

UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS Fundada en 1551

FACULTAD DE INGENIERÍA GEOLÓGICA, MINERA, METALÚRGICA Y GEOGRÁFICA

E. A. P DE GEOLOGÍA

Geología y Geotécnia con fines de construcción de puentes – análisis del puente internacional Aguas Verdes (departamento de Tumbes)

TESIS para optar el Título Profesional de: GEÓLOGO

AUTOR

WALTER ROMERO CÁCERES

LIMA – PERÚ 2004

..	1
AGRADECIMIENTOS: . .	3
RESUMEN .	5
CAPÍTULO I: GENERALIDADES .	7
1.1.Antecedentes . .	7
1.2.Objetivos Generales .	8
1.3.Descripción del Área de Estudio . .	8
1.4. Clima y Vegetación .	9
1.4.1.-Monte Espinoso - Tropical .	9
1.5.Características Técnicas del Proyecto .	9
CAPÍTULO II: ESTUDIO GEOLÓGICO . .	13
2.0.Aspectos Generales .	13
2.1. Objetivos . .	14
2.1.1. Metodología Empleada .	14
2.2.Trabajos Previos . .	15
2.3.Geología General .	15
2.3.1. Geomorfología . .	16
2.3.2.- Estratigrafía . .	18
2.4.Características Geológicas Estructurales .	21
2.5. Geodinámica Externa .	22
2.5.1.Fenómenos de Geodinámica Externa . .	23
2.6.Geodinámica Interna (Sismicidad y Riesgo Sísmico) .	25
2.6.1.Historia Sísmica de la Zona . .	26
2.6.2.Análisis del Riesgo Sísmico .	30
2.6.3.Probabilidad de Ocurrencia de una cierta magnitud . .	34
2.7.Estabilidad de Taludes . .	35
2.7.1. Taludes de Relleno .	35

2.7.2. Rellenos en Zonas Planas .	36
2.8. Clasificación de Materiales .	36
2.9. Conclusiones y Recomendaciones .	36
CAPÍTULO III: HIDROLOGIA E HIDRAULICA FLUVIAL DISEÑO DE OBRAS DE DRENAJE VIAL .	39
3.1. Introducción .	39
3.2. Clases de Obras de Drenaje . .	40
3.2.1. Superficiales .	40
3.3. Selección de la Obra Proyectada .	40
3.4. Cálculos de Socavación . .	41
3.4.1. Socavación General .	41
3.4.2. Socavación Local .	42
3.4.3. Socavación Potencial Total .	43
3.5. Criterio Geotécnico de Diseño de Obras de Drenaje .	43
3.6. Información Básica . .	43
3.7. Análisis de Frecuencias . .	44
3.8. Descarga de Diseño .	45
3.9. Dinámica Fluvial del Canal Internacional .	45
3.10. Características Hidráulicas .	46
3.11. Socavación Total . .	46
3.12. Verificación de la Descarga de Diseño . .	47
3.12.1. Análisis de Frecuencias de las Descargas Máximas del río Tumbes .	48
3.12.2. Descarga de Diseño del Canal Internacional . .	50
CAPÍTULO IV: GEOTECNIA . .	53
CAPÍTULO V : IMPACTO AMBIENTAL .	55
5.1.-Introducción . .	55
5.2. Evaluación de Impacto Ambiental con fines de Construcción del Puente Internacional Aguas Verdes. .	56
5.2.1. Aspectos Legales . .	57
5.3. Descripción Técnica del Proyecto . .	58

5.4.Descripción del Área de Influencia .	58
5.5.Diagnóstico Ambiental . .	59
5.5.1.Descripción del Medio Físico .	59
5.5.2.Descripción del Medio Biótico .	65
5.6.Descripción del Ambiente Socio - Económico: .	67
5.6.1. Agricultura .	67
5.6.2. Ganadería . .	68
5.6.3.Diagnóstico Socio-Económico .	68
5.7.Identificación y Cuantificación de Impactos .	72
5.7.1.Generalidades . .	72
5.7.2.Metodología . .	72
5.7.3.Método de Análisis . .	73
5.7.4.Descripción de los criterios a analizar . .	74
5.8.Método y Evaluación de Impactos Ambientales .	75
5.8.1. Etapa de Planeamiento(OJO) .	75
5.8.2. Etapa de Construcción .	76
5.8.3.Etapa de Operación .	78
5.9.Plan de Manejo Ambiental .	79
5.9.1.Generalidades . .	79
5.9.2. Medidas de Mitigación .	79
5.10.Plan de Controles .	79
5.11.Programa de Educación Ambiental para Trabajadores y Pobladores . .	81
5.12.Plan de Cierre de Operaciones .	82
5.13.Conclusiones y Recomendaciones . .	83
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES . .	85
BIBLIOGRAFÍA .	89
ANEXOS .	95
ANEXO I .	95
ANEXOS II .	98

ANEXO III .	103
ANEXO IV . .	106

DEDICATORIA A la memoria de mi Madre. Heremlinda cáceres Huamán de Romero “Los tiempos han pasado, sin embargo nunca has dejado, por el contrario cada día estás más cerca de la generación que no conociste”. A Martha, mi amiga y compañera, en todos los momentos . A mis hijos: Marie Marta y Salvador Paúl Walter, motivo y razón por la lucha constante y progresiva por la superación.

AGRADECIMIENTOS:

A la memoria de mi Madre .

Hermelinda Cáceres Huamán de Romero

«Los tiempos han pasado , sin embargo nunca has dejado por el contrario cada día estás más cerca de la generación que no conociste».

A Marta , mi amiga , mi compañera , en todos los momentos .

A mis hijos : Marié Marta y Salvador Paúl Walter , Motivo y razón de la lucha constante y progresiva por la superación.

RESUMEN

El Puente Internacional Aguas Verdes se ubica en la Carretera: Tumbes – Desvió Ruta 001A - Zarumilla - Zona del Mango – Huaquillas, Km 77 + 840 (progresiva referencial al lado Ecuatoriano), pertenece a la provincia de Zarumilla del Departamento de Tumbes y se inicia en el distrito del mismo nombre, como punto de llegada la ciudad de Huaquillas, en el lado Ecuatoriano.

En el Área de influencia y circundantes a la estructura proyectada, se han diferenciado unidades litoestratigráficas definidas y clasificadas por el Ingemmet como formaciones; Zorritos, Cardalitos, Tumbes y Depósitos Cuaternarios (Cuaternarios), representados por rocas de naturaleza sedimentaria, tales como areniscas, limolitas, limoarcillitas, con estructuras lutáceas, cubierto por depósitos inconsolidados, agrupados en suelos aluviales, fluviales (estos son los mas conspicuos en el sector de interés), residuales, aluvionales y coluviales (poco frecuente y de escasa influencia respecto a la obra proyectada); la actividad de estos depósitos es poco significativa, sin embargo en épocas de avenida esta situación de equilibrio se altera, generando transporte de materiales, causando efectos de consideración los cuales para el caso específico de la estructura son atenuados y mitigados mediante las obras de control proyectadas.

De la evaluación del historial sísmico del área, así como de la identificación de los fenómenos de geodinámica externa potenciales en el sector de interés, se desprende que la zona de emplazamiento de la superestructura, presenta un moderado a elevado grado de susceptibilidad a la activación y/u ocurrencia, los mismos que son controlados mediante las obras superficiales proyectadas así como el tipos de subestructura (cimentación), proyectados.

Se ha efectuado el análisis de las condiciones del drenaje superficial é hidráulica del área de emplazamiento de la obra a fin de garantizar el tiempo de vida útil de la superestructura, teniendo en consideración que para la proyección o diseño de la estructura de drenaje proyectada, debe existir compatibilidad entre el caudal de diseño y la capacidad de drenaje de la obra a proyectar, de modo tal que existan las condiciones para evacuar sin inconvenientes (desbordes ú obstrucción), las descargas (sólidas y líquidas) provenientes de la parte alta de la cuenca, definida por el ó los cursos naturales existentes.

Con el fin de establecer las propiedades físico – mecánicas de los materiales componentes del suelo de fundación que servirá de apoyo a la subestructura (cimiento), se han efectuado dos perforaciones rotatorias a ambos lados del Canal Internacional Aguas Verdes. Las cuales alcanzaron 27.00m, de profundidad en la margen izquierda y 28.50m, en el lado derecho. y ejecutado ensayos de laboratorio, así como el ensayo de penetración estándar (SPT), cada 1.50m, los mismos que fueron analizados mediante metodologías estandarizadas, que permitieron determinar la capacidad de carga admisible de los suelos de fundación al nivel de desplante más idóneo y que garantice la estabilidad y permanencia de la superestructura proyectada. De la misma forma se ubico e identifico Depósitos de Materiales (canteras), a emplear en las diversas actividades a desarrollar durante la ejecución de obra.

En consideración a la ejecución de trabajos de Movimiento de Tierras (excavación), se ha clasificado los materiales que conforman los suelos de fundación así como los taludes, en su integridad como material suelto, por lo cual se plantea los taludes de corte mas adecuados. según usos y normas vigentes.

La situación ambiental durante la construcción, rehabilitación y/o mejoramiento de obras de

esta naturaleza, se encuentra vinculado fundamentalmente a las alteraciones del sistema de drenaje natural, el grado de estabilidad de laderas y/o taludes (el mismo que no es considerado dada la posición de la obra proyectada), a la topografía del área de extracción de materiales a emplear en la construcción del puente así como a las zonas de disposición de excedentes (alteración del paisaje); problemas debido a la ubicación de los campamentos y patio de máquinas, incremento de los niveles sonoros, posibles riesgos en la salud de la población y del personal foráneo, posibles conflictos sociales por expropiaciones de tierras, y alteración en el tránsito vehicular (el que es mínimo dada la escasa afluencia de vehículos), efectuándose el diagnostico del medio ambiente físico y a su vez se plantea un plan de manejo ambiental.

CAPÍTULO I: GENERALIDADES

1.1. Antecedentes

Existiendo la necesidad de implementar una nueva vía alterna que una con mayor seguridad, confort y con mejores condiciones de transitabilidad, las localidades fronterizas de Perú y Ecuador (Zarumilla, Aguas Verdes, Huaquillas, Loja, etc), así como potenciar estos lugares en su radio de influencia, desde el punto de vista socioeconómico, lo que implica impulsar básicamente las actividades agrícolas ganaderas (esta última no es muy aprovechada por los lugareños), así como comerciales (actividad importante en este sector) entre estos poblados, lo cual generaría un incremento en la calidad de vida de sus pobladores, así mismo de los poblados que se encuentran circundantes y aledaños a lo largo de esta provincia, así como mejorar el transporte de los productos de la zona, entre otros, desarrollándose los Estudios Básicos de Ingeniería, fundamentalmente los estudios de Geología, Geotecnia (suelos con fines de cimentación), Hidrología, Hidráulica, Canteras y Fuentes de Agua, así mismo, el estudio de Impacto Ambiental, que permita centrar los términos de ejecución de Obra.

1.2.Objetivos Generales

El presente Estudio tiene el propósito de determinar las características físicas y mecánicas del terreno de fundación, con el fin de proponer el tipo de cimentación mas adecuada, que permitan desarrollar la ejecución de la obra denominada Puente Internacional Aguas Verdes. Establecer las áreas de aprovisionamiento de los materiales que sirvan para la construcción de la superestructura, así como establecer las características geológicas (estratigráficas, morfológicas, estructurales, y de geodinámica, externa e interna), y definir los impactos ambientales que pueda generar la construcción del puente proyectado, el cual tendrá efectos inmediatos en la seguridad y confort de los usuarios, a través del tiempo de vida media de la obra.

