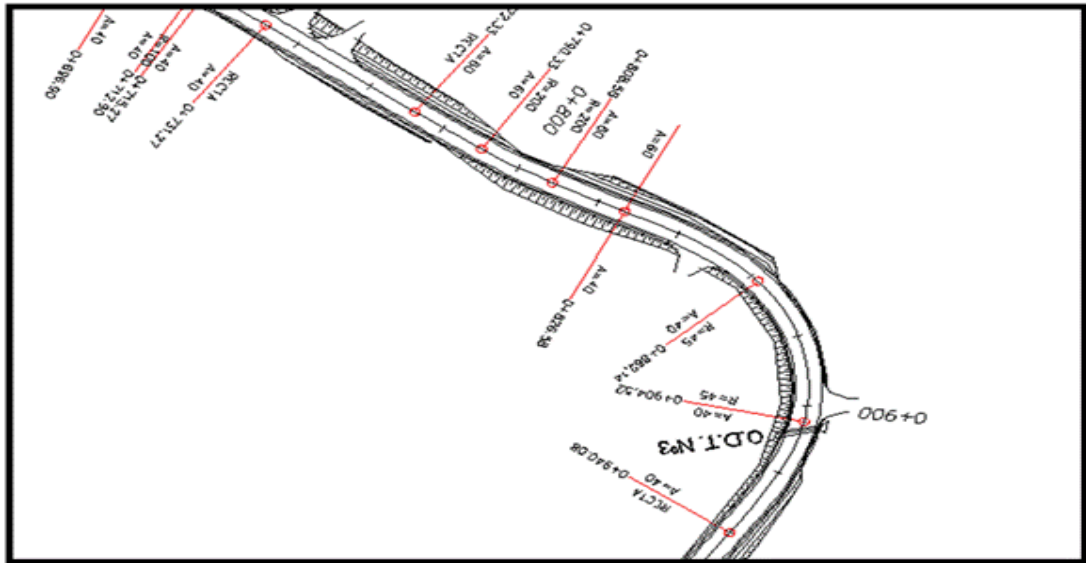
El ancho de la plataforma a rasante terminada (corona) resulta de la suma del ancho en calzada y del ancho de las bermas.

La plataforma a nivel de la subrasante tendrá un ancho necesario para recibir sobre ella la capa o capas de la subbase, base, carpeta asfáltica o tratamiento superficial y la cuneta de drenaje.

Para la realización y explotación del Inventario se distinguirá entre Plataforma Principal y Plataforma Total:

- ❖ **Plataforma principal:** Ancho de la zona de la carretera destinada al uso de los vehículos, formada por los carriles de circulación, los carriles lentos de largo recorrido y las bermas.
- ❖ **Plataforma total:** Ancho de la zona de la carretera formada por los carriles de circulación, carriles lentos de largo recorrido, carriles adicionales, arcenes y las bermas.

Figura N° 10 Planos de progresivas de la plataforma.



Fuente: Topografía de la empresa

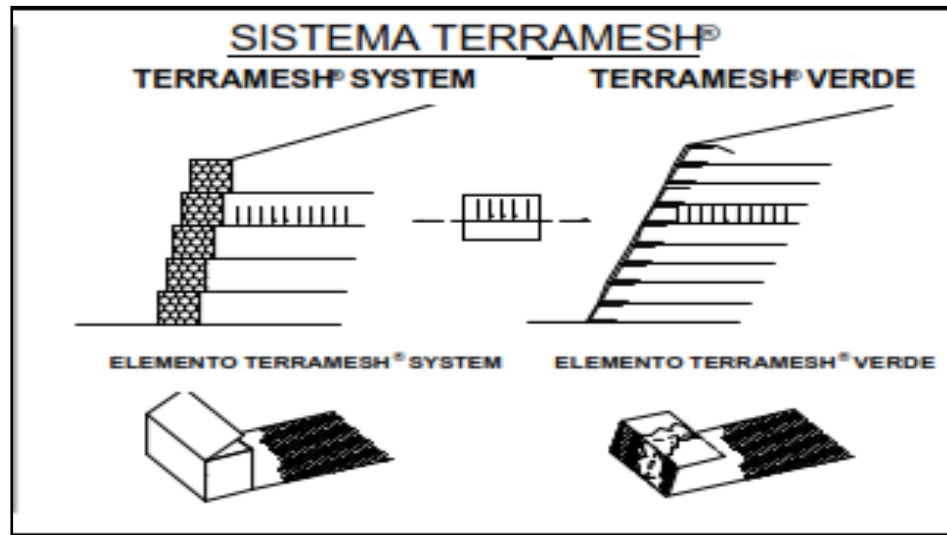
3.3 SISTEMA TERRAMESH

En la búsqueda de disminuir el costo de las obras de estabilización y contención de taludes, MACCAFERRI direccionó sus esfuerzos en la búsqueda de nuevas técnicas constructivas que permitan la utilización de soluciones disponibles y así obtener economía con máxima seguridad.

Así nació el Sistema Terramesh, basándose en el principio de suelo reforzado anteriormente explicado y la tecnología desarrollada a inicios de los años 60 por el Profesor Henri Vidal conocida mundialmente como “terree armé” (tierra armada). Esta idea puede ser encontrada en la misma naturaleza, tan solo observando como el suelo gana resistencia por la presencia de raíces (fibras) en su estructura que trabajan como tensores.

Maccaferri presenta la solución Terramesh en dos formas distintas (figura 11):

Figura N° 11 Método de terramesh system.



Fuente: MACCAFERRI

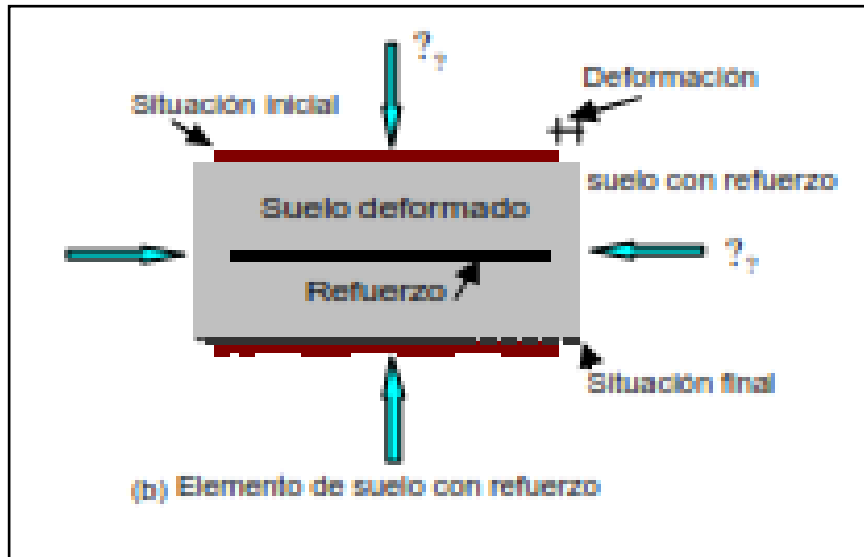
3.3.1 CONCEPTO DE SUELO REFORZADO

Una estructura de suelo reforzado consiste en la introducción de elementos resistentes a tracción convenientemente orientados, que aumentan la resistencia del suelo y disminuyen las deformaciones del macizo. En este método, conocido como refuerzo de suelos, el comportamiento global del macizo es mejorado a costa de la transferencia de los esfuerzos para los elementos resistentes (refuerzos).

Los suelos poseen en general elevada resistencia a esfuerzos de compresión, pero baja resistencia a esfuerzos de tracción. Cuando una masa de suelo es cargada verticalmente, la misma sufre deformaciones verticales de compresión y deformaciones laterales de elongación (tracción). Con todo lo mencionado, si la masa de suelo estuviera reforzada, los movimientos laterales serían limitados por la rigidez del refuerzo. Esta restricción de deformaciones es obtenida gracias a la

resistencia a tracción de los elementos de refuerzo. La figura 12 muestra el principio básico del comportamiento de un suelo reforzado.

Figura N° 12 Elemento de suelo reforzado.



Fuente: Copia de MACCAFERRI

3.3.2 ANTECEDENTES DEL SISTEMA TERRAMESH

Los sistemas de refuerzo han sido usados desde la época prehistórica para el mejoramiento del suelo. El uso de paja para mejorar la calidad de ladrillos de adobe data de los inicios de la historia humana. Muchos primitivos usaron troncos y ramas para reforzar sus moradas de barro. Algunos ejemplos de refuerzo de suelo incluyen ramas de árbol, los cuales han sido usados en China por más de 1,000 años y a lo largo del río Mississippi en los años 1880s. Otros ejemplos incluyen clavijas de madera usadas en Inglaterra para el control de erosión y derrumbes, el bambú y la malla de alambres. El refuerzo de suelos también puede ser logrado por el crecimiento de raíces de las plantas.