1.3.Descripción del Área de Estudio

La Estructura proyectada Puente Internacional Aguas Verdes, forma parte del Eje Vial N°1, Piura - Guayaquil del Proyecto de Integración y Desarrollo de la Zona Fronteriza, suscrito entre los Gobiernos del Perú y el Ecuador, en cumplimiento del Protocolo Peruano - Ecuatoriano de Paz, Amistad y Límites de Río de Janeiro de 1942.

Se encuentra ubicada en la Carretera; Tumbes - Desvió Ruta 001A - Zarumilla - Zona del Mango - Huaquillas, km. 77 + 840 (kilometraje referencial respecto al lado Ecuatoriano), políticamente se encuentra en la región Tumbes, Departamento del mismo nombre, Provincia de Zarumilla, Distrito de Aguas Verdes, emplazada en la región Noroeste del País, ubicándose en las siguientes coordenadas:

Ubicación	Puente Internacional
Coordenadas	Aguas Verdes
UTM	Km 77 + 840
Norte	9613761.00
Este	585779.50

Altitudinalmente (la rasante proyectada), se emplaza en la cota 13,00m.s.n.m. correspondiente a la ubicación del Puente Internacional Aguas Verdes, cercano al distrito del mismo nombre.

Su acceso desde la Ciudad de Lima por vía terrestre, mediante la Carretera Panamericana Norte hasta la ciudad de Tumbes y Zarumilla. Para desde esta localidad continuar hasta el distrito de Aguas Verdes, y luego desviarse en dirección nor-este a través de una trocha carrozable en una longitud estimada de 2.5km aproximadamente,

rumbo a la ubicación del puente proyectado sobre el Canal Internacional. Cercano al proyecto se encuentran las localidades de Loma Saavedra, Loma del Zorro y el distrito de Papayal, plano N° 1.

1.4. Clima y Vegetación

El Área donde se emplazara el puente Internacional Aguas Verdes en función a su posición altitudinal y geomorfológica presenta el tipo de clima y vegetación definido según el Dr Holdridge como Monte Espinoso - Tropical, el mismo que tiene las siguientes características:

1.4.1.-Monte Espinoso - Tropical

Este tipo de clima se emplaza a lo largo de la región latitudinal tropical se distribuye desde Zarumilla hasta los límites con Ecuador, y en la parte central del departamento de Tumbes, altitudinalmente se ubica desde el Nivel del Mar hasta los 600.0m.s.n.m. la biotemperatura media anual varía entre 23.4°C y 25°C , siendo el promedio de precipitación total por año, variable entre los 162.9mm y 793mm, según Holdridge el promedio de evapotranspiración potencial total por año varía entre (4) y (8) veces el volumen promedio de precipitación total por año, ubicando estas zonas de vida en la provincia de humedad definida como Árido.

1.5.Características Técnicas del Proyecto

El nuevo Puente Internacional Aguas Verdes, geométricamente se ha proyectado para dos vías y tienen las siguientes características:

Longitud o Luz Libre :70.0m

Ancho de la Vía :7.20m

Bermas : 1.20m. una a cada lado de las vías.

Ancho de Vereda : 1.20m.

La estructura estará conformada por dos arcos empotrados de concreto armado de 70.0m de luz entre arranques y 13,0m de flecha, cada arco es de 1,0m de ancho y de espesor variable de 1,30m en los arranques y 0,65m, en la clave. los arcos se encuentran separados 11,50m a 0,15m, de los bordes externos del tablero.

Las vigas transversales de concreto armado de 12.50m de longitud serán prefabricadas en obra, izadas y colgadas del arco mediante péndolas de acero.

El tablero será tipo losa de concreto armado de $f'c \ 280 \text{ kg/cm}^2$, apoyado en las vigas

transversales a cada 5,0m.

Se proyectan muros de contención delante de las cimentaciones, para la protección de las mismas y para conformar el talud de los estribos, el cauce del Canal Internacional Aguas Verdes, será revestido de concreto en su integridad.

Los estribos serán de concreto armado cimentados sobre pilotes.

Los pilotes son de concreto armado de 15,0m de largo, como se recomienda en el estudio de Geología y Geotecnia.

La sección típica del tablero será de concreto armado de 0,30m, de peralte en los sardineles y con un bombeo de 0,072m. de sobrelevación en el centro, la losa será continua a lo largo del tablero apoyado cada 5,0m, sobre las vigas transversales, las veredas serán de 1,50m. de ancho y a 0,25m. sobre la calzada de concreto armado, donde se anclaran los módulos de las barandas de acero.

La sobrecarga aplicada es la HL - 93. que corresponde a un camión de 40 Ton, (HS 30 y la carga equivalente de 1.0 ton/ml).

La velocidad sobre el puente se ha considerado de 35 km/hr de acuerdo a la norma DG-99, para rutas de primer orden.

El puente (rasante proyectada) se encuentra en la cota 13,0m.s.n.m.

Las barandas proyectadas están a ambos lados de la vía y deben ser formadas por tubos metálicos de acuerdo a las consideraciones del proyecto.

Para los accesos del puente se han considerados terraplenes de tierra confinada por muros.

Las obras de drenaje, son tubos de drenaje de PVC de 4" en la losa del puente y en la zona de los terraplenes, cunetas revestidas de concreto y alcantarillas.

En ambas márgenes del canal internacional se proyecta terminar el canal elevando ambos lados del mismo en 1,5m de altura.

Se desarrollarán las siguientes actividades generales como parte de la construcción de la obra:

- Extracción de materiales de cantera (alejados del área de influencia de la vía).
- Conformación de materiales en botadero (los cuales según los volúmenes por remover son mínimos).
- Excavación en material suelto (maquinaria convencional).
- Construcción de la infraestructura (cimentación profunda).
- Construcción de las superestructuras (puente).
- Conformación de la estructura del pavimento.
- Construcción de las estructuras de drenaje (Canal Internacional).
- Transporte de materiales (m^3/km).
- Operación de la planta chancadora y área de servicios.

CAPÍTULO II: ESTUDIO GEOLÓGICO

2.0.Aspectos Generales

El conocimiento de las características Geológicas del área de emplazamiento del Puente Internacional Aguas Verdes, cumple con el propósito de establecer cualitativa y cuantitativamente el marco geológico, así como su desarrollo e implicancias en la estabilidad de la obra proyectada, en virtud a que toda construcción de naturaleza antrópica, sobre un medio físico natural, debe mantener un ritmo común, sin alterar sustancialmente la transformación y/o ritmo evolutivo del medio, de generarse un cambio brusco se estaría produciendo las condiciones para la ocurrencia de “Desastres Naturales”, que son procesos cíclicos dentro del desarrollo evolutivo del medio natural, asociados principalmente a fenómenos de geodinámica interna y externa, lo cual, es una reacción normal, entre el medio físico natural y la estructura construida por el hombre en su afán de habilitar mayores espacios para su desarrollo e integración.

Establecer diferentes áreas en las que pueda haber incidencia directa de estas reacciones, las cuales son establecidas como zonas de riesgo, según su posición, respecto a la estructura proyectada, es uno de los objetivos principales de un Estudio Geológico con fines de cimentación de puentes, por lo que se debe efectuar el reconocimiento in situ de la estratigrafía de la zona, definiéndose el comportamiento

geotécnico de las unidades Lito-estratigráficas adyacentes o circundantes al proyecto, considerando como mínimo su grado de meteorización, características estructurales, petrológicas, y su geomorfología como afloramiento rocoso o en transición, aspectos que en un proyecto con estos fines, establece de modo preliminar, el comportamiento geotécnico de los diversos materiales que puedan ser reportados en las investigaciones geotécnicas locales, cuya aplicación práctica se traduce en los métodos de excavación para la construcción de los cimientos, así como de los accesos del puente en proyecto y finalmente el costo de dichas actividades (cuestión que no es competencia de nuestra especialidad), que en Geotécnia se define como la clasificación de materiales, así mismo evaluar las condiciones de equilibrio de los taludes adyacentes o circundantes, é identificar los fenómenos de geodinámica externa, dentro del área de influencia del Proyecto, para plantear las medidas correctivas de control y/o mitigación, debidamente dimensionadas, y asegurar el tiempo de vida útil de la obra proyectada, considerando la viabilidad técnico económica de las mismas, o en caso contrario efectuar el cambio de la ubicación o posición de la estructura proyectada, debido a que estaría ocasionando la activación de condiciones de inestabilidad propios del medio físico, donde se va a desarrollar el proyecto. Lo que implica que la obra para estos efectos sea considerado inmanejable o inviable, dadas las condiciones antes mencionadas.

2.1. Objetivos

El presente estudio como parte fundamental del presente trabajo de Tesis, tiene el propósito de establecer cualitativa y cuantitativamente el marco geológico y sus efectos, respecto al área donde se emplaza la estructura (Puente Internacional Aguas Verdes), siendo los objetivos específicos los siguientes:

1. Determinar las características Geológicas y Geotécnicas de las unidades estratigráficas existentes.
2. Definir las unidades Geomorfológicas del área y su comportamiento é influencia respecto al tramo en estudio.
3. Analizar los fenómenos de geodinámica externa que afecten al área del proyecto planteando su respectivo tratamiento.
4. Establecer las características estructurales del área de emplazamiento de la obra.
5. Formular la clasificación de los materiales sujetos a los procesos constructivos (excavación, corte y relleno).

2.1.1. Metodología Empleada

En virtud a desarrollar adecuadamente el estudio geológico con fines de alcanzar los objetivos planteados se propone la siguiente metodología de trabajo.

En la ejecución del presente informe se desarrollaron las siguientes fases:

2.1.1.1. Fase de Gabinete

Efectuado en dos etapas comprendiendo las siguientes actividades:

2.1.1.1.1. Primera Etapa

- Recopilación, Evaluación y selección bibliográfica (Estudios Geológicos Regionales, Informes, Planos Geológicos, Planos topográficos a diferentes escalas, Fotografías Aéreas, etc), existente relacionada con el proyecto, las que son relativamente escasas y de carácter restringido.

- Preparación de la documentación base para la ejecución de los trabajos de campo.

2.1.1.1.2. Segunda Etapa

Con los datos obtenidos en la fase de campo y la primera etapa se procederá a la interpretación de las mismas y a la redacción del presente informe.

2.1.1.2. Fase de Campo

Se efectuará el cartografiado geológico, geotécnico de un sector que cubre el área de influencia de la obra proyectada, así como la localización y análisis de los procesos de geodinámica externa observados.

2.2.Trabajos Previos

Los trabajos de esta naturaleza en este sector son pocos o escasos, se tienen estudios de extensión regional, los que a su vez constituyen una fuente importante (Ingemmet 1994), se ha efectuado la búsqueda de información en diversas instituciones tales como: Universidades, Ingemmet, ONER, INEI, Sociedad Geológica del Perú, Ministerio de Transportes y Comunicaciones, etc.

A nivel regional podemos mencionar el Boletín N° 54, Serie A elaborado por el Ing. Oscar Palacios M, Titulado: Estudio de Geología de los Cuadrángulos de Paita, Piura, Talara, Sullana, Lobitos, Quebrada Seca, Tumbes, Zarumilla y Zorritos, así mismo se tiene el Boletín N° 09, Estudio Geodinámico de la Cuenca del Río Piura, por el Ing. Antonio Guzmán M, Publicados por el Ingemmet.

2.3.Geología General

Las características del área materia de evaluación, corresponde a morfologías planas a onduladas representadas por La Franja Costanera y el Valle del Río Zarumilla. La

conformación litoestratigráfica está representada fundamentalmente por unidades sedimentarias, cuya naturaleza varía desde arenosas a arcillosas, siendo poco significativa la fracción grava o gravilla, así como también los depósitos recientes en proceso de consolidación y remoción cuyo origen es aluvial y fluvial, siendo restringido los de naturaleza residual.

En el sector (área de influencia) en estudio, las unidades que se presentan y tienen incidencia según Ingemmet, son definidas como: Formaciones Cardalitos, Zorritos y Tumbes. representados por Areniscas de granos que varían de finos a gruesos, limolitas, limo-arcillitas y arcillitas, respectivamente. Las unidades petrográficas mencionadas cronoestratigráficamente se ubican desde el Mioceno al Cuartario Reciente.

El área ha sido afectado por procesos orogénicos antiguos que definieron la posición estructural existente en la región y que en la actualidad se encuentra evidentemente inactiva. Las estructuras no son apreciables localmente, siendo esto reflejado en extensiones areales y regionales, como se indica en el capítulo correspondiente (Plano N° 2), no influyendo directamente en el área del proyecto.

2.3.1. Geomorfología

Dado el alcance y extensión del estudio se han definido unidades geomorfológicas de alcance tanto regional como areal y local, estableciendo las que presentan cierto grado de actividad y consiguientes efectos negativos al proyecto, plano N° 2.

2.3.1.1. Unidades Regionales

2.3.1.1.1. Plataforma Costanera

Representa la prolongación de la costa, constituida por superficies de relieve plano a ondulado levemente inclinado, con cambios de relieves locales representado por colinas de cerros suaves, cuya altitud va descendiendo gradacionalmente desde los 200m, hasta alcanzar el nivel del mar, está limitada al oeste por la plataforma continental y al este por los flancos Occidentales de la Cordillera de la Costa (Cerros de los Amotapes), presenta morfologías locales típicas de origen fluvial (curso inferior a medio del río Zarumilla), relacionados íntimamente a depósitos de la misma naturaleza, es en esta unidad regional donde se encuentra emplazada la estructura proyectada, siendo su grado de actividad mínima; sin embargo algunos depósitos encontrados, presentan unidades areales (valles) en unidades locales (taludes), sometidas a la acción geodinámica, las cuales no inciden directamente sobre la obra materia de estudio.

2.3.1.2. Unidades Areales

2.3.1.2.1. Unidad de Valles

Se inicia en las Partes altas de la Cordillera Occidental y en su desarrollo, dado su emplazamiento a través de los Amotapes y la Plataforma Costanera, forma morfologías

relacionadas al modelado fluvial y aluvional predominando en la actualidad una acción fluvial constante y prolongada. La estructura se emplaza en el lado derecho del curso inferior del valle del río Zarumilla, observándose en un estado senil y con procesos de profundización (tenue) y erosión lateral con un perfil longitudinal de gradientes bajas a suaves, se tiene el Valle del río Zarumilla, como colector principal de las quebradas afluentes.

2.3.1.2.2. Unidad de Terrazas (Tablazos)

Son morfologías de gran extensión, se aprecian formando superficies casi planas o ligeramente onduladas, en el área se encuentran adyacentes a la unidad de cauce y están constituidas por sedimentos clásticos de antiguas plataformas continentales que fueron depositadas tanto por corrientes marinas como por las corrientes fluviales, posteriormente estos depósitos emergieron emigrando la línea de playas hacia el Oeste, representando sucesivas regresiones en costas emergentes.

Los Tablazos son depósitos marinos Pleistocénicos, que indican las últimas transgresiones de los mares a lo largo de la Costa del Pacífico, constituyendo depósitos escalonados en forma de Terrazas, clasificadas por Boswoeth (1922) y por Zúñiga y Rivero (1970). Es sobre esta unidades sobre la cual se emplaza la estructura proyectada.

2.3.1.3. Unidades Locales

Las unidades geomorfológicas de extensión local sobre la que se encuentra emplazada la estructura proyectada en estudio, corresponde fundamentalmente a las unidades definidas como: Taludes, Terrazas y Cauce (Natural y Antrópica), las cuales son descritas a continuación señalando su actividad y emplazamiento dentro del área del proyecto.

2.3.1.3.1. Unidad de Taludes

Esta Morfología de extensión local constituida por las laderas de los afloramientos, así como a las áreas inferior y superior adyacente a la plataforma de las carreteras cercanas, y de acceso a la estructura proyectada, cuya exposición estaría sometida a los procesos de erosión y remoción actuantes (en el caso de encontrarse constituidos por suelos y rocas blandas, como sucede generalmente en el área materia de estudio), por lo cual, se propone los taludes de corte y relleno mas idóneos, indicados en el ítem de Estabilidad de Taludes. Se ha observado que sus pendientes varían entre 30° a 50° alcanzando en algunos casos 60°, visualizándose ciertos sectores con problemas de inestabilidad, debido a la naturaleza de los suelos que los constituyen, la altura de corte, así como también por la presencia de procesos hidrológicos negativos (superficiales), lo cual estaría reflejado básicamente en procesos erosivos atenuados y/o controlados con obras de drenaje superficial (tema que en sí constituye un problema muy particular a tratar en un estudio específico). Esta unidad no es frecuente en el área; sin embargo es considerado por la morfología (taludes de relleno) que representará en la construcción de los accesos a la estructura proyectada.

UNIDADES GEOMORFOLÓGICAS REGIONALES(Plano)

CONSULTAR EN FORMATO IMPRESO

2.3.1.3.2. Unidad de Cauce Natural

Está definida por los niveles máximos y mínimos de las aguas del río Zarumilla, ocurriendo también desbordes é inundaciones, especialmente en épocas de ocurrencia del fenómeno de “El Niño”, presenta una actividad importante en épocas de avenida (Diciembre a Marzo), sobre esta unidad se transporta fragmentos redondeados a subredondeados de hasta 0.50m de diámetro, es una superficie sujeta a erosión afectando las partes donde se acerca a la ribera del río, por lo cual se debe efectuar la protección de estas riberas (considerado en un estudio específico o para efectos de un proyecto de mayor extensión é interacción de actividades).

2.3.1.3.3. Unidad de Cauce Antrópico

Esta morfología se encuentra definida por los niveles máximos y mínimos de las aguas del Canal Internacional, el cual al ser revestido no presentará actividad erosiva, transportando (en épocas de avenidas) partículas de sólidos del tamaño limo y/o arcillas, en el área de interés esta unidad alcanza un ancho promedio de 15m con una pendiente estimada de 0.2%. Ambas márgenes se encuentran conformadas por depósitos recientes de naturaleza fluvial correspondiente a la llanura de inundación. Se proyecta esta estructura (puente) precisamente para atravesar esta subunidad.

2.3.2.- Estratigrafía

La obra proyectada materia de estudio se encuentra emplazada en una de las zonas donde los depósitos paleógenos son los mas representativos a nivel mundial, periodo en el cual ocurrió el desarrollo de diversas cuencas sedimentarias en el noroeste del país, se caracterizó por ingresos progresivos del mar hacia el Este, al producirse subsidencias por movimientos tafrogénicos (formación de grabens y acantilados por acción tectónica), ocurriendo en el Eoceno la mayor acumulación en la cuenca Talara (adyacente al área de interés).

En el presente se indica las unidades estratigráficas con influencia en el área del proyecto, y cuya posición cronoestratigráfica grada desde el Mioceno al Cuaternario (Cuaternario) reciente, diferenciándose formaciones de petrografía y secuencia variada, plano N° 3, representado por unidades sedimentarias en proceso de consolidación que a su vez son definidas como sigue:

2.3.2.1. Formación Zorritos

La formación Zorritos aflora en el valle del río Tumbes, está constituida por tres miembros inferior, medio y superior. El miembro inferior está representado por estratos medianos a delgados de limoarcillitas (lutáceas) de color marrón grisáceas carbonosas con intercalaciones de limoarcillitas (lutáceas) gris a verdosas y ocasionalmente lenticularidades de areniscas cuarzosas de grano medio con estratificación sesgada

(cruzada), en la parte superior, se tiene limoarcillitas (lutáceas) bentoníticas. El miembro medio tiene estratos medianos de areniscas de grano fino y conglomerados de tamaño fino, interestratificados por limoarcillitas (lutáceas), color gris a verde olivo, estratos carbonosos piritosos y ocasionalmente lutitas rojizas. El miembro superior presenta areniscas de grano medio a grueso con limoarcillitas (lutáceas) bentoníticas, color gris verdoso a verde claro, así como limoarcillitas carbonosas, gris oscuro con bajo contenido de pirita, presenta generalmente una textura tabular delgada observándose una alteración incipiente a moderada y dureza intermedia a baja, se tiene estructuras masivas y homogéneas, las cuales generalmente constituyen taludes clasificados como roca blanda o roca suelta, son afloramientos de buena a moderada estabilidad, encontrándose infrayacente y en concordancia a la formación Cardalitos y a diversos depósitos recientes de naturaleza residual, fluvial y aluvial, su comportamiento desde el punto de vista geotécnico es estable, esta unidad cronoestratigráficamente corresponde al Mioceno Inferior, esto, basado fundamentalmente en sus correlaciones bioestratigráficas (fauna).

2.3.2.2. Formación Cardalitos

La formación Cardalitos circundante al área de interés se prolonga por el valle del río Tumbes hasta la localidad de Vaquería, está representado por estratos medianos de areniscas tobáceas feldespáticas intercaladas con areniscas, que contienen una matriz o cemento calcáreo, de grano medio, color ocre, presenta textura tabular, observándose una alteración incipiente a moderada y dureza intermedia a baja, se tiene estructuras tabulares, las cuales generalmente constituyen taludes clasificados desde el punto de vista geotécnico como roca blanda o roca suelta, son afloramientos de estabilidad media; así mismo esta unidad se presenta en discordancia paralela con la formación Tumbes, cubierto por los depósitos recientes de naturaleza diversa, su comportamiento es moderadamente estable, esta unidad, dada sus correlaciones bioestratigráficas (fauna), se ubicaría cronoestratigráficamente en el Mioceno.

2.3.2.3. Formación Tumbes

La formación Tumbes en el área de Zorritos, viene a ser el equivalente de la formación Miramar, está constituida por una secuencia de areniscas de grano grueso a fino cuarzosas intercaladas con capas delgadas de limoarcillitas bentoníticas (lutáceas), con una coloración que varía desde verde a amarillo y rojizas por alteración, superficialmente presenta una secuencia de conglomerados, areniscas de grano grueso e intercalaciones de limoarcillitas (lutáceas) y tobas en el río Tumbes.

En la Caleta La Cruz, la formación Tumbes está representada por limoarcillitas abigarradas, fisibles con algunos niveles muy finos de areniscas poco consolidados y niveles amarillentos, debido a la descomposición del yeso, la parte media consiste de areniscas tobáceas, de grano medio a fino bien clasificadas, poco consolidadas, a continuación areniscas de grano grueso, color beige, constituyen estratos compactos de 1.0m de grosor sobreyacen limoarcillitas abigarradas, intercalado por niveles delgados de areniscas, seguidas por un estrato de arenisca masiva, también se visualiza algunos niveles de conglomerados bien redondeados menores de 0,20m de diámetro,

intercalándose limoarcillitas (lutáceas) color gris claro, con tintes amarillentos y manchas de carbón, así como areniscas de grano muy fino, compactas formando estratos delgados. Encontrándose infrayacente y en discordancia a la formación Mal Pelo, sobreyace sobre la formación Cardalitos, en el área la formación Mal Pelo no ha sido reportado, por lo cual se supone ésta se encuentra cubierto por los depósitos recientes de naturaleza residual, fluvial y aluvial, su comportamiento es moderadamente estable, esta unidad según las correlaciones bioestratigráficas, nos indica una posición cronoestratigráfica, del Mioceno superior.