Los métodos modernos de refuerzo del suelo para la construcción de barreras de contención fueron realizados por el arquitecto e ingeniero francés Henri Vidal en los inicios de 1960. Su investigación ocasionó la invención y el desarrollo del sistema Tierra Armada, un sistema en el cual se emplean tirantes de acero como refuerzo. El primer muro que usó esta tecnología en los Estados Unidos se construyó en 1972 en California.

Basándose en el principio de sistema de suelo reforzado desarrollado por el ingeniero Henry Vidal la empresa Maccaferri desarrollo el Sistema Terramesh, la primera estructura documentada que presenta una combinación de gaviones y suelo reforzado fue construida en Sabah, Malasia en 1979. Un revestimiento vertical de gaviones fue anclado al suelo por medio de tirantes de acero. La estructura, con una altura de 14 metros soporta un tramo de la autopista que une Kota Kinabalu y Sinsuran. Debido al buen funcionamiento, esta solución fue utilizada en los siguientes tres años en otras contenciones en esa misma autopista.

3.3.3 DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA TERRAMESH

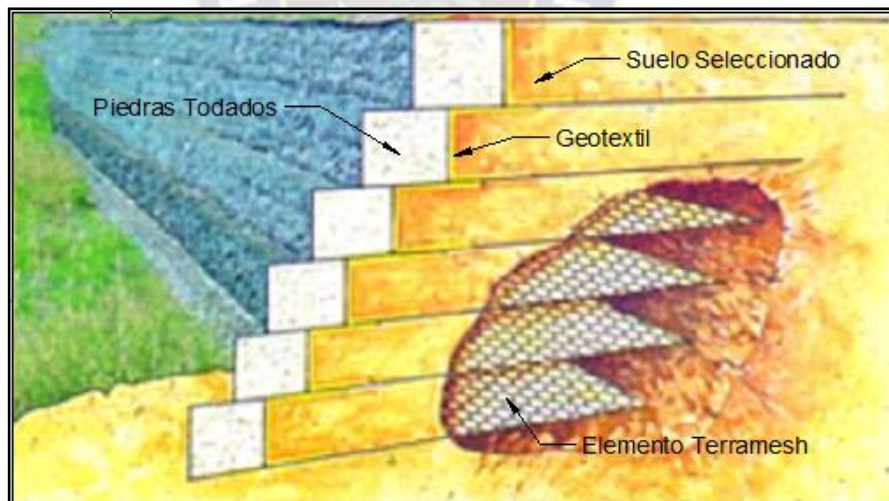
El sistema de suelo reforzado en terramesh system está formado por los elementos terramesh, el cual gracias a su paramento frontal de gavión y al refuerzo continuo de malla hexagonal a triple torsión forman el elemento principal de refuerzo del sistema, geotextil, sistema de drenaje y el relleno compactado.

- ❖ **Terramesh System:** Elemento de refuerzo el cual está formado por un paramento frontal de gavión y un refuerzo continuo de malla hexagonal a triple torsión que forma una sola unidad con el paramento frontal. El paramento frontal es similar a una caja de gavión la cual se rellena de piedras dándole una similitud visual a un muro de gaviones. Este paramento frontal de gaviones no cumple una función estructural dentro del sistema de suelo

reforzado su función principal es como fachada y como control de erosión del paramento.

- ❖ **Geotextil:** El geotextil cumple una función importante en el sistema de suelo reforzado con terramesh ya que evita el paso del material fino de relleno compactado a través de los vacíos de las piedras del gavión.
- ❖ **Sistema de Drenaje:** El sistema de drenaje es un elemento muy importante en cualquier sistema de suelo reforzado, éste se puede ser en geo compuestos de drenaje o la opción típica columna de grava.
- ❖ **Relleno Compactado:** El relleno compactado debe ser de acuerdo a las especificaciones técnicas del proyecto, según los manuales de diseño se recomiendan un relleno compactado con una compactación mínima, máxima del 95% del proctor modificado.

Figura N°13 Elemento de terramesh system



Fuente: Elaboración propia

3.3.3.1 CARACTERÍSTICAS

El sistema de suelo reforzado en Terramesh System presenta las siguientes principales características:

- ❖ La Flexibilidad, que brinda a la estructura y la posibilidad de acompañar los asentamientos del terreno de fundación, principalmente cuando se compara con soluciones tradicionales.
- ❖ La Permeabilidad, del paramento frontal, la cual se genera debido a los vacíos entre las piedras.
- ❖ La Durabilidad, las obras de contención por su importancia, exigen larga vida útil. Deben por lo tanto ser constituidas por materiales resistentes, capaces de soportar los empujes generados por el terreno y eventuales sobrecargas y que requieren poco mantenimiento.
- ❖ La simplicidad constructiva, permite que una estructura Terramesh sea ejecutada manualmente, con instalaciones y equipamientos mínimos (aquellos necesarios para la construcción de un relleno compactado)
- ❖ La Versatilidad, que permite construir un paramento vertical, inclinado o escalonado.
- ❖ El Impacto Ambiental, debido a que el paramento frontal es de piedras, la cual es un elemento paisajístico, además con el pasar del tiempo los vacíos de las piedras es llenado por material fino y semillas las cuales permiten que la vegetación se desarrolle.
- ❖ Practicidad y Economía, debido a que para su construcción no se necesita de equipos ni de mano de obra especializada.

3.3.3.2 ESPECIFICACIÓN

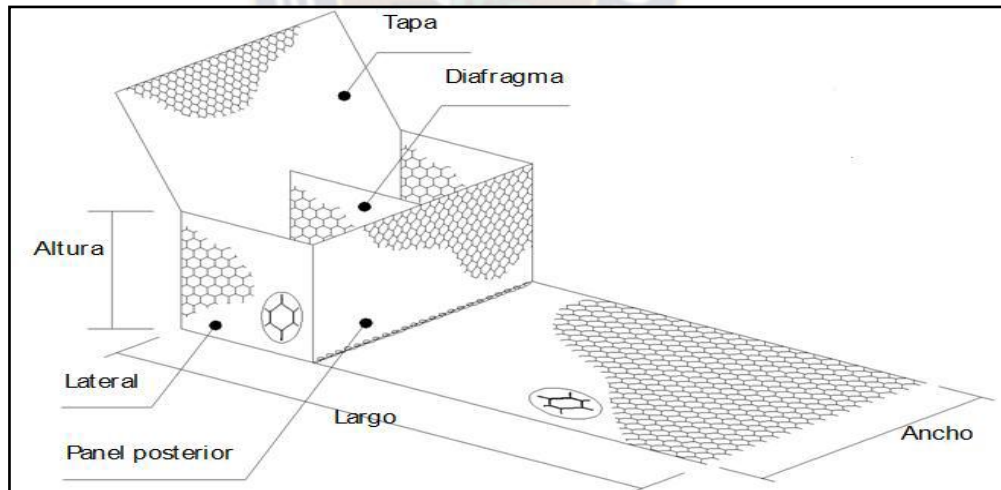
El elemento es constituido por un solo paño de malla que forma la tapa, el paramento frontal, la base del paramento externo y la cola la cual cumple la función de refuerzo.

La elongación del alambre no deberá ser menor al 12%.

Las características indispensables que deberá de tener el tipo de paño de acero a utilizar para fabricar el elemento Terramesh son las siguientes:

- ❖ No ser fácil de destejer o desmallar.
- ❖ Poseer una elevada resistencia mecánica y contra fenómenos de corrosión.
- ❖ Facilidad de colocación.

Figura N° 14 Sistema de Terramesh System

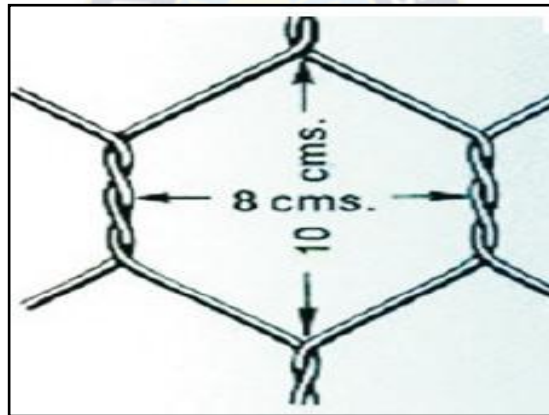


Fuente: Elaborado por Maccaferri

El paño de malla que conforma el Elemento Terramesh será de malla hexagonal a triple torsión, las torsiones serán obtenidas entrelazando los alambres por tres medios giros. De esta manera se impedirá que la malla se desteja por rotura accidental de los alambres que la conforman.

Adicionalmente la malla debe tener una garantía para la protección contra la corrosión debido a la agresividad del suelo y/o agua, fenómenos de corrientes galvánicas, y agentes atmosféricos mediante un revestimiento de GALFAN (Zn-5Al-MM) y PVC.

Figura N° 15 Representación de malla hexagonal a triple torsión



Fuente: Maccaferri

Los valores de las dimensiones del Terramesh System son:

Largo de cola: 3 m (Mínimo), Ancho: 2 m y Altura: 1 m.

La caja del paramento frontal del Terramesh System es dividida en dos celdas por un diafragma que deberá ser amarrado durante la construcción en obra.