2.3.2.4. Depósitos Cuaternarios (Cuaternarios)

Constituyen todos los afloramientos en proceso de consolidación; sin embargo debido a la actividad geodinámica, ciertos sectores se encuentran sometidos a fenómenos de remoción, la naturaleza de estos depósitos generalmente está relacionada básicamente a procesos aluviales y fluviales, este último de carácter activo, y con influencia directa sobre algunos sectores del área de influencia del proyecto (cauce del río Zarumilla), para fines de ejecución y viabilidad de obra y dadas las condiciones actuantes se definen los siguientes:

2.3.2.4.1. Depósitos Aluviales

Los depósitos aluviales representan una amplia extensión en el área de estudio, y corresponden a la acumulación a manera de cobertura de los valles y llanuras inundadas por las corrientes fluviales, en forma de conoides (abanicos), estos cursos tienen su origen en la Cordillera Occidental, formando la cuenca del río Zarumilla, sobre el cual los depósitos aluviales se han extendido a lo largo y ancho de sus valles y sus afluentes generando en la parte terminal (baja), llanuras de inundación (sobre el cual se encuentra emplazado el área materia de estudio) y los conoides aluviales.

Estos depósitos pueden ser clasificados en Antiguos y Recientes:

Depósitos Aluviales Antiguos (Pleistoceno)

Se encuentran conformando terrazas y llanuras ubicadas adyacentes al curso actual del río Zarumilla, estando más alejados si son más antiguas.

Los materiales están representados por limos, arenas, arcillas y conglomerados, presentando una estratificación lenticular y en algunos casos laminados.

2.3.2.4.2. Depósitos Fluviales (Aluviales Recientes)

Unidad que conforma el relleno actual de los cauces, por donde discurren las corrientes fluviales del río Zarumilla (adyacentes al área de estudio), estos depósitos se encuentran conformados por gravillas gruesas, de hasta 0.05m de diámetro, sustentadas en una matriz areno limosa, limpias, por lo general bien graduadas. Los cuales podrían ser empleados como material de cantera previa evaluación de la calidad de los materiales, mediante los ensayos estándar establecidos según normas, se encuentran formando una estratificación lenticular y homogénea.

UBICACIÓN DE LAS LOCALIDADES, TIPO, DE LAS UNIDADES ESTRATIGRÁFICAS REPORTADAS EN EL ÁREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO.

CONSULTAR EN FORMATO IMPRESO

Debido a que los materiales típicos de estos depósitos se ubican en el cauce del río Zarumilla, y dadas las características morfológicas que describe el curso del río, se concluye, que los materiales encontrados en el área de emplazamiento del puente Internacional Aguas Verdes, corresponde a este tipo de depósitos, siendo los materiales constituyentes de la llanura de inundación del delta de este valle, lo cual es corroborado por la presencia de los materiales recuperados en los sondeos y representados en los registros de perforación, que son característicos de estos subambientes fluviales, representado por limos y arcillas, siendo intercalados esporádicamente por arenas y gravas.

2.4.Características Geológicas Estructurales

La zona donde se emplaza la superestructura proyectada a nivel regional, ha estado sujeta a una gran actividad tectónica, cuyos fenómenos han modificado la forma y estructura de la superficie original.

Siendo la región Noroeste del país una de las áreas de mayor complejidad, caracterizado por una deformación cortical e influenciada por la deflexión de Huancabamba, el área de influencia de la estructura proyectada se ubica al norte de esta anomalía estructural, visualizándose que el eje de las estructuras, de las cuencas sedimentarias y macizos que presentan un rumbo Noroeste - Norte - Sureste - Sur, toman un giro hacia el Noreste, ingresando a territorio Ecuatoriano en esa dirección. En el territorio Peruano estas estructuras han determinado límites de cuencas, las que controlaron la sedimentación y han jugado un papel importante en la evolución geotectónica del área, definiendo estructuras denominadas: La Deflexión de Huancabamba, los Macizos Paleozoico de los Amotapes y la Brea , los Altos Estructurales de Lobitos y Negritos, y la Falla de Huaypira.

Las que a su vez delimitan zonas, cada una con características estructurales propias a modo de “Provincias Tectónicas”, definiéndose: La Zona Estructural Noroccidental, la zona Lancones - Puyango, la zona de los Macizos Paleozoicos y la zona Meridional.

El área de emplazamiento de la obra materia de estudio, corresponde a la zona Estructural Noroccidental (I), la cual ocupa la Repisa Costanera entre Talara y Tumbes, por el oeste prolongándose hasta la Plataforma Continental y al Este limitado por los Macizos Paleozoicos de los Amotapes y la Brea (Plano N° 4).

Según Martinez (1970), esta zona se subdivide en tres subprovincias:

a) Norte, que corresponde al sector Septentrional el levantamiento de Lobitos, es decir la cuenca Progreso.

b) Central, entre los levantamientos de Lobitos y Negritos, es decir la cuenca

Progreso y

c) Sur, situada al sur del levantamiento de Negritos, involucrando Lagunitos y Portachuelo.

Los procesos orogénicos sufridos en esta zona, han sido intensas, como resultado del Tectonismo Andino, teniendo como antecedente el Tectonismo Paleozoico antiguo, que predispuso y condicionó el fracturamiento y fallamiento en el basamento y que tendría gran influencia en la cobertura del Paleógeno, por lo cual estos depósitos se encuentran afectados por un fallamiento gravitacional, con un diseño complicado, dada su posición sujeta al control estructural de la deflexión de Huancabamba; sin embargo el rumbo común de las fallas regionales es NE-SO, paralela a la cadena Paleozoica emergida mas al Este.

Las características principales, son las estructuras de Horst y Graven, con fallas de alto ángulo generalmente normales, existiendo algunas inversas, a veces originadas por la activación de antiguas fallas normales, siendo una falla de extensión regional y en posición longitudinal, la ubicada cercana al distrito Papayal, (la cual podría ser considerada cercana al área del proyecto) que tiene un rumbo NE - SO, la presencia de fallas transversales en este sector no se reportan, las existentes afectan el basamento y se ubican en el sur, definidas como falla Pananga y Huaypira, de orientación EO, y que en el caso de la subprovincia central ha condicionado el levantamiento de los bloques de Lobitos y Negritos, dejando una artesa al centro donde se depositan las secuencias clásticas del Eoceno.

Por lo expuesto la ubicación del área de emplazamiento de la estructura no reporta evidencias de actividad Tectónica, descartándose posibles efectos negativos en la estructura proyectada.

UNIDADES ESTRUCTURALES (Plano)

CONSULTAR EN FORMATO IMPRESO

2.5. Geodinámica Externa

El Perú, dada su ubicación en la parte central y occidental de América del Sur, en la cuenca circumpacífica, está inmerso a los efectos que generen los procesos geodinámicos, tanto de origen interno como externo, los mismos que tienen implicancias sustanciales en su desarrollo económico y social.

La superestructura proyectada materia de evaluación al encontrarse situada dentro de las partes terminales de la Plataforma Costanera, así como también por estar condicionada a factores adicionales que tienden a que este sector sea susceptible a determinadas situaciones de desequilibrio, considerándose para estos efectos la construcción y revestimiento del Canal Internacional en su integridad, así mismo se propone confinar los accesos del puente mediante muros, para evitar los efectos generados por los procesos de geodinámica externa.

La zona donde se emplaza el puente Internacional por su ubicación, no presenta en la actualidad mayores problemas vinculados a procesos tales como deslizamientos, derrumbes, huaycos, caída de rocas, etc., dado que es una topografía llana, de poca pendiente, sin la influencia de talud alguno.

Los años 1998, 1983 (y en otros años de periodos lluviosos, las cuencas de los ríos del Norte del país (Río Zarumilla), fueron afectados por intensas precipitaciones generadas por el fenómeno de "El Niño", uno de los eventos climáticos más intensos que ha afectado la zona norte del territorio peruano, causando efectos negativos sobre la población de infraestructura, y consecuentemente a la economía del país. Siendo esta región, la mas afectada por la presencia de este fenómeno, dada su posición respecto a la línea ecuatorial.

Los procesos de geodinámica externa se presentan en los meses de enero a abril, generados por las fuertes precipitaciones en la región, traducidas en el incremento de los caudales del río Zarumilla y sus tributarios; en estos meses se produce el transporte de grandes volúmenes de agua y sedimentos de las partes altas, generando fenómenos de erosión de riberas, desbordes e inundaciones, que afectan las áreas adyacentes y circundantes a la superestructura proyectada, comprometiendo la estabilidad de diversos centros poblados, así como de otras obras de infraestructura tales como: carreteras, canales de riego, y zonas de cultivo, la presencia de otros fenómenos de esta naturaleza se reportan en menor magnitud y frecuencia en el área de influencia de la obra.

2.5.1.Fenómenos de Geodinámica Externa

Los procesos de geodinámica externa que se presentan en el área de emplazamiento de la estructura, se definen como Inundaciones y Erosión de Riberas (este último no afecta la obra proyectada). Siendo una necesidad plantear alternativas de control y mitigación para la atenuación de los efectos generados por estos procesos, para el control y permanencia de la estructura proyectada, analizándose previamente los factores que condicionan estos procesos.

FACTORES

- Estáticos

Son características geomorfológicas y geológicas tales como la topografía del terreno, petrografía, rasgos estructurales (fallas, estratificación, fracturas,) etc., y los procesos hidrometeorológicos.

- Dinámicos

Las precipitaciones cuya acción influye en la estabilidad de los macizos rocosos o suelos, la actividad sísmica en relación a su intensidad y magnitud, así como la acción de la gravedad.

2.5.1.1. Fenómenos de Geodinámica Externa que Afectan el Área de

Influencia de la Estructura Proyectada.

Según información de los lugareños, en épocas de avenidas se producen desbordes aguas arriba del área de emplazamiento de la estructura, los que alcanzan 0.5m de altura respecto al nivel de la rasante de la trocha actual, generándose el proceso de geodinámica externa definido como **Inundación**.

Inundación

Fenómeno Geodinámico, activo que ocurre y tiene mayor incidencia en la parte baja de la cuenca, básicamente en la planicie costanera, es decir donde se emplaza la obra.

El factor y elemento principal de la ocurrencia de este proceso, es el fenómeno de "El Niño", anomalía de carácter oceanográfica controlado por la atmósfera, y que se presenta con intervalos de 3 a 16 años. Sus indicadores mas comunes son el incremento en la temperatura de las aguas frente al litoral, lluvias torrenciales y el colapso del ecosistema marino.

Se puede predecir la intensidad de este fenómeno, siendo los parámetros para establecer si es moderada o fuerte: La presencia de vientos ecuatoriales mas fuertes de lo normal por lo menos durante 18 meses, **el hundimiento de la termoclina**, las aguas cálidas se acumulan en la costa con temperaturas de por lo menos 2°C, sobre lo normal en un periodo aproximado de cuatro meses, y temperaturas bajas a lo largo del Ecuador en el Pacífico.

Se tiene en la actualidad un seguimiento de este fenómeno, por mencionar la Tesis de R. Dávila Cueva, quien establece que este fenómeno destruyó el imperio Chimú, en el año 1,100 D.C.

Friklinck da cuenta de los ocurridos en 1728, 1770, 1791, 1828, 1864, 1871, 1877, 1884, y 1891.

Schott menciona la presencia de los "Niños" de 1891 y 1921.

El IMARPE, desde 1925, cuenta con información a nivel nacional, los que señalan la presencia de anomalías en los años de 1925, 1957, 1972, 1983 y 1998, calificados como los mas acentuados y los años 1930, 1951, 1965, y 1975 como de menor intensidad.

Woodman R. (1984), en base a reportes periodísticos del año 1925 establece un índice promedio de precipitación de 60mm. Para lluvias fuertes y 20mm. Para lluvias normales, y en base a dicho criterio obtiene un acumulado total estimado de 1,200mm. Para el año 1925, que coincide con el estimado en base a las lluvias en Zorritos por G. Petersen, y los relaciona con las precipitaciones de 1983 calculadas en 2,381mm. Estableciendo que el periodo de lluvias de 1925 fue corto, mientras que el de 1983, se extendió hasta junio.