3.3.4 PROPIEDADES MECÁNICAS

Las propiedades mecánicas del sistema terramesh como sistema de suelo reforzado han sido demostrados en una serie de ensayos realizados en todos estos años, pruebas

de tracción fueron realizadas con el objetivo de obtener reales sobre la capacidad de anclaje con diferentes tipos de suelos, capaz de relleno y largos de anclaje.

Las pruebas mostraron que la capacidad de anclaje obtenida por la malla hexagonal se da debido a la acción combinada entre la fricción, corte y trabazón mecánica.

La fricción se manifiesta en la superficie de los alambres y está relacionada con el ángulo de fricción interna del material de relleno.

El corte surge debido al formato tridimensional de la malla, la cual confina en su interior una porción del relleno. Este fenómeno puede ser observado en el caso de movimientos relativos (suelo-paño de malla), donde la malla al deslizarse tiende a mover el suelo, movilizándolo así su resistencia al corte total.

La trabazón mecánica juega un papel importante cuando un gran porcentaje del relleno está graduado en un rango entre 10 hasta 15 veces el diámetro del alambre. Una vez realizadas las pruebas de tracción con varios tipos de rellenos con tales características se observó un notable aumento de la capacidad de anclaje.

Es importante señalar que la resistencia a la tracción en la dirección de las torsiones es más grande que en la dirección transversal, por lo tanto los paneles de malla deben ser siempre colocados de tal forma que la dirección de las torsiones forme ángulos rectos con la cara frontal.

Para poder definir las características de resistencia y de anclaje de la malla hexagonal a triple torsión y el comportamiento estructural del sistema Terramesh, fueron efectuadas repetidas series de ensayos, ya sea en muestras de malla.

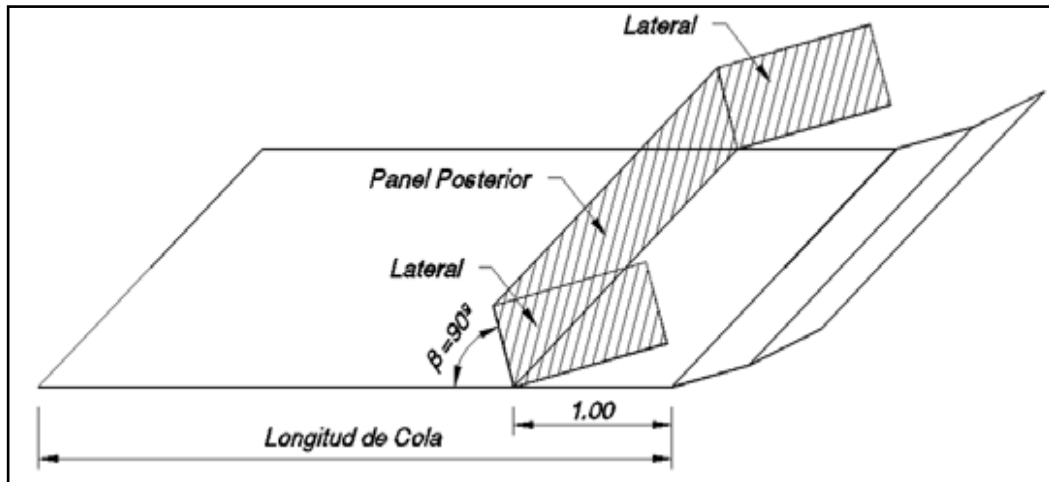
3.3.5 PROCEDIMIENTO CONSTRUCTIVO

La fundación de la estructura deberá tener un ancho mínimo igual a la longitud de la cola de refuerzo del Sistema Terramesh más 50 cm, o como se indique en planos.

Deberá ser nivelada y compactada, el paramento externo del muro podrá ser vertical o escalonado, tal como se indique en los planos de acuerdo al diseño realizado.

Los elementos Terramesh deberán ser abiertos en una superficie plana de acuerdo con la figura: 16.

Figura N° 16 Elemento terramesh desdoblado.



Fuente: Elaborado por Maccaferri

Se levanta el panel posterior hasta que quede a 90° de la horizontal y se inserta el diafragma en el medio del paramento frontal. Asimismo, se ajusta los alambres que sobresalen en los extremos del terramesh.

Las unidades pre-armadas deberán ser dispuestas en su ubicación final de obra, colocando las de manera contigua mediante dos puntos de fijación en las colas.

Antes de proceder al relleno del paramento frontal con piedras se deberá realizar el amarre del paramento de los terramesh contiguos. El amarre se efectuará utilizando el alambre previsto junto con el terramesh y se realizará dando una vuelta simple y una vuelta triple cada 10cm en forma alternada.

Luego se procederá al relleno del paramento frontal (conforme a las mismas técnicas utilizadas para los gaviones), el relleno se debe de realizar en tercios y colocando los tensores.

Figura N°17 Llenado de piedra, extendido la cola



Fuente: Elaboración propia

Luego se procede a colocar el geotextil clase 2 de filtro según el plano de detalle.

El relleno deberá ser ejecutado en capas cuyo espesor no exceda los 0.30m. Es necesario asegurar que los equipos pesados de compactación no tengan contacto con los refuerzos y no queden a una distancia menor de 1m del paramento interior del Terramesh.

Se colocaran los terramesh superiores sobre los inferiores y se deberán amarrar en los puntos de contacto, se realizará este procedimiento hasta llegar al nivel final del terramesh.

Se deberá colocar los sistemas de drenaje de acuerdo a los planos de detalle del proyecto, estos sistemas de drenaje son de suma importancia para evacuar las aguas de infiltración que pueden causar sobre esfuerzos al muro de contención.

De esta forma se obtiene una solución que combina resistencia, flexibilidad, versatilidad y economía.

3.3.6 USOS Y APLICACIONES

En general, la aplicación de la tecnología de taludes reforzados con geomalla, geo dril optimiza el movimiento de suelos en las obras, así como permite ganar espacios provechosos. En las Figura pueden verse algunos ejemplos de aplicación.

Este tipo de tecnología, además, se hace especialmente económico en los siguientes casos:

- a) El elemento confeccionado en la fábrica debe ser abierto en una superficie plana conforme a la figura. Los dobleces del panel frontal definen la forma rectangular de la cara externa de la estructura y apertura del elemento a lo largo de los dobleces y levantamiento de panel posterior.
- b) Cuando se necesita espacio al borde de un talud: En este caso, el sistema permite la construcción de pendientes de talud muy inclinadas, reemplazando a los muros de contención tradicionales (que suelen ser caros).
- c) Posicionamiento del diafragma, que está suelto dentro del elemento, y costura de todas las aristas. Colocación del elemento Terramesh en su posición definitiva y unión a los elementos adyacentes
- d) Llenado con piedras (según las mismas técnicas utilizadas para los gaviones) cerrado y costura de las tapas. Colocación del filtro geotextil y colocación de suelo compactado hasta la altura del elemento (en capas no superiores a los 20 cm)
- e) Posicionamiento del elemento Terramesh sucesivo, costurar cuando este llenado con material de piedra hasta hacer obra terminada.
- f) Cuando el material de relleno es escaso o caro: Como el sistema reforzado permite la construcción de pendientes mucho más empinadas que las naturales del suelo, se minimiza el requerimiento de relleno y transporte.

Figura N°18 Elemento terramesh



Fuente: Elaboración propia

Figura N° 19 Posición del diafragma



Fuente: Elaboración propia

3.3.7 LIMITACIONES

Para la elaboración del presente trabajo se encontraron algunas limitaciones entre las cuales se mencionan las siguientes:

- ❖ La construcción terramesh system 5 m de altura se utilizara con cola de cuatro metros. Cuando la altura es mayor debe ser mayor la cola para estabilización de talud.

- ❖ El compactado se debe hacer a 50cm o 1m del terramesh, compactar al borde con rodillo de 1240 toneladas lo deformara el terramesh system construido.
- ❖ La compactación se lo hará con saltarín para no ser deformado terramesh, las compactaciones se debe hacer por capas de 0.40cm y 0.30cm, porcentaje de compactación no debe ser mayor a 95%

3.4 MÉTODOS DE RECONOCIMIENTO DEL SUELO

Los muros de contención son estructuras que entrañan cierto riesgo de rotura por fallo del terreno, por lo que suelen exigir un reconocimiento detallado del cimiento y del material a utilizar o cambio material de suelo.

El reconocimiento geotécnico del cimiento de los mismos debe realizarse con ayuda de la cartografía geológica, en primera instancia, y después mediante un reconocimiento de detalle de la zona de apoyo. Este último reconocimiento debe explorar el cimiento hasta una profundidad igual o superior a la altura prevista en el muro, salvo que a menor profundidad se compruebe la existencia de roca sana.

El reconocimiento hidrogeológico local (medida de niveles freáticos, censo de fuentes, etc.) resulta de importancia capital en este tipo de estructuras, habida cuenta de la importancia del agua en las acciones de empuje.