Woodman concluye que entre 1791 y 1924 no se han registrado periodos lluviosos mayores a los de 1925 y sin ninguna comparación con los de 1983 e indica que no existe por tradición oral o escrita en la región indicio alguno que haya habido otra lluvia similar o con las características de la del 1983. Es de mencionar que en la presencia de los fenómenos de "El Niño", la intensidad de lluvias se incrementa alrededor de 50 veces su valor promedio, con lo cual esta región, considerada una de las mas desérticas del globo,

se convirtió en una de las regiones mas tórridas, debido a la presencia de lluvias torrenciales.

Considerando que este fenómeno se ha suscitado básicamente por la insuficiencia hidráulica de la estructura existente, "Canal Internacional". Se recomienda la culminación en la construcción de esta estructura (revestido de concreto en su integridad), con la capacidad hidráulica proyectada con el fin de anular el riesgo anteriormente referido, considerándose así mismo confinar los accesos del puente con muros, para evitar los efectos generados por los procesos de geodinámica externa.

2.6. Geodinámica Interna (Sismicidad y Riesgo Sísmico)

La posición de los Andes Centrales respecto a la cadena Circumpacífico, implica la presencia de una actividad sísmica importante, dado que el bloque tectónico denominado Placa de Nazca está efectuando una subducción lenta y prolongada, bajo la Placa Sudamericana.

A través de la Historia se ha venido suscitando en forma regular temblores y terremotos que han generado la destrucción y degradación de centros poblados, obras de infraestructura y lo principal ha afectado un sin número de vidas humanas, consecuentemente en todo estudio geológico geotécnico con fines de construcción de obras, debe efectuarse una evaluación de las condiciones sísmicas de la zona a fin de evacuar las normas de diseño sismoresistente correspondiente.

El propósito fundamental de este capítulo es describir los parámetros del movimiento del terreno en términos de aceleraciones máximas, información básica necesaria para la ejecución de un estudio de microzonificación sísmica.

La metodología empleada es por lo general:

- Establecer la Sismicidad Histórica, y las características de cada evento.
- Identificar las características Sismotectónicas Regionales.
- Calcular el peligro Sísmico para predecir, probabilísticamente los eventos que se generaría, considerando información de los sismos pasados y el marco tectónico asociadas a la actividad sísmica regional, en base a las fuentes sismogénicas (Casaverde y Vargas; 1980), es de mencionar que la Recurrencia Sísmica fue determinada por el Proyecto "Sismicidad de la Región Andina" (SISRA), en la Universidad Nacional de Ingeniería (Arévalo, 1984), basado en el Catálogo Sísmico de Hipocentros de la National Oceanographic and Atmospheric.
- Definir los sismos esperados en términos probabilísticos, los que se obtienen con los periodos de retorno para las fuentes sismogénicas, emplazadas en el área de influencia del proyecto. .

2.6.1. Historia Sísmica de la Zona

De la información existente (sismicidad tectónica y geología del área de influencia), se efectuará un análisis para establecer una caracterización coherente de la actividad sísmica.

En el presente estudio se ha empleado las fuentes sismogénicas establecidas por Casaverde y Vargas (1980), en las cuales define las condiciones necesarias en la delineación de las fuentes generadoras de sismos.

2.6.1.1. Sismotectónica Regional

Los rasgos sismotectónicos principales en el noroeste del país son las siguientes:

- La zona de subducción en la Costa Peruana, caracterizado por el ingreso del bloque tectónico, definido como Placa Oceánica de Nazca, bajo la Placa Continental Sudamericana.
- El fallamiento Regional (Continental) generado por la Deflexión de Huancabamba.

Se ha observado que la mayor parte de la actividad tectónica en el mundo se concentra a lo largo de los bordes de estos bloques (placas), cuya fricción (Colisión) entre ellos, produce los sismos, terremotos, volcanes y orogenias.

La Tectónica de Placas (Bloques) define una interacción, por subducción, de la Placa de Nazca respecto a la Placa Sudamericana, ingresando a su vez formando ángulos variables. La sismicidad y la solución de mecanismos focales de varios sismos peruanos evidencian que esta superficie de escurrimiento es de bajo ángulo (10° - 15°) en la zona donde se emplaza la estructura materia del estudio (Stander, 1975).

Producto de la fricción (colisión) entre bloques (placas) y la subducción de la Placa de Nazca, se han formado: la Cadena Andina y la Fosa Perú - Chile, en diferentes etapas evolutivas y generan una actividad sísmica de mayor frecuencia en el continente.

2.6.1.2. Sismicidad Histórica

Comprende una recopilación de la actividad sísmica ocurrida en el pasado, basado en los reportes de los sismos acaecidos en las principales ciudades, entre los siglos XVI al XIX, de lo cual se desprende que estos datos son referenciales, los que se describen a continuación.

- El sismo del 23 de Marzo de 1606, a las 15:00 horas estremeció violentamente la tierra en Saña y Lambayeque.
- El sismo del 14 de Febrero, de 1619, a las 11:30 de la mañana un terremoto en el Norte del país arruinó los edificios de Trujillo y sus templos, extendiéndose la destrucción a las Villas de Saña y Santa.
- El sismo del 06 de Enero de 1725, a las 23:25, ocasionó diversos daños en Trujillo. En los nevados de la Cordillera Blanca originó la rotura de una laguna glacial, la cual

desbordándose arrasó un pueblo cercano a Yungay, muriendo 1500 personas. Este sismo se sintió en Lima.

- El sismo del 02 de Setiembre de 1759, causó cinco víctimas en Trujillo y averió sus construcciones. La catedral sufrió en sus bóvedas, arquerías y torres. Sentido a lo largo de la Costa entre los pueblos de San Pedro, Lambayeque hasta Villa de Santa. En los pueblos de la sierra de Huamachuco fue intenso. 25 octubre del 1820, Tumbes sufre una fuerte sacudida de tierras.
- El 25 octubre del 1820, Tumbes sufre una fuerte sacudida de tierras. 25 octubre del 1820, Tumbes sufre una fuerte sacudida de tierras, se tienen isoistas.
- El sismo del 20 de Agosto de 1857, ocurrido a las 07:00 en la ciudad de Piura. Este evento tuvo una duración de cuarenta y cinco segundos de duración, y destruyó muchos edificios. Se abrió la tierra de la cual emanaron aguas negras. Se presentaron daños menores en Paita.
- El sismo del 26 de Noviembre en Chachapoyas, ciudad que sufrió una recia sacudida de tierra.
- El sismo del 02 de Enero de 1902, a las 09:08. Fuerte y prolongado movimiento de tierra en Casma y Chimbote, que causó alarma. Fue sentido moderadamente en Chiclayo y Paita, leve en Lima. A las 10 horas se repitió en Casma con menor intensidad.
- El sismo del 23 de Abril de 1905, a las 23:15. Movimiento sísmico sentido a lo largo de la costa litoral entre Tumbes y el Valle del Santa.
- El sismo del 9 de Enero de 1906, ocurrido a las cinco de la mañana. Este sismo afectó la región Noroeste del país, siendo sentido fuerte en Piura y Paita, mediano en Trujillo.
- El sismo del 28 de Abril de 1906, a las 13:00 horas. Este temblor tuvo una intensidad de IV MM en Talara y Zorritos, grado III en Tumbes, Casitas, Paita y Piura.
- El sismo del 28 de Setiembre de 1906, a las 10:25 de la mañana. Notable conmoción sísmica en un área de forma elíptica de 310,000 km², que comprendía gran parte de la Costa, Sierra y hasta las estribaciones de la Cordillera Occidental. El eje mayor de la elipse se extendió entre Guayaquil (Ecuador) y Tarma. El eje menor entre Trujillo y Moyobamba. Este sismo fue sentido fuertemente en Huancabamba, Ayabaca, Sullana, Piura, Morropón, Tumbes y Santa.
- El sismo del 20 de Junio de 1907, a las 06:33. Localizado por Iceberg (1930) a 7° S y 81° W, con una intensidad de V MM en Chiclayo, Lambayeque y Eten, grado IV en Olmos y menor intensidad en Trujillo y Huancabamba. En Lima y Callao fue breve pero con prolongado ruido.
- El sismo del 16 de Noviembre de 1907, a las 05:10 de la mañana. Temblor sentido en la Costa, entre Lambayeque y Casma, en la región central de Tarma, Cerro de Pasco, Huánuco y en la Selva entre Masisea y Puerto Bermúdez..
- El sismo del 24 de Julio de 1912, a las 06:50. Terremoto en el Norte del país, arruinó a la ciudad de Piura y poblaciones circunvecinas, ocasionando muertos y heridos. Iceberg (1930) estimaba una intensidad de X-XI MM en el área epicentral, que parece

hoy exagerada en vista del tipo, edad y calidad de las construcciones que predominaban en esa ciudad a comienzos del siglo XX. Dentro de esa área quedaron afectadas las provincias de Piura, Huancabamba, Jaén en el Perú y las poblaciones ecuatorianas limítrofes que incluían la del Guayas. La ciudad de Piura con más edificaciones, fue la más afectada, quedando en condiciones de habitabilidad sólo el uno por ciento. Las estadísticas de la época evaluaron las pérdidas en un millón y medio de soles. En el cauce seco del río Piura se formaron grietas con surgencia de agua, otros daños afectaron el terraplén del ferrocarril. En el puerto de Paita se produjeron agrietamientos del suelo. A juzgar de Picón (1926), el epicentro macrosísmico estuvo situado dentro del Departamento de Piura, en una región de la Cordillera Occidental, al Este de Huanca, Noreste de Piura y Noroeste de Huancabamba.

- El sismo del 20 de Mayo de 1917, a las 23:45. Fuerte temblor en Trujillo que agrietó paredes en edificios públicos, Palacio Arzobispal, local de la Beneficencia, hospitales, iglesias, monasterios y muchas viviendas. El movimiento fue fuerte en Saña a 150 Km al Norte de Trujillo, en Chimbote y Casma.
- El sismo del 14 de Mayo de 1928, a las 17:12 horas. Una notable conmoción sísmica trajo devastación y muerte en varias poblaciones interandinas del Norte del Perú. La ciudad de Chachapoyas sufrió casi total destrucción, sus casas de adobe y adobón como las antiguas murallas, no pudieron resistir los violentos embates y se desplomaron en gran parte. Se deduce que el movimiento fue destructor en un área cercana a los 100,000 km². Graves daños experimentaron las ciudades de Huancabamba, en las sierras de Piura, las de Cutervo, Chota y Jaén en Cajamarca y hacia el Nororiente en Moyobamba. También se registraron daños en las ciudades ecuatorianas de Guayaquil, Machala, y los distritos andinos del Cantón de Loja.
- El sismo del 18 de Julio de 1928, a las 14:05 horas. Fue una fuerte réplica del terremoto del 14 de Mayo y causó en Chachapoyas el desplome de algunas casas que se encontraban desarticuladas por el evento principal. El movimiento fue intenso en Cajamarca, Chilete, Contumazá, Trujillo y Molinopampa. En la vecina República del Ecuador, los caminos de Chumbi y Loma Grande quedaron completamente dañados.
- El sismo del 06 de Julio de 1938, a las 23:50 horas. Movimiento sísmico en la región Noroccidental del Perú, sentido fuerte en Piura, Sullana y Chulucanas, lugares en los que causó alarma. Percibido con regular intensidad en Chepen, Lambayeque.
- El sismo del 08 de Mayo de 1951, a las 15:04 horas. Movimiento sísmico regional sentido entre los paralelos 7° y 12° de latitud sur. En la ciudad de Chiclayo tuvo un grado V en la escala MM.
- El sismo del 23 de Junio de 1951, a las 20:44 horas. Temblor originado en el océano, frente a las costas del litoral Norte. En la ciudad de Trujillo y el puerto de Pacasmayo, se apreció una intensidad de grado V en la escala MM. Sentido en las poblaciones de Cajamarca y en las situadas en el Callejón de Huaylas.
- El sismo del 12 de Diciembre de 1953, a horas 12:31. Un fuerte y prolongado movimiento sísmico afectó seriamente a la parte Noroccidental del Perú y parte del

territorio ecuatoriano. En las poblaciones peruanas de Tumbes y Corrales, causó la muerte de 6 persona, 20 heridos y numerosos daños materiales. Fue sentido en un área aproximada de 700,000 km², limitada por los paralelos 0°30' y 11° de latitud Sur y por los meridianos 75° y 81° de longitud Oeste. El área de mayor destrucción abarcó unos 5,000 km². La intensidad del movimiento se apreció entre el grado VII y VIII de la escala MM.

- El sismo del 15 de Junio de 1954, a las 08:30 de la mañana. La región Nororiental fue conmovida por un fuerte sismo que causó ligeros daños materiales en las construcciones de las ciudades de Moyobamba, Celendín y Chachapoyas. El fenómeno se percibió en un área aproximada de 460,000 km², incluyendo nuestra capital.
- El sismo del 08 de Agosto de 1957, a las 08:50 horas. La región Noroccidental del Perú fue sacudida por un fuerte movimiento sísmico. En Talara se agrietaron las paredes de varios inmuebles y cayeron objetos situados sobre estantes. Intensidad V – VI MM. Fuerte en Piura, El Alto y Zorritos.
- El sismo del 07 de Febrero de 1959, a las 04:38 de la madrugada. La región costera del Noroeste peruano, entre Tumbes y Chiclayo, fue sacudida por otro fuerte sismo que ocasionó ligeros deterioros en algunas viviendas de cemento de la ciudad de Talara. Intensidad VI MM. El ruido y estremecimiento causaron alarma en las poblaciones de Tumbes, Paíta, Piura, Talara, Sullana, Chulucanas y Chiclayo, en donde algunas familias abandonaron apresuradamente sus hogares pese a la hora.
- El sismo del 20 de Noviembre de 1960, a las 17:02 horas. Movimiento sísmico en el Noroeste. En Piura ocasionó dos muertos, varios heridos y buen número de daños a las construcciones. Horas después, un pequeño tsunami golpeaba las costas del Departamento de Lambayeque.
- El sismo del 30 de Agosto de 1963, a las 10:30 horas. Intenso temblor en el Noroeste. Causó la rotura de objetos decorativos y menaje en Piura. Grado V MM. Alarma en Chiclayo y Trujillo.
- □El sismo del 04 de Febrero de 1969, a las 23:11 horas. Las ciudades del Norte del país, especialmente Trujillo y Chiclayo, fueron sacudidas por un violento sismo. En Chiclayo causó gran alarma.
- El Sismo del 09 de Diciembre de 1970, a las 23:55 horas. Un movimiento sísmico de magnitud 7.2 sacudió y averió las poblaciones del Noroeste del Perú. Murieron 48 personas. En la vecina República del Ecuador hubo otro tanto de muertos y daños materiales. La máxima intensidad fue de VIII grados en la escala MM. Cerca del caserío de Huaca se agrietó el suelo, brotando arena y lodo.
- El sismo del 10 de Julio de 1971, a las 20:33 horas. En el Noroeste del Perú se produjo un movimiento sísmico que causó en Sullana la caída de dos viviendas antiguas ya dañadas por el terremoto de Diciembre de 1970 y ligeros desperfectos en otras viviendas. Hubo alarma en Piura y Tumbes. Con menor intensidad se sintió en Chiclayo y Trujillo. Se anota que antes del sismo se registraron en Piura y Tumbes dos ligeros movimientos, uno a las 4:30 y otro a las 15:10 horas.

En conclusión de acuerdo a la historia sísmica de la zona se desprende que esta fue afectada por sismos de intensidades que alcanzaron hasta los X en la escala Modificada de Mercalli.

MAPA ISOSISTAS SISMO 24 DE JULIO 1912 PIURA ESCALA DE INTENSIDADES MERCALI ICEBERG. REFERENCIA A. ICEBERG (1930)

MAPA ISOSISTAS SISMO 14 DE MAYO 1928 CHACHAPOYAS. ESCALA DE INTENSIDADES ROSSI – FOREL. REFERENCIA: H. ARRIGON (1928) DIARIO EL COMERCIO. ESCALA 1:4,000,000

MAPA ISOSISTAS SISMO 12 DICIEMBRE 1953 TUMBES. ESCALA DE INTENSIDAD MERCALLI MODIFICADA. REFERENCIA: E. SILGADO (1957). ESCALA 1:5000,000

CONSULTAR EN FORMATO IMPRESO

2.6.1.3. Sismotectónica

La definición y localización de los Epicentros ha evolucionado sustancialmente, por lo que es posible efectuar una cronología secuencial al respecto.

1) Antes de 1900: Datos Históricos descriptivos de Sismos destructores.

2) 1900 - 1962: En este periodo los datos obtenidos son a través de instrumentos, que se aproximan a la localización é hipocentros, con magnitudes calculadas en función de las ondas superficiales.

3) A partir de 1963: Los datos instrumentales son precisas tanto en la localización é hipocentros, calculada su magnitud en función de las ondas de cuerpo.

Entre 1900 hasta la actualidad, se reportan 29 sismos importantes en el área de emplazamiento de la estructura, los que se reportan en el cuadro adjunto.

2.6.2. Análisis del Riesgo Sísmico

2.6.2.1. Fundamentos del Análisis del Riesgo Sísmico

La teoría en la cual está basada el análisis del peligro sísmico ha sido desarrollado por Cornell (1968), Merz y Cornell (1973). En su forma básica está representada por el Teorema de la Probabilidad total:

$$P(A) = \int P(A|m \text{ y } r) \cdot f_M(m) \cdot f_R(r) \, dm \, dr$$

2.6.2.2. Evaluación de las Fuentes Sismogénicas

Las fuentes sismogénicas o generadoras de sismos utilizadas en este estudio fueron las establecidas por Casaverde y Vargas (1980), en base a la ubicación de hipocentros, así como las características tectónicas y geológicas asociadas a la actividad sísmica.

La mayor parte de los sismos ocurridos en el área considerada es producto de la interacción entre la Placa Nazca y la Placa Sudamericana.

El hecho de que la parte subyacente de la Placa de Nazca sea más profunda conforme avanza bajo el continente, determina las diferentes características sísmicas entre el litoral y el interior del país.

La Fig. N° 5 presenta las fuentes sismogénicas utilizadas y las coordenadas geográficas se muestran en el Cuadro N° 1.

CUADRO N°1: UBICACIÓN DE FUENTES SISMOGENICAS ANALIZADAS PARA EL ÁREA DE EMPLAZAMIENTO DEL PUENTE INTERNACIONAL AGUAS VERDES (Casaverde y Vargas, 1980)

FUENTE	COORDENADAS GEOGRÁFICAS			
F 01	83.05 W	4.35 S	81.45 W	3.50 S
	80.90 W	8.80 S	79.25 W	8.00 S
F 12	81.25 W	3.90 S	79.20 W	2.80 S
	79.25 W	8.00 S	77.20 W	6.80 S
F 13	81.25 W	3.90 S	79.20 W	2.80 S
	79.25 W	8.00 S	77.20 W	6.80 S
F 17	80.60 W	0.05 S	76.00 W	0.55 S
	77.20 W	6.80 S	75.80 W	5.90 S
F 18	80.60 W	0.05 S	76.00 W	0.55 S
	77.20 W	6.80 S	75.80 W	5.90 S
F 19	77.50 W	5.25 S	76.75 W	5.25 S
	77.50 W	5.85 S	76.75 W	5.85 S

Las fuentes sismogénicas F - 01 se ubican en la Costa peruana representa sismos superficiales y de mayor intensidad sísmica. Las fuentes F - 13 y F - 17 corresponden a sismos superficiales asociados a la actividad sísmica regional andina.

Las fuentes F - 12 y F - 18 corresponden a sismos de profundidad intermedia, mayores que 70km, relacionados a la zona de Benioff. La fuente F - 19 está asociada a una falla aún no definida. (Casaverde y Vargas, 1980).

MAPA DE DISTRIBUCIÓN DE MÁXIMAS INTENSIDADES SÍSMICAS OBSERVADAS

CONSULTAR EN FORMATO IMPRESO

2.6.2.3. Distribución de Profundidades Hipocentrales

Las profundidades representativas de los hipocentros de cada fuente sismogénica se ha efectuado mediante el cálculo de la frecuencia de estas profundidades focales, con los datos del catálogo de la NOAA, para el período 1963 - 1981. Las gráficas correspondientes se presentan en los gráficos 1 y 2.

2.6.2.4. Análisis Estadístico de Recurrencia

La ocurrencia de terremotos se determina de acuerdo a la expresión de Richter dada en 1958:

$$\log N = a - bM$$

donde:

N=Número acumulativo de sismos de magnitud M:

mayor por unidad de tiempo.

a,b =Parámetros que dependen de la sismicidad de la región.

La expresión anterior se puede escribir como:

$$N = 10^a e^{-bM}$$

donde:

$$M = b \ln 10$$

Si se considera una magnitud de referencia de nivel inferior M_o , se tiene:

$$\log N_{MO} = a_{MO} - b(M - M_o) \text{ para } M \geq M_o$$

La expresión anterior se puede escribir como:

$$N = 10^a e^{-bM}$$

donde:

$$M = b \ln 10$$

Si se considera una magnitud de referencia de nivel inferior M_o , se tiene:

$$\log N_{MO} = a_{MO} - b(M - M_o) \text{ para } M \geq M_o$$

La información dada por el catálogo instrumental hasta el año 1963 es incompleta, en cuanto a información de magnitud y profundidad. En este trabajo se utilizó la información existente a partir del 16.02.63 hasta el 27.05.81, correspondiente a un período sísmico de 18.28 años.

Para cada fuente se efectuó la distribución de la frecuencia de las magnitudes m_b considerando intervalos de 0.1 y luego se efectuó la distribución de la frecuencia acumulativa.

El gráfico en papel semi logarítmico representa la recurrencia sísmica de cada fuente, en donde se determina la magnitud mínima m_b como nivel inferior de referencia para el ajuste de la curva.

Los Cuadros 3 y 4 presentan las curvas de recurrencia por fuentes.

Una vez fijado el m_b de cada fuente, se procedió a calcular las rectas de recurrencia por el método de los mínimos cuadrados, determinándose de esta forma los valores de a y b de la expresión de Richter, así como también el coeficiente de correlación r^2 para indicar el grado de dispersión de los datos utilizados.

Determinadas las rectas de recurrencia de cada fuente, se calculó la tasa anual correspondiente a m_b , que viene a ser el número de sismos por año que ocurren en la fuente, de magnitud igual ó mayor que m_b . En el Cuadro N° 2, se presentan los valores de a y b el valor de m_b , y su correspondiente tasa anual y el coeficiente de correlación que se obtuvieron en el presente estudio para cada fuente sísmogénica.

CUADRO N°2: PARÁMETROS DE RECURRENCIA SÍSMICA (Arévalo, 1984)

Fuente	M_b	Tasa = 10	b_{mb}	a	R^2
		Amb :/T			
F 01	4.9	2.666	1.299	8.053	0.991
F 12	4.5	1.219	1.742	9.187	0.983
F 13	4.1	1.243	0.724	4.325	0.983
F 17	4.5	3.377	1.121	6.835	0.990
F 18	4.5	7.517	1.028	6.764	0.989
F 19	4.4	4.018	1.140	6.882	0.989

Catálogo Sísmico: NOAA

Período Sísmico: 1963 – 1981 (T = 18.28 años)

2.6.2.5. Períodos medios de recurrencia

Se ha calculado el Período Medio de recurrencia para un evento de una magnitud dada y que puede producirse en un punto cualquiera dentro de una fuente sismogénica.

Los resultados por fuente se presentan a continuación en el Cuadro N° 3.