Para estudiar y definir la cimentación de los muros de contención, es recomendable realizar los reconocimientos geotécnicos según perfiles transversales al muro. En esos perfiles, se debe explorar el terreno por delante, debajo y detrás del muro para poder preparar las secciones de verificación adecuadamente.

Es conveniente investigar el perfil correspondiente a la mayor altura de muro y otros perfiles representativos. El número de perfiles a reconocer en detalle será, como mínimo, tres si el muro es de menos de 50 m de longitud y debe incrementarse en un perfil más por cada 20 m de longitud adicionales. La heterogeneidad del terreno y las

dificultades previstas en la cimentación pueden requerir la intensificación de estos reconocimientos mínimos.

3.5 NORMAS APLICADAS

La AASHTO y otras entidades recomiendan que los muros de tierra Armada con geo textil sean construidos utilizando materiales granulares como relleno de acuerdo a las especificaciones técnicas del proyecto carretera. Esta recomendación tiene su fundamento en la preocupación del mal drenaje de los materiales finos, el cual conduce a la pérdida de resistencia al cortante y problemas de movimientos después de la construcción.

El valor de T_d para el refuerzo metálico deberá ser calculado en base a la resistencia del refuerzo en su sección transversal o por un reconocido método de ensayo de rotura a tracción. Para el Terramesh la referencia son los ensayos hechos de acuerdo con ASTM A-975 “Gaviones y Colchones Reno en malla hexagonal de triple torsión”, que tiene en cuenta las características geométricas de la malla tipo triple torsión. Este valor de la resistencia T va a depender de las dimensiones de las mallas, por ejemplo para la malla hexagonal de triple torsión de dimensiones 10x12cm el valor del $T_{ult} = 41.30 \text{ kN/m}$.

Los factores de reducción se deben determinar mediante ensayos, éstos varían de acuerdo al tipo de refuerzo y suelo de relleno. En general el valor de resistencia de diseño T_d para la malla 8x10 es de:

Para Arcillas, Limos y Arenas

$$T_d = T_{ult} / FRT = 41.30 / 1.30 = 31.77 \text{ kN/m}$$

Para Gravas y Arenas Gruesas

$$T_d = T_{ult} / FRT = 41.30 / 1.44 = 28.68 \text{ kN/m}$$

Tabla N° 1 Especificaciones de materiales de relleno

Requisito	Relleno de Material	Relleno d Material
	Friccionante	Cohesivo
Tamaño máximo	150 mm	150 mm
% Pasantes 1/2"	25%	--
% Pasantes tamiz 30	8%	--
% Pasantes tamiz 200	0 a 10 %	10 - 80 %
% menor de 2 micrones	--	0 - 10 %
Coefficiente de uniformidad	5%	5%
Limite líquido	--	45%
Limite Plástico	--	20%

Fuente: Elaboración propia

3.6 DESCRIPCIÓN DEL SOFTWARE APLICADO

Uso de “software”. Teniendo en cuenta la gran cantidad de aplicaciones numéricas disponibles en la actualidad, es esencial que el ingeniero entienda las ventajas y limitaciones inherentes a cada metodología, ya que existen una gran cantidad de herramientas informáticas para el análisis de estabilidad de taludes. Dentro de estas herramientas, los métodos de equilibrio límite son los más utilizados; sin embargo, los métodos esfuerzo-deformación utilizando elementos finitos han adquirido gran importancia y uso en los últimos años. En la actualidad la mayoría de los análisis de estabilidad se realizan utilizando programas comerciales de “software”, los cuales permiten analizar taludes complejos o con cantidad significativa de información, de forma eficiente.

Los métodos de equilibrio límite. Se basan exclusivamente en las leyes de la estática para determinar el estado de equilibrio de una masa de terreno potencialmente inestable, arrojando un factor de seguridad. No tienen en cuenta las deformaciones del terreno y suponen que la resistencia al corte se moviliza total y simultáneamente a lo largo de la superficie de corte de la falla. Son los más empleados en la práctica, por

la facilidad de aplicación a fallas de diferentes formas (planas, circulares, logarítmicas, parabólicas y combinaciones de ellas). A sí mismo, con el empleo de computadoras se ahorra tiempo necesario para la obtención del factor de seguridad.

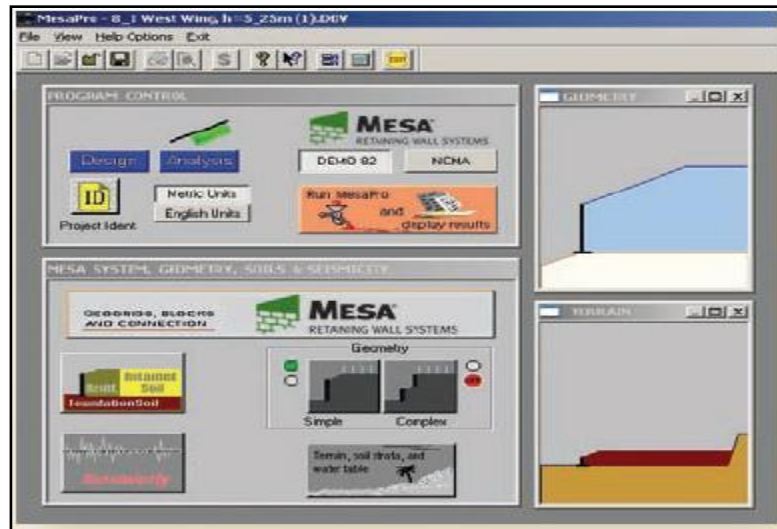
Los métodos de cálculo de esfuerzo-deformación. Consideran en el cálculo las deformaciones del terreno además de las leyes de la estática. Su aplicación práctica se basa en el estudio del problema empleando el método de los elementos finitos u otros métodos numéricos.

Actualmente el uso de la computadora y programas de cómputo especializados en este tipo de análisis han fomentado su uso. Los resultados que se obtienen representan los esfuerzos y las deformaciones que ocurren en el suelo, sin obtenerse valores del factor de seguridad.

Las hipótesis en que se basan la mayoría de los métodos de análisis de estabilidad son:

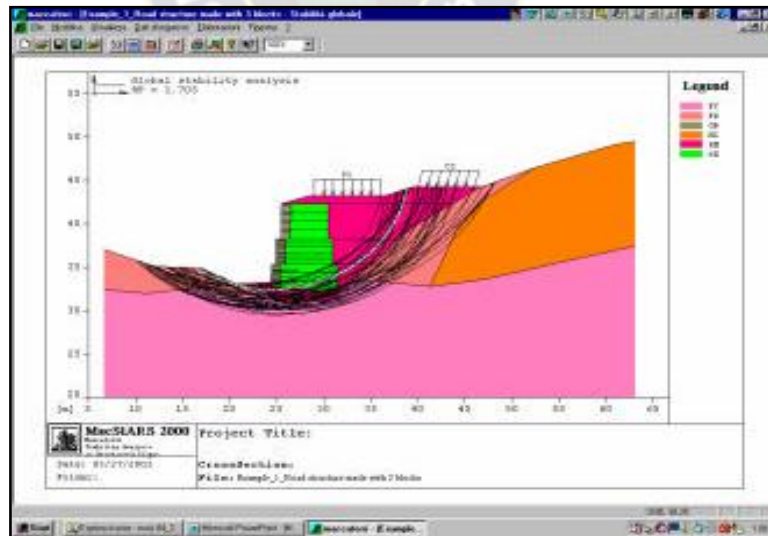
- ❖ El problema es bidimensional.
- ❖ Se tiene una superficie de falla.
- ❖ El movimiento de la masa de suelo o roca es de cuerpo rígido.
- ❖ El suelo es isótropo en cuanto a su resistencia al esfuerzo cortante.
- ❖ La resistencia del suelo se moviliza simultáneamente en toda la superficie de falla.

Figura N° 20 Software Mesa Pro



Fuente: Elaborado por Maccaferri

Figura N° 21 Detalle de estabilidad global en el Macstars



Fuente: Elaborado por Maccaferri



CAPÍTULO IV
MARCO
PRÁCTICO DE
LA PASANTÍA

CAPÍTULO IV

MARCO PRÁCTICO DE LA PASANTÍA

4.1 DESCRIPCIÓN Y UBICACIÓN DE PROYECTO

4.1.1 DESCRIPCIÓN

El proyecto se encuentra a 96 km al Nor Este de la ciudad de La Paz, específicamente desde Yolosita – Hotel Sierra verde en construcción 4.473 km hacia Coroico en el municipio de Coroico en la provincia Nor Yungas en el departamento La Paz.

El tramo carretero “construcción carretera Yolosita – Coroico (tramo I – km 0+000 a 4+500)” tiene una longitud aproximada de 4+500 km. De la progresiva 0+000 hasta 4+500 presenta una serie de curvas y contra curvas muy cerradas con radios de curvatura que varían entre 6 y 10 metros y ancho de plataforma, la alternativa recomendada es la de carpeta asfáltica 9m, es decir se construiría un nuevo paquete estructural es decir, capa subrasante, capa base y concreto asfaltico (6 cm) y sus obras de drenaje transversal y longitudinal.