Del análisis de estos resultados, se desprende que el período de recurrencia de un sismo de las características del que ocurrió el 31 de Mayo de 1970, es de 24 años y que es corroborado por la historia sísmica. Sismo que cae dentro del área correspondiente a la fuente sismogénica F - 2, la cual de acuerdo a los resultados es la más activa, ya que ocurre un promedio de sismo de magnitud 4.8 m_b cada dos días, todo esto en cualquier punto dentro de la fuente sismogénica.

CUADRO N°3: PERIODOS DE RECURRENCIA PARA CADA FUENTE SISMOGENICA

FUENTE	MAGNITUD	Períodos de		FUENTE	MAGNITUD	Períodos de	
	M_b	Recurrencia			M_b	Recurrencia	
F 01	4.9	--	7.5	F 17	4.5	--	21.0
	5.0	--	10.0		5.0	--	78.0
	5.5	--	40.5		5.5	--	484.0
	6.0	--	201.0		6.0	--	--
	6.3	1.4	--		6.5	2.8	--
	6.5	2.5	--		7.0	10.0	--
	6.8	6.0	--		7.3	22.0	--
	7.0	11.0	--		7.5	37.0	--
	7.3	27.0	--		7.8	81.0	--
	7.5	49.0	--		8.0	135.0	--
	7.8	120.0	--				
	8.0	218.0	--				
F 13	4.1	--	16.0	F 18	4.5	--	3.0
	4.5	--	31.0		5.0	--	8.0
	5.0	--	72.0		5.5	--	28.0
	5.5	--	166.0		6.0	--	92.0
	6.0	1.0	--		6.5	--	302.0
	6.5	2.4	--		7.0	2.7	--
	7.0	5.5	--		7.3	5.5	--
	7.3	9.0	--		7.5	9.0	--
	7.5	13.0	--		7.8	18.0	--
	7.8	21.0	--		8.0	29.0	--
	8.0	29.0	--				
F 12	4.5	--	16.0	F 19	4.4	--	5.0
	5.0	--	122.0		5.0	--	24.0
	5.5	2.5	--		5.5	--	89.0
	6.0	18.0	--		6.0	--	331.0
	6.5	137.0	--		6.5	3.4	--
	6.8	455.0	--		7.0	12.5	--
	7.0	1016.0	--		7.5	46.5	--
					8.0	173.0	--

2.6.3. Probabilidad de Ocurrencia de una cierta magnitud

A partir de los resultados obtenidos por Epstein y Lomnitz (1966), aplicando la teoría generalizada de los valores extremos de Gumbel, se puede obtener una serie de resultados referidos a la esperada actividad sísmica futura en términos de los factores a y b previamente determinados.

Es así que la probabilidad de ocurrencia de un evento sísmico de magnitud mayor que M en un determinado intervalo de tiempo T , está dada por:

$$P(M, T) = 1 - \text{EXP}(-bM \ln 10)$$

Utilizando esta fórmula y los valores determinados de a y b , E. Hernández (INGEMMET, 1989) ha calculado las curvas de probabilidad de ocurrencia de una cierta magnitud para períodos de 10, 20, 50 y 100 años para cada fuente sismogénica, que se presentan en los Cuadros 4 y 5.

En ellos observamos, que para una magnitud máxima cualquiera, se obtienen los porcentajes de probabilidad de ocurrencia de dicha magnitud para los intervalos usados.

2.7. Estabilidad de Taludes

El trazo del puente proyectado discurre sobre terrenos llanos a ondulados en su totalidad, reportándose cercanos y circundantes algunos afloramientos de las diferentes formaciones rocosas del Paleógeno (roca blanda), con taludes de corte de 1.0 a 5.0m de altura generalmente, no incidiendo directamente sobre el área de la estructura proyectada, encontrándose la necesidad de efectuar rellenos para la construcción de los accesos, con taludes que alcanzarán hasta 7.0m de altura.

Para lo cual se propone el diseño de los taludes de corte correspondientes en base a lo establecido en las Normas Peruanas para el Diseño y Construcción de Carreteras, y en el caso de una mayor seguridad y en virtud a una mayor estabilidad de los accesos estos deben ser confinados mediante muros planteándose los de concreto armado, con lo cual se evitaría el riesgo de inestabilidad y erosión propios de la zona.

Cuadro N°4: Curvas de Probabilidades de Ocurrencia de una cierta magnitud para cada fuente Sismogénica, para tiempos de exposición de 10 y 20 años.

Cuadro N°5: Curvas de Probabilidades de Ocurrencia de una cierta magnitud para cada fuente Sismogénica, para tiempos de exposición de 50 y 100 años.

CONSULTAR EN FORMATO IMPRESO

2.7.1. Taludes de Relleno

Para el diseño de taludes se debe tener en cuenta las características geológicas - geotécnicas de los suelos que forman los rellenos, recomendándose por lo general la siguiente relación de taludes de diseño.

Tipo de Material	Relación de T.C.
	V:H
-Relleno en secciones a media ladera, (predominio de fragmentos de roca, + 50%).	1:1
- Suelos granulares con cantos angulosos.	2:3
- Suelos granulares (arenas, gravas y/o suelos Residuales).	1:2

2.7.2. Rellenos en Zonas Planas

Cuando debe elevarse el terraplén hasta 3m de altura, el talud recomendable en ambos lados es:

Tipo de Material	Relación de T .C.
	V:H
- Enrocado	1:1
- Suelos	2:3

2.8. Clasificación de Materiales

Los materiales sobre los que se emplazará la estructura proyectada se clasificaron de acuerdo a las características geomecánicas de los mismos y están correlacionados con el grado de removilidad o arranque con maquinaria convencional encontrándose que en su totalidad el material reportado es definido como suelto.

Para lo cual será aplicable las relaciones de talud de relleno recomendados para su aplicación en la obra según sea el caso.

2.9. Conclusiones y Recomendaciones

- Las unidades geomorfológicas tanto areales como regionales reportadas presentan una mínima actividad en su conjunto consiguiendo el comportamiento de las unidades locales preservan la estabilidad y la serviciabilidad de la estructura proyectada.
- Las unidades estratigráficas existentes en el área de influencia del proyecto corresponden básicamente a formaciones sedimentarias del Neógeno, las cuales se definen desde el punto de vista geotécnico como estables a moderadamente estables, reportándose a su vez depósitos recientes en proceso de consolidación y remoción.
- El área del proyecto se encuentra en la actualidad en un estado de equilibrio; sin embargo la ejecución del presente proyecto generaría la alteración (mínima) del medio, tanto del lugar específico (relleno de los accesos) como del entorno, por lo cual será necesario un periodo o proceso de estabilización.
- La obra proyectada se emplaza, morfológicamente en un área con riesgo o susceptibilidad a la presencia del fenómeno de geodinámica externa, definido como

inundación, el cual para fines del proyecto son atenuados y controlados mediante obras definitivas como son el revestimiento del canal en su integridad y la construcción de un muro de confinamiento de los accesos de la estructura proyectada, con lo cual se anula y/o minimiza estos efectos, los cuales son reactivados fundamentalmente por la presencia del fenómeno de “El Niño”.

- Los materiales reportados en el Tramo son tipificados con fines de ejecución de obra, en su integridad como suelto, por lo cual el modo de excavación debe ser mediante maquinaria convencional.
- Las unidades geomorfológicas y estratigráficas reportadas al ser sometidas a excavación y rellenos, generarían sectores de inestabilidad, los cuales deberán ser controlados con los taludes de relleno o corte recomendados o en el caso de mayor seguridad, atenuados mediante muros de concreto en los accesos.

CAPÍTULO III: HIDROLOGIA E HIDRAULICA FLUVIAL DISEÑO DE OBRAS DE DRENAJE VIAL

3.1.Introducción

Es necesario centrar el tema considerando; las clase de obras de drenaje transversal, así como establecer los conocimientos, metodología y criterios básicos que definan los parámetros fundamentales (Socavación local, general y total), que constituyen uno de los elementos fundamentales que nos permitirán definir los niveles mínimos de desplante, considerando un caudal de diseño para el tiempo de vida útil de la superestructura proyectada.

Está previsto revestir el Canal Internacional de concreto y establecer, debajo del puente, vías laterales (carreteras) al canal, tanto en el lado peruano como en el lado ecuatoriano.

Según los cálculos, se estima una descarga máxima de diseño de $452.00\text{m}^3/\text{s}$ la cual exige un cauce de sección trapezoidal definida por 30.00m de ancho de fondo, 2.30m de profundidad y taludes de 1.00/1.50 (H/V).

3.2. Clases de Obras de Drenaje

3.2.1. Superficiales

a) Transversales:

- Alcantarillas ($\text{luz} \leq 5.00\text{m}$)
- Pontones ($5.0\text{m} \leq \text{luz} \leq 10.00\text{m}$)
- Puentes ($\text{luz} \leq 10.00\text{m}$)
- Badenes

Por otra parte se indica el tiempo de vida útil para el cual debe ser diseñado.

ESTRUCTURA	VIDA ÚTIL	PERIODO DE RETORNO
	(años)	(años)
Puentes	50 – 100	100 - 200
Pontones	50 – 100	50 - 100
Alcantarillas	20 – 25	25 - 50
Caños o tajeas	10 – 20	20 - 25
Cunetas Laterales	10 – 20	20 - 25

3.3. Selección de la Obra Proyectada

Con el propósito de controlar y/o minimizar los problemas de inundación y erosión sobre áreas de cultivo y las vías proyectadas que discurren paralela al cauce del Canal Internacional Aguas Verdes, en el tramo en estudio, se plantea la necesidad de proyectar un puente de 70.0m de largo, para cruzar el Canal Internacional, siendo necesario el revestimiento del canal a fin de reorientar los flujos de máximas avenidas, hacia el centro del cauce.

De las diferentes estructuras existentes para cumplir el propósito señalado se ha elegido el concreto como material mas idóneo, debido a su mejor comportamiento hidráulico - estructural en comparación de otras técnicas, las ventajas y aplicación directa de este material es evidente dadas sus características.

Permeabilidad coherente que permite que la estructura (canal) conduzca sin ningún problema los caudales de diseño establecidos en el presente, así mismo una rugosidad ideal para poder conducir sin mayores problemas el flujo de agua superficial, anular los

procesos erosivos generados por el caudal líquido. manteniendo su estabilidad y eficiencia.

Se integra armónicamente con el paisaje natural.

3.4.Cálculos de Socavación

3.4.1.Socavación General

Como se sabe, la socavación general o normal es el descenso del lecho de un río, que se produce al presentarse una corriente. Al presentarse una avenida, aumenta la velocidad en el cauce; el aumento de la velocidad, trae consigo un aumento de la capacidad de arrastre de la corriente, con lo que se empieza a degradar el fondo. Al aumentar el gasto aumenta la socavación, incrementándose el área hidráulica del agua, hasta que se llega a la socavación máxima de equilibrio al ocurrir el gasto máximo; al disminuir la avenida se reduce paulatinamente el valor medio de la velocidad de la corriente y por ende la capacidad de arrastre.

La ecuación de equilibrio según la fórmula de Lischtwan - Lebediev para materiales no cohesivos, tal como está constituido el lecho del canal internacional en la zona del proyecto, permite hacer uso de las siguientes expresiones matemáticas para el cálculo de la socavación generalizada:

$$H_s = \left(\frac{\alpha H_o^{1.667}}{4.7 \beta m D_{84}^{0.28}} \right)$$

$$\alpha = Qd/Hm^{1.667} \cdot \beta e \cdot \mu$$

$$\rho = D_{84}^{0.03} / (0.322 + D_{84}^{0.03})$$

Siendo:

H_s = profundidad de erosión

Donde:

Q_d	caudal de diseño (m^3/s)
H_o	Tirante del flujo (m)
β_o	Coefficiente que depende de la frecuencia con que se repite la avenida de diseño (1.00).
μ	Coefficiente de contracción del flujo (0.98)
H_m	Profundidad media del flujo
m	Coefficiente relacionado a la mezcla agua - sedimento (1.101).
D_{84}	Diámetro representativo de los materiales no cohesivos del perfil estratigráfico del lecho (mm).
P	Variable relacionado al diámetro representativo de los materiales del lecho (0.710).
β_e	Ancho efectivo del cauce (m)
δ_e	Peso específico de la mezcla agua - sedimento (kg/m^3)

3.4.2. Socavación Local

Cuando se coloca una estructura en la corriente de un río, se produce un cambio en las condiciones hidráulicas de ésta, y por lo tanto, en su capacidad de arrastre sólido; si la capacidad de arrastre supera localmente el aporte del gasto sólido del río, ocurrirá alrededor de la estructura, una socavación local.