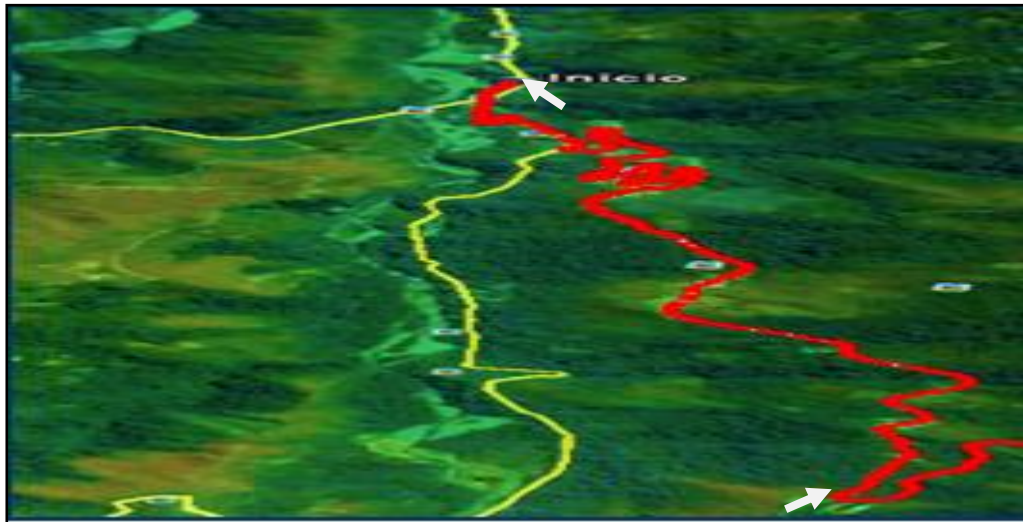
4.1.2 UBICACIÓN DEL PROYECTO

La Empresa prevé el desarrollo de comunicación y construcción de carreteras, ubicado en el sector de Yolosita, municipio de Coroico en provincia Nor yungas en el departamento La Paz.

El tramo vial proyecto “construcción carretera Yolosita – Coroico (tramo I – km 0+000 a 4+500)”, tiene una longitud de 4.5 km., está ubicado en el municipio de Coroico de la Provincia Nord Yungas del Departamento de La Paz. La ubicación geográfica es inicio del proyecto 17° 3’ 22”Latitud, 67° 40’ 2”Longitud y final del

proyecto 16° 54' 21"Latitud, 67° 32' 29.16"Longitud. El primer tramo (tramo I) se inicia en la progresiva 0+000 en la población de Yolosita hasta 4+500 cruce camino antiguo a Yolosa (ver Figura N° 22).

Figura N° 22 Diseño carretero Yolosita-hotel sierra verde



Fuente: Elaboración propia

4.2 RECOPIACIÓN METÓDICA DE DATOS

El Gobierno Autónomo del Departamento de La Paz cuya principal misión es la de administrar la Red Vial del Departamento de La Paz, está llevando trabajos relativos a la planificación, programación, estudio, diseño, construcción, conservación, mantenimiento, mejoramiento y rehabilitación de nuestra Red vial, así nace la necesidad de la construcción de tramos carreteros y obras de arte. Mejorar las condiciones económicas y sociales de la población del área de influencia, mediante la integración de zonas actualmente deprimidas, a causa de la deficiente vinculación vial existente. Con la construcción del proyecto tramo carretero Yolosita- Coroico.

4.2.1 ESTUDIO DE SUELOS

Dentro del proyecto, Yolosita – Coroico se realizó los siguientes estudios de suelo:

Trabajo de campo: El propósito de los trabajos de campo es reconocer las características físico-mecánicas de los materiales del terreno de fundación (calicatas), para lo cual se llevan a cabo investigaciones mediante pozos exploratorios a “cielo abierto” de 1.50 m de profundidad mínima, distanciados cada 250m o 500m uno del otro, los que se distribuyeron en forma alternada de tal manera que la información obtenida sea representativa.

Una vez realizada las prospecciones se determinan los límites de los horizontes de los diferentes estratos (capas) que conforma el sub-suelo y se obtienen muestras disturbadas, que adecuadamente descritas e identificadas a través de una tarjeta donde se consigna ubicación, número de muestra, estado de compacidad de los materiales, características de gradación, profundidad, nivel freático encontrado y tipo de ensayo a realizar; colocadas en bolsas para su traslado al laboratorio.

Ensayos de laboratorio: El procedimiento de laboratorio tiende a complementar las labores de campo, en ese sentido las muestras obtenidas del suelo de fundación son clasificadas y seleccionadas siguiendo el procedimiento descrito en ASTM D-2488 “Práctica Recomendada para la Descripción de Suelos”.

Estas muestras representativas fueron sometidas a los siguientes ensayos:

- ❖ Análisis Granulométrico por tamizado (ASTM C-136)
- ❖ Límites de Consistencia (ASTM D-4318) Límite Líquido, Límite Plástico y Índice de Plasticidad
- ❖ Clasificación SUCS (ASTM D-2487)
- ❖ Clasificación AASHTO (ASTM D-3282)
- ❖ Contenido de Humedad (ASTM D-2216)

- ❖ Próctor Modificado (ASTM D-1557)
- ❖ CBR (ASTM D-1883)
- ❖ SPT (ASTM D-1586-84)

Labores de gabinete: En base a la información obtenida durante los trabajos de campo y los resultados de los ensayos de laboratorio, se efectuó la clasificación de suelos, para ello se ha empleado los sistemas SUCS y AASHTO para luego correlacionados de acuerdo a las características litológicas similares, lo cual se consigna en el perfil estratigráfico correspondiente.

4.2.2 CRITERIOS Y ANÁLISIS DE LOS SECTORES CRÍTICOS

Se analiza que una situación crítica se reconoce por las siguientes situaciones:

- ❖ Las deformaciones unitarias totales del refuerzo son superiores a 5%.
- ❖ Las deformaciones horizontales de la corona en las primeras 10.000 horas después de terminado el muro son mayores de 35 mm, para muros de altura hasta de 13 metros.
- ❖ Aparecen grietas en el suelo.
- ❖ Ocurre rotura de los refuerzos.
- ❖ Se observan desplazamientos excesivos del muro.

4.3 ESTABILIZACIÓN TERRAMESH

Los muros de suelo reforzado pueden fallar cuando son construidos a media ladera sin las precauciones suficientes que aseguren su estabilidad frente a todos los modos de fallo, particularmente el de estabilidad global indicada en la figura 12.

Para que el muro sea estable, es necesario realizar un proyecto correcto, una construcción acorde con el Proyecto y una vigilancia de la obra durante y después de la construcción.

Figura N° 23 Talud de estabilización con terramesh



Fuente: Elaboración propia

4.4 PROCESO CONSTRUCTIVO

El montaje y llenado de los elementos Terramesh se realiza de acuerdo a las instrucciones indicadas en los siguientes:

Cuando los elementos Terramesh es llenada y cerrada (siguiendo los mismos procedimientos de llenado utilizados para los gaviones), los elementos Terramesh vacíos, son posicionados, interponiendo el paño de malla de refuerzo entre las capas de suelo compactado, con su cola extendiendo desde la cara externa de la estructura hasta que esté suficientemente anclado en la zona resistente del macizo estructural.

Los elementos Terramesh (superior e inferior) se unen entre sí siguiendo un procedimiento regular de costura. Tal costura deberá ser realizada a lo largo de todas las aristas en contacto, de manera continua (solamente en el paramento frontal).

Es importante que la malla deba ir colocada con las torsiones en la dirección normal a la cara de la estructura. Para evitar pérdida de material fino del relleno a los elementos Terramesh, se utiliza un filtro de suelo graduado en la parte posterior de

éstos, que debe ser ejecutado durante la colocación del relleno. Como alternativa, se puede utilizar un geotextil.

El relleno estructural deberá ser constituido por suelo de buena calidad (material seleccionado), con alto ángulo de fricción y poder drenar y sus características se mantengan inalteradas a lo largo del tiempo.

La colocación y compactación del relleno son efectuadas utilizando las técnicas, equipos y mano de obra tradicionales y de acuerdo con las especificaciones locales para construcciones de este tipo.

Los resultados obtenidos en el laboratorio, se identificó un campo de valores granulométricos mínimos y máximos para el uso del relleno estructural. Los valores granulométricos examinados van desde los materiales finos, con granulometría inferior o igual a 0.02mm (no mayor a 10%), a piedras de mayores dimensiones (hasta 200mm).

Los resultados de las pruebas muestran una granulometría variable entre 0.02mm y 6mm (porcentaje que pasa = 100%) representa, en general, valores óptimos para el material de relleno.

Tabla N° 2 Granulometría de base granular

Tamiz	Porcentaje que pasa en peso			
	Gradación A	Gradación B	Gradación C	Gradación D
50 mm. (2")	100	100		
25 mm. (1")		75-95	100	100
9,5 mm. (3/8 ")	30-65	40-75	50-85	60-100
4,75 mm. (N.º 4)	25-55	30-60	35-65	50-85
2,0 mm. (N.º 10)	15-40	20-45	25-50	40-70
425 µm. (N.º 40)	8-20	15-30	15-30	25-45
75 µm. (N.º 200)	2-8	5-15	5-15	8-15

Fuente: Elaboración de la empresa consultora

Figura N° 24 Relleno de capas del proceso constructivo



Fuente: Elaboración propia

El uso de materiales granulares seleccionados con las especificaciones mencionadas, garantizan las características de anclaje, aun en los casos de cambios de humedad del suelo. De cualquier manera, son admisibles materiales que no corresponden a la clasificación presentada anteriormente, pero con capacidad de garantizar las características de anclaje y durabilidad para los refuerzos.

El elemento determinante para la evaluación de la resistencia y del poder de anclaje de la malla es el ángulo de fricción interno del suelo a ser utilizado en el relleno, el cual se aconseja que no sea inferior a los valores de 28° a 30°.

La adopción de prácticas adecuadas en la ejecución de rellenos garantizará que las características y el comportamiento esperados para el macizo reforzado sean aquellos estimados en la fase de diseño; de forma general la constitución del relleno debe contemplar las siguientes etapas:

- ❖ Correcta selección del tajo o cantera, que debe ser función del tipo de suelo, volumen a ser extraído y localización;

- ❖ Tratamiento previo de los suelos en el tajo o cantera, o sea, los suelos deben presentar humedades próximas a la especificada y deben ser homogenizados y sin presencia de suelo vegetal;
- ❖ Limpieza del terreno en la preparación de la fundación removiendo la vegetación y sus raíces, grumos, suelos orgánicos, escombros y/o cualquier tipo de basura;
- ❖ Acumulación del suelo superficial y del suelo orgánico para utilización posterior, en la fase final de la construcción del relleno, de tal forma que se utilice para el cierre, el relleno más fértil y menos susceptible a erosiones superficiales;
- ❖ Preparación de la superficie de contacto entre el terreno natural y el relleno, cuando sea inclinada (inclinación superior a 1V; 3H) en forma de gradas, de forma que se garantice una perfecta adherencia, impidiendo la formación de superficies preferenciales de deslizamiento;
- ❖ Ejecución del relleno, compactándose el suelo en capas de espesor compatible con el equipo utilizado (planchas, rodillos compactadores) generalmente no superiores a 25cm y esparcidas a lo largo de toda la superficie. La compactación de la capa de suelo en contacto con los elementos Terramesh (faja de 1m medida a partir de la cara posterior de los elementos Terramesh) debe ser realizada usando compactadores manuales (saltarín, planchas). Para la compactación restante, deben ser usados compactadores mayores y procesos convencionales.
- ❖ Controlar la calidad de las capas compactadas, considerando básicamente tres ítems que son: control visual, control geométrico de acabado y un control que permita medir desvío de humedad y el grado de compactación;
- ❖ Implantar el sistema de drenaje y protección superficial.

El relleno debe ser realizado a medida que la estructura de contención se construye, mediante capas. Tal secuencia se repite hasta completar la altura total de la estructura prevista en el proyecto.

CONCLUSIONES

- ❖ Una vez finalizado la modalidad de pasantía realizada en la empresa INTECONS SRL, en la DIRECCIÓN DE OBRAS EN LA CARRETERA, Yolosita – Coroico llegue a terminar que con la participación directa y continua durante cada uno de los procesos llevados a cabo en las diferentes actividades del proyecto, ha sido una experiencia enriquecedora y a su vez una excelente forma de estructurar el conocimiento, adquirido en los estudios académicos, para el buen desarrollo del perfil profesional, de esta forma las capacidades y ventajas dentro del mercado laboral y generando a su vez una valoración, confianza y seguridad en el pasante al enfrentarse al medio laboral.
- ❖ Por otro lado, es de vital importancia tener la disposición de aprendizaje en cada uno de los proyectos que se desean emprender, pues esto enriquecerá no sólo nuestros conocimientos, sino también el crecimiento laboral y personal. Esta disposición y empeño me ha sido útil en la elaboración de presupuestos, informes de obra y en general, en cada una de las labores asignadas.
- ❖ Saber y cumplir con las especificaciones técnicas estipuladas para la construcción de las capas inferior e intermedia de la estructura del pavimento, de no ser así, éstas pueden fallar por consolidación al trabajar con las cargas de tráfico que se apliquen y repercutir en la superficie de rodadura.
- ❖ Proceder la importancia a las pruebas y ensayos que realizar el personal del laboratorio de materiales y suelos, ya que sus óptimos resultados sirven para mantener el control de calidad de los trabajos que se realizan dentro de la construcción de una carretera.

RECOMENDACIONES

- ❖ Mantener buena comunicación entre el personal de la Empresa, Director de obra Ing. Rene Rocha M. y el supervisor de la Empresa CONCEICO Ing., a fin de evitar la repetición de chequeos de campo en los trabajos que se vayan efectuando.
- ❖ Solicitar a la Empresa, Ing. Juan José Fernández que presente los certificados de calidad respectivos cuando se utilicen aceros de calibre definido, asfaltos y otro tipo de materiales en los que se requiera respaldar su calidad antes de ser utilizados en los trabajos del proyecto.
- ❖ Recomendar a la unidad de mantenimiento de la Empresa Lic. Gregorio Pérez, cumplir el mantenimiento preventivo a las maquinarias utilizadas en el proyecto, lo que ayuda a evitar fallas que retrasen la ejecución de los trabajos.
- ❖ Hacer un inventario y llevar un historial que respalde a la Empresa, la colocación de señalización de tránsito y las defensas de metal evitará posteriores inconvenientes a la hora de hacerse presente la comisión receptora del proyecto, realmente para evitar problemas en la carretera.
- ❖ Se recomienda a la Empresa a la Lic. Angélica Suvo, mantener documentada la ejecución de todos los trabajos efectuados por medio de reportes y libretas de campo levantadas las cantidades especificadas del proyecto.

BIBLIOGRAFÍA

Taylor, D.W. Principios fundamentales de mecánica de suelos. CECSA, México, D.F.1961.

Vaughan, P.R. Rotura de una presa de tierra instrumentada. In: E. Alonso and A. Gens 1989.

(Editors), Instrumentación de Obras. Ediciones de la UPC, Barcelona.

Koerner, R.M. "Designing with Geosynthetics" Pretense Hall, USA.(1998).

Maccaferri, "Encarte Técnico de Estructuras de Suelo Reforzado Terramesh System", Brasil (2005).

HITEC Terramesh, "Evaluation of the Maccaferri Terramesh System Retaining Wall".Brasil (2002).

BRAJA M., Das. Principios de ingeniería de cimentaciones, Universidad del estado de California: Thomson International, USA. (2001).

MACCAFERRI DO BRASIL LTDA, Manuales e catálogos técnicos (1999).

GLOSARIO DE TÉRMINOS

AASHTO: Es un órgano que establece normas, que publica especificaciones, hace pruebas de protocolos y guías usadas en diseños de autopistas y construcción de ellas en todo los Estados Unidos.

APIQUES: Excavación utilizada para examinar detalladamente el subsuelo y obtener muestras inalteradas y cuyas dimensiones en planta son aproximadamente iguales entre si y menores que su profundidad, calicata y spt.

ASTM: Es un organismo Internacional de normalización de los Estados Unidos, mantiene un sólido liderazgo en la definición de los materiales y métodos de prueba.

BALASTO: Material clasificado que se coloca sobre la sub rasante terminada de una carretera, con el objetivo de protegerla y que sirva de superficie de rodadura.

BANCO DE PRÉSTAMO: El lugar aprobado por el delegado residente para la extracción de materiales de préstamo para terracería.

BASE: Capa formada por la combinación de piedra o grava triturada, combinadas con material de relleno, para constituir una base integrante de un pavimento destinada fundamentalmente a distribuir y transmitir las cargas originadas por el tránsito.

BM: Banco de marca de nivel fijo.

BRECHA: Abertura inicial en un terreno para construir un nuevo camino o carretera.

DESBROCE: Acción de cortar y eliminar todo arbusto, hierba, maleza, vegetación que crezca en los costados de la carretera y que impida su visibilidad.

ESCARIFICAR: Romper la superficie de una capa de suelo para que luego sea mezclada, homogenizada y nivelada de nuevo.

ESTACONES: Estacas con mayor longitud, utilizadas para indicar la altura a llenar en una capa de relleno.

GRANULOMETRÍA: Medición y gradación que se lleva a cabo de los materiales sedimentarios y de los suelos con el fin de analizar de sus propiedades mecánicas.

IMPRIMACIÓN: Aplicación de un asfalto líquido, por medio de a presión, sobre la superficie de la capa base y hombros de una carretera, para protegerla e impermeabilizarla; favorece la adherencia de la capa inmediata superior.

PC: Principio de curva, utilizado en el diseño geométrico, planos y alineamiento topográfico de carreteras.

PLANOS: Las plantas, perfiles, secciones transversales, dibujos suplementarios o de ejecución y detalle, incluyendo las modificaciones debidamente aprobados por las autoridades competentes.

PRISMA VIAL: Sección de vía formada por la sección de la corona (calzada, bermas, zonas de confinamiento), sistema de drenaje y taludes inferiores y/o superiores de la carretera.

PROCTOR: Ensayo de compactación de suelos efectuado en laboratorio, con el objetivo de conseguir el punto donde se produce un máximo al cual corresponda la densidad seca máxima y la humedad óptima.

RASANTE: El trazo vertical que determina el nivel superior, sobre la línea central, que se proyecta construir a lo largo de la carretera. Muestra la elevación y la pendiente del trazo proyectado.

STAFF: Es el personal o equipo de dirigente de una institución o de un organismo; directorio de una empresa; personal superior y técnico de una institución.

SUB-BASE: Capa de la estructura de pavimento, destinada fundamentalmente a soportar, transmitir y distribuir con uniformidad el efecto de las cargas del tránsito provenientes de las capas superiores del pavimento, de tal manera que el suelo de sub-rasante las pueda soportar.

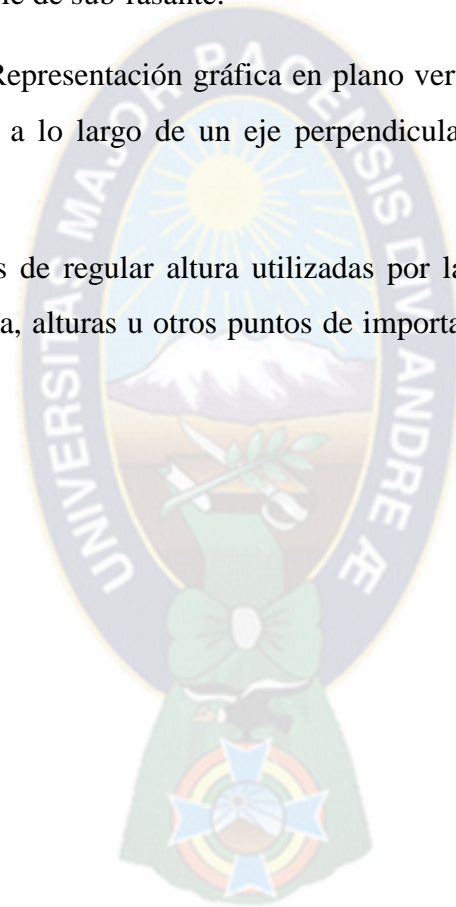
SUB RASANTE: El área sobre la que se construyen las capas de sub-base, de base, de superficie y los hombros.

TALUD: Inclinación de diseño dada al terreno lateral de la carretera, tanto en zonas de corte como en terraplenes.

TERRACERÍA: Durante el proceso de construcción de una carretera, se le llama así al nivel de la superficie de sub-rasante.

TRANSVERSAL: Representación gráfica en plano vertical de las diferentes alturas que tiene un terreno a lo largo de un eje perpendicular al eje longitudinal de una carretera.

TROMPOS: Estacas de regular altura utilizadas por la brigada de topografía para indicar trazos de línea, alturas u otros puntos de importancia durante la construcción de la carretera.



ABREVIATURAS

Las abreviaciones más utilizadas en las Especificaciones Técnicas Generales para Construcción, representan lo que se indica a continuación:

AASHTO: American Association of State Highway and Transportation Officials o Asociación Americana de Autoridades Estatales de Carreteras y Transporte.

AI: The Asphalt Institute o Instituto del Asfalto.

ANSI: American National Standards Institute o Instituto Nacional de Normalización Estadounidense.

ASTM: American Society for Testing and Materials o Sociedad Americana para Ensayos y Materiales.


(EM - año de actualización): Manual de Ensayo de Materiales.

FHWA: Federal Highway Administration o Administración Federal de Carreteras.

MTC: Ministerio de Transportes y Comunicaciones.

SLUMP: Sistema Legal de Unidades de Medida del Perú (el SI en el Perú).





ANEXO A

**SISTEMAS DE MEDIDAS,
NORMAS Y
CLASIFICACIÓN DE SUELOS
AASHTO**

SISTEMAS DE MEDIDAS

El Sistema Métrico Decimal es un conjunto de unidades de medida en el cual los múltiplos y submúltiplos de cada una de ellas están relacionados entre sí por múltiplos o submúltiplos de 10. Las tres magnitudes básicas de este sistema son: la longitud, la capacidad y la masa.

Observa que cada unidad de longitud es diez veces mayor que la siguiente o menor, y diez veces menor que la anterior o superior.

EQUIVALENCIAS						
MULTIPLICOS				SUBMULTIPLICOS		
km	hm	dam	m	dm	cm	mm
1000 m	100 m	10 m		0.1 m	0.01 m	0.001 m
MULTIPLICOS						
km = 10 hm		hm = 0.1 km		dam = 0.01 km		
km = 100 dam		hm = 10 dam		dam = 0.1 hm		
km = 1000 m		hm = 100 m		dam = 10 m		
SUBMULTIPLICOS						
dm = 0.1 m		cm = 0.01 m		mm = 0.001 m		
dm = 10 cm		cm = 0.01 dm		mm = 0.01 cm		
dm = 100 mm		cm = 10 mm		mm = 0.1 cm		

NORMAS

Documento establecido por consenso y aprobado por un organismo reconocido, que se establece para un uso común y repetitivo de reglas, directivas o características para actividades, procesos y resultados, con el fin de conseguir un grado óptimo de orden en un contexto dado.

AASHTO T 88	CLASIFICACION DE SUELOS
ASTM D 422	ENSAYOS DE SUELOS
CBR	PRUEBAS DE PENETRACION ESTANDAR
ESPECIFICACIONES TECNICAS	DETERMINADO LOS RESULTADOS
NORMA ISO	CONTROL DE CALIDAD
IBNORCA	CONTROL DE NORMALIZACION Y CALIDAD

Tabla de sistema clasificaciones de suelos

DIVISION	MATERIALES GRANULARES							MATERIALES LIMO - ARCILLOSOS					
GENERAL	(pasa menos del 35% por el tamiz ASTM N° 200)							(mas del 35% por el tamiz N° 200)					
GRUPO	A-1		A-3	A-2				A-4	A-5	A-6	A-7		
SUBGRUPO	A-1-a	A-1-b		A-2-4	A-2-5	A-2-6	A-2-7				A-7-5	A-7-6	
ANALISES GRANULOMETRICO (% que pasa por cada tamiz)													
sirio	N° 10	50 max											
ASTM	N° 40	30 max	50 max	51 max									
	N° 200	15 max	25 max	10 max	35 max	35 max	35 max	35 max	36 max	36 max	36 max	36 max	
ESTADO DE CONSISTENCIA (de la fraccion de suelo que pasa por el tamiz ASTM N° 40)													
Limite				40 max	41 min	40 max	41 min	40 max	41 min	40 max	41 min	41 min	
liquido			NP								LP-LL=30	LP-LL=30	
Indice de plasticidad	6 max			10 max	10 max	11 min	11min	10 max	10 max	11 min	11 min	11 min	
INDICE DE GRUPO	0	0	0	0	4 max	4 max	8 max	12 max	20 max	20 max	20 max	20 max	
TIPOLOGIA	Fragmentos de grava y arena		Arena fina	Gravas y arenas limosas o arcillosas				Suelos limosos		Suelos arcillosos			
CALIDAD	EXCELENTE A BUENA						REGULAR A MALO						

The logo of the Universidad Mayor de San Andrés is a circular emblem. It features a sun with rays at the top, a mountain range in the middle, and a shield at the bottom. The shield contains a cross with four blue arms and a central emblem. The text "UNIVERSIDAD MAJOR PACENSIS DIVI ANTONII" is written around the perimeter of the emblem.

ANEXO B

**DETALLES CONSTRUCTIVOS
DE PAQUETE ESTRUCTURAL
DEL PAVIMENTO**



Foto: Plataforma de súbbase final de tramo



Foto: Plataforma de capa base



Foto: Compactado de material capa base



Foto: Corte de talud



Foto: Perfilado y Compactado



Foto: Yolosita prog. 0+000



ANEXO C

**MAPA DE RED VIAL AL
SECTOR YOLOSITA**

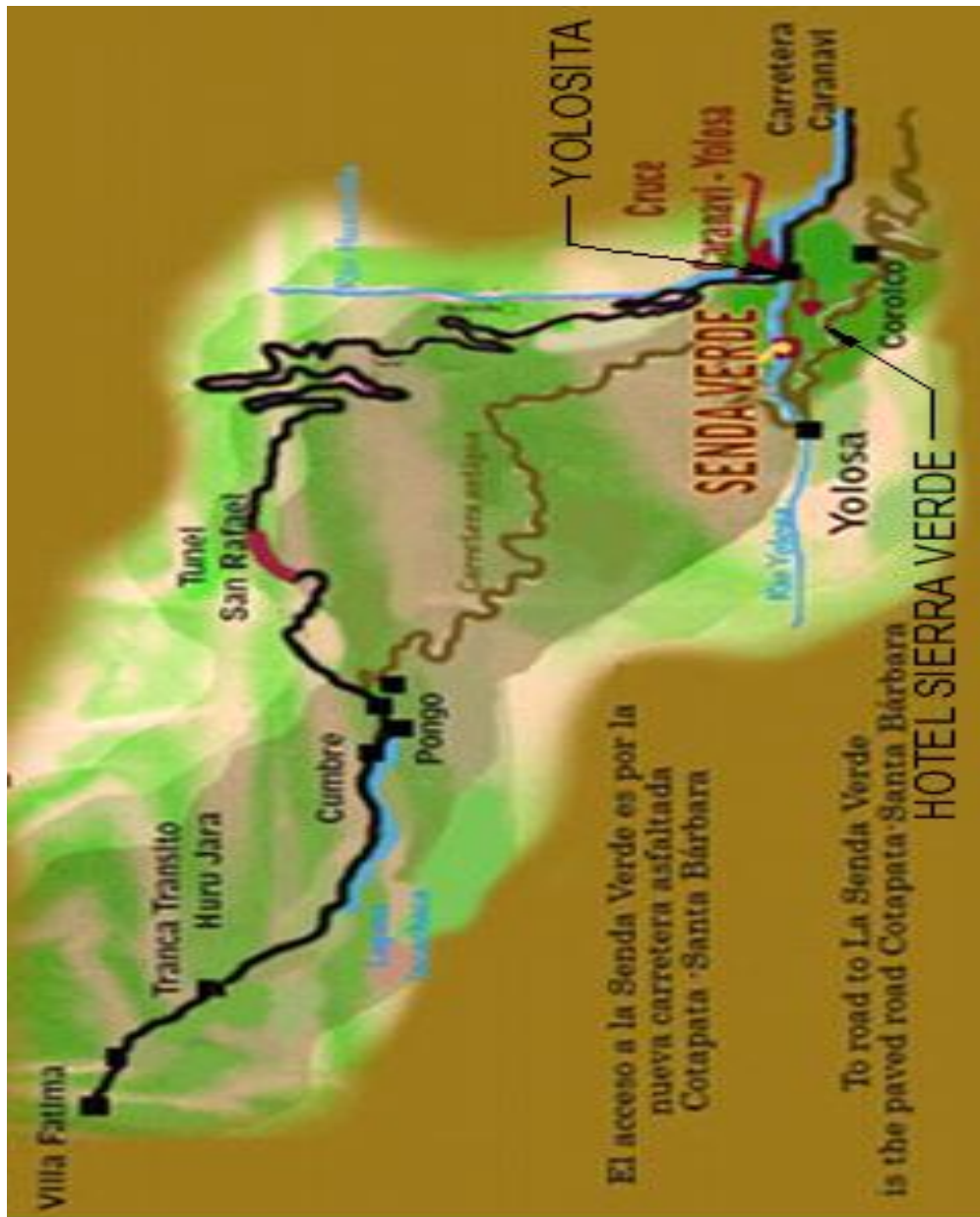


Gráfico: Ruta de La Paz a Yolosita – Coroico indicados en la mapa



ANEXO D

**LA EJECUCIÓN DEL SISTEMA
TERRAMESH**



Foto: Excavado para Construcción terramesh system



Foto: Acabado de muro terramesh prog. 0+020



Foto: Colocado de material preparado para capas de subbase y base



Foto: Construcción de Terramesh prog. 1+200

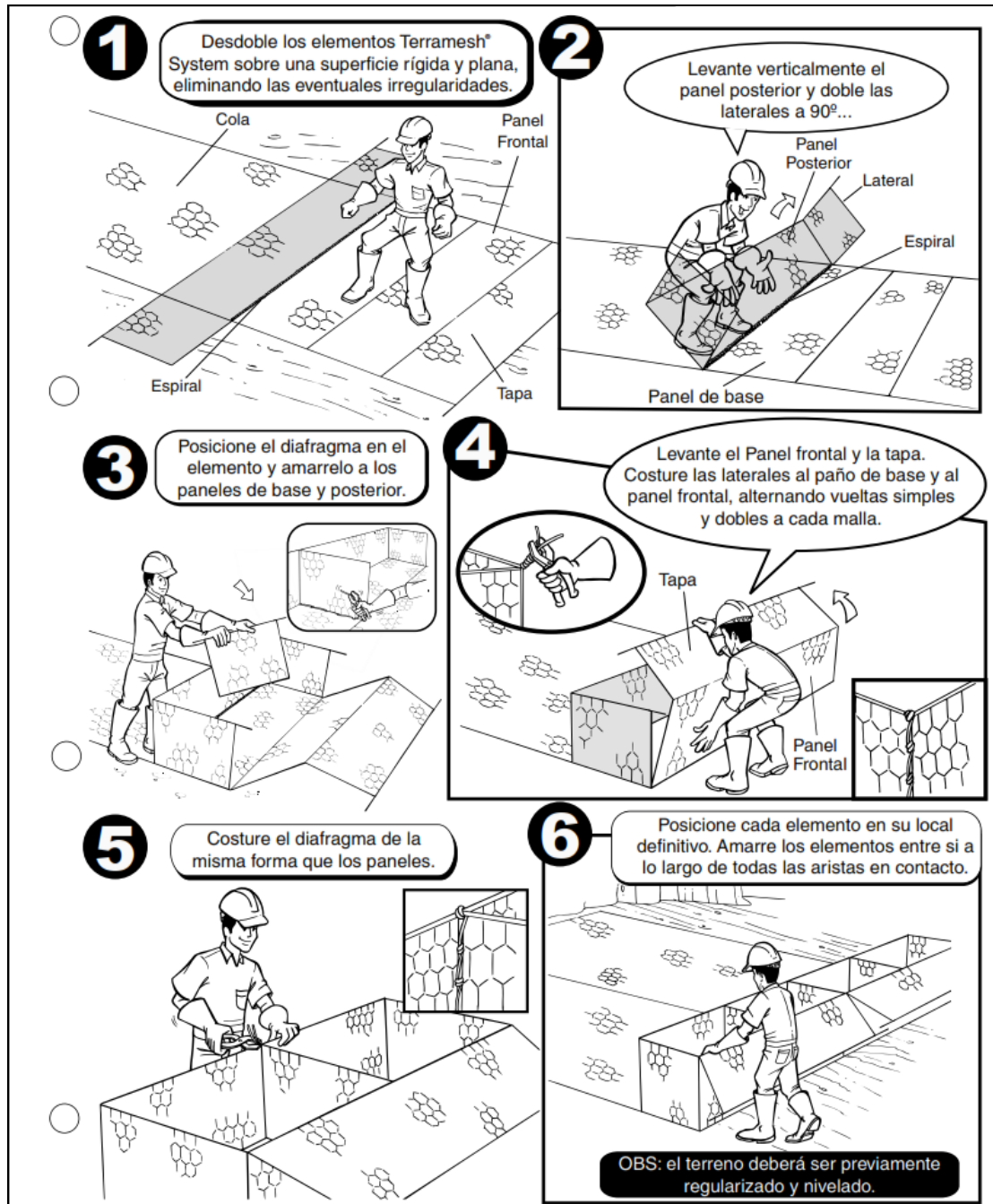


Foto: Extendido de Geo dril de 7m



Foto: Tapado de terramesh

GRÁFICOS: EL SISTEMA TERRAMESH



7 Llène en 3 etapas.

1 Llène hasta 1/3 de la capacidad total

2 Coloque los tirantes y llene hasta 2/3 de la capacidad total

3 Coloque nuevamente los tirantes y acabe de llenar hasta 3 a 5cm por arriba de la altura del elemento

8

RECUERDE
No llene un elemento sin que el siguiente esté parcialmente llenado.

9 Doble la tapa y amárrela con el mismo tipo de costura.

Para obtener un buen acabado de paramento frontal, utilice un encofrado de madera.

10 Para facilitar el lanzamiento del relleno, fije las colas con algunas grapas.

Grapas
Cola

11 El filtro geotextil junto al panel posterior de la caja. El filtro debe ser mayor que el panel para permitir que envuelva el suelo de relleno.

12 Proceda con el relleno.

El relleno debe ser compactado en capas de 20 a 30cm.

geotextil
+/-30cm
+/-30cm

13 Los equipos pesados de compactación deben mantener una distancia mínima de un metro del paramento frontal.

1m

La compactación próxima al paramento frontal debe ser hecha manualmente o con equipos livianos..

14 Doble el geotextil sobre el terreno compactado y repita todas las operaciones para las capas siguientes.

10 cm
10 cm

OBS: Amarre los elementos de la capa superior a los elementos de la capa inferior a lo largo de todas las aristas en contacto.

Fuente MACCAFERRI estructuras de suelo reforzado con sistema terramesh