Para el caso que nos ocupa, este efecto no es considerado; sin embargo para fines didácticos se plantea el uso del método propuesto por K. F. Artamonov para estimar la magnitud de la socavación local correspondiente.

$$d_s = 0.75 K_a \times K_z \times K_q \times H_o$$

donde:

K_a = Coeficiente que depende del ángulo (α) formado entre el eje de la estructura y la dirección del flujo (0.84).

$$K_a = 0.78 e^{0.027\alpha}$$

K_z = Coeficiente que depende del talud (0.85)

$$K_z = \frac{0.85}{Z^{0.0237}}$$

K_q = Coeficiente dependiente de la relación Q_1 entre Q , donde Q_1 es el gasto teórico que podría pasar a través del área ocupada por la estructura de encauzamiento, si esta no existiera, y Q es el gasto de diseño (2.65).

$$K_q = 4.429 + 1.063 \ln \frac{Q1}{Q}$$

H_o = Tirante cercano al gavión antes de la (1.57m).

Consecuentemente y según los cálculos respectivos se estima una profundidad de socavación local de 0.66m.

3.4.3. Socavación Potencial Total

De acuerdo a los resultados de los procedimientos anteriores, se obtienen los valores de socavación potencial total, los que deberán definir los correspondientes niveles de desplante.

Para el caso que nos ocupa los estribos proyectados para sostener el Puente Internacional Aguas Verdes están emplazados en los bordes del canal del mismo nombre, consiguientemente la socavación total será la misma que la general, esto en el caso de que no se revista el canal en mención.

3.5. Criterio Geotécnico de Diseño de Obras de Drenaje

- Los apoyos intermedios de puentes, pontones o batería de alcantarillas debe ser colineal, con la dirección del flujo (en este caso no se tiene la necesidad de proyectar apoyos intermedios).
- En regímenes torrentosos no proyectar apoyos intermedios (este no es el caso).
- En lo posible, los apoyos deben estar fuera del cauce para no reducir la sección hidráulica, la que puede incrementar o magnificar la profundidad de socavación por el incremento de velocidades del flujo.

3.6. Información Básica

La información hidrológica que ha servido de base para cuantificar la descarga máxima de diseño en la zona de emplazamiento del proyecto, ha sido la serie histórica de descargas máximas mensuales del río Zarumilla, registradas en la estación hidrométrica del Canal Internacional que cuenta con 21 años de registros en el período comprendido entre los años 1957 y 1985.

Dicha estación se ubica en las siguientes coordenadas geográficas: 03°28'00" de

Latitud Sur y 80°14'00" Longitud Oeste y 40m.s.n.m. de altitud.

La serie histórica de descargas se presentan en el Cuadro N° 01, es de mencionar que esta estación es la mas cercana al área de emplazamiento de la estructura proyectada y en la actualidad se encuentra clausurada, motivo por el cual los registros de datos llegan al año 1985.

CUADRO N°01: SERIE HISTÓRICA DE DESCARGAS MÁXIMAS MENSUALES

N°	AÑOS	DESCARGAS
		(m ³ /s)
01	1957	5.00
02	1958	9.00
03	1959	3.60
04	1960	3.80
05	1961	0.47
06	1962	1.50
07	1964	2.00
08	1965	1.20
09	1966	0.80
10	1967	2.14
11	1969	3.00
12	1970	0.50
13	1971	1.00
14	1972	35.00
15	1973	250.00
16	1974	1.00
17	1975	128.74
18	1976	100.00
19	1983	150.00
20	1984	40.00
21	1985	1.28

FUENTE: SENAMHI.

Estación: Canal Internacional Río: Zarumilla

Parámetro: Descarga Máxima Mensual (m³/s)

3.7.Análisis de Frecuencias

Los eventos máximos han sido procesados para diferentes períodos de recurrencia haciendo uso de la Distribución Teórica de Gumbel.

Dicha distribución, tiene la siguiente expresión:

$$F(x) = e^{-e^{-a(x-u)}}$$

donde:

a = parámetro de concentración

u = parámetro de tendencia central.

El tiempo de retorno está relacionado con la probabilidad de no excedencia mediante la relación siguiente:

$$F(x) = 1 - (1/T)$$

Siendo F (x) la función de distribución acumulada.

CUADRO N°02: DESCARGAS MÁXIMAS

PERIODO DE RETORNO	DESCARGAS MÁXIMAS
(años)	(m ³ /s)
10	223.904
25	316.024
50	327.872
100	452.000

Media interanual : 35.240

Desviación estándar : 64.910

3.8.Descarga de Diseño

Según los resultados del análisis precedente, se obtiene una descarga de diseño de 452.000 m³/s con un período de retorno de 100 años compatible con la vida útil estimada del proyecto.

3.9.Dinámica Fluvial del Canal Internacional

El cauce natural del Canal Internacional, como se sabe, limita el Norte del Perú con la república del Ecuador.

Dicho cauce natural que se emplaza de Sur-este a Nor-oeste, se origina tanto del escurrimiento pluvial de las áreas agrícolas ubicadas en su cuenca, como de los provenientes de las inundaciones ocasionadas por los desbordes del curso principal del

río Zarumilla, especialmente en épocas de grandes avenidas, que se ubica al sur del Canal Internacional, constituyéndose en un brazo del mencionado río.

Se caracteriza por tener un curso sinuoso por desarrollarse sobre una fisiografía predominantemente llana con pendientes bajas (menor del 0,20%) limitado por terrazas de baja altura (entre 2,00 y 3,00m) y con el predominio de materiales areno - limosos de baja o nula cohesión entre sus partículas a lo largo de su cauce. Dichos factores contribuyen al origen de erosión lateral de su cauce.

Los episodios de erosión lateral y desbordes son predominantes como fenómenos característicos de la geodinámica externa, razón por la cual es recomendable su revestimiento a lo largo de su recorrido.

3.10.Características Hidráulicas

En el área del proyecto las siguientes características hidráulicas generales del canal natural son:

- Forma del cauce: Tendido y relativamente divagante.
- Forma del curso del río: Relativamente recto en la zona de cruce con el eje del proyecto vial.
- Pendiente longitudinal promedio: 0.20% (Aproximadamente).
- Ancho del cauce: Variable entre 5.00m y 20.00m, aproximadamente.
- Material predominante : Limos y arenas hasta una profundidad aproximada de 8.00m por debajo del fondo del cauce.
- Tirante máximo extraordinario: 2.50m en la sección menor.

3.11.Socavación Total

En razón que el proyecto sólo va tener los dos apoyos extremos, se ha prescindido de los cálculos de socavación local, considerándose a la socavación general como socavación potencial total.

Por otro lado, para ponderar los resultados, se ha asumido que la descarga máxima de diseño ocupa la amplitud del puente prescindiendo el actual revestimiento del Canal Internacional, cuya sección se estima insuficiente, para evacuar las descargas de diseño.

Como se sabe, la socavación general o normal es el descenso del lecho de un río, que se produce al presentarse una descarga máxima debido al aumento de la capacidad de arrastre de material sólido, en virtud de su mayor velocidad.

Aplicando la ecuación de equilibrio según la fórmula de Lischtwan-Lebediev (para

materiales no cohesivos), ya que éstos constituyen la litología del área del cauce natural correspondiente, en la zona de ubicación del puente, se hace uso de la siguiente expresión matemática:

$$H_s = \left(\frac{\alpha H_o^{1.667}}{4.7 \beta m D_{84}^{0.28}} \right)$$

$$\alpha = Q_d / H_m^{1.667} \cdot \beta_e \cdot \mu$$

$$p = D_{84}^{0.03} / (0.322 + D_{84}^{0.03})$$

Siendo:

H_s = Profundidad de erosión.

Donde:

Q_d	Caudal de diseño (452.000 m ³ /s)
H_o	Tirante del flujo (1.50 m)
β	Coeficiente que depende de la frecuencia con que se repite la avenida de diseño (1.00).
μ	Coeficiente de contracción del flujo (0.98)
H_m	Profundidad media del flujo
m	Coeficiente relacionado a la mezcla agua - sedimento (1.101).
D_{84}	Diámetro representativo de los materiales no cohesivos del perfil estratigráfico del lecho (0.354 mm).
P	Variable relacionado al diámetro representativo de los materiales del lecho (0.710).
β_e	Ancho efectivo del cauce (70.00 m)
δ	Peso específico de la mezcla agua - sedimento (1.080 kg/m ³)

Según los cálculos correspondientes, se obtiene 4.76m como socavación potencial en el área de ubicación de los apoyos del puente Internacional.

3.12.Verificación de la Descarga de Diseño

La descarga de diseño del Canal Internacional fue estimada en base a la serie estadística de descargas máximas registradas del referido curso natural, entre el año 1957 y 1985 en base a la Función de Distribución de Gumbel, obteniéndose una descarga máxima de diseño de 452.00 m³/s con un periodo de retorno de 100 años; sin embargo en dicho análisis no está incluida la descarga máxima ocurrida durante el Fenómeno "El Niño" del año 1998; por tanto, mediante el siguiente procedimiento, se incorporó en el análisis

dichas descargas máximas en base al rendimiento hídrico de la cuenca del río Tumbes que cuenta con dicho registro y que presenta similitud hidrológica con la cuenca del Canal Internacional.

3.12.1. Análisis de Frecuencias de las Descargas Máximas del río Tumbes

Se cuenta con registros hidrométricos de la Estación Pte. Tumbes entre los años 1959 y 1998, que se presenta en el siguiente Cuadro.

CUADRO N°03: SERIE HISTÓRICA DE CAUDALES MÁXIMOS ANUALES DEL RÍO TUMBES

Año	Serie Histórica de $Q_{\text{máx.}}$ del río Tumbes
1959	552,50
1960	361,32
1961	451,40
1962	450,00
1963	558,95
1964	4558,36
1965	572,30
1966	720,05
1967	789,25
1968	1473,50
1969	442,38
1970	1237,50
1971	2134,20
1972	2057,33
1973	684,30
1974	1269,50
1975	1337,17
1976	1254,25
1977	584,17
1978	484,37
1979	778,30
1980	1172,45
1981	602,58
1982	1822,32
1983	510,88
1984	113,00
1985	680,52
1986	2718,94
1987	375,34
1988	1193,33
1989	319,10
1990	666,58
1991	1780,72
1992	786,01
1993	1083,30
1994	886,90
1995	780,60
1996	589,30
1997	3600,00
1998	1489,13

La serie histórica precedente fue sometida al análisis las frecuencias según la

Función de Distribución Gumbel, cuyos resultados se presentan en el siguiente Cuadro.

CUADRO N°04: DESCARGAS MÁXIMAS DEL RÍO TUMBES PARA DIFERENTES PERIODOS DE RETORNO

T_r	$Q_{m\acute{a}x-}$
5	1746.31
10	2273.52
25	2939.65
50	3433.82
100	3924.34
200	4413.08

Consecuentemente, la descarga máxima interanual del río Tumbes con un periodo de retorno de 100 años es 3924.34 m³/s, sobre una cuenca de aportación hídrica del orden de los 5359.00 km².

La descarga máxima interanual obtenida (de 3924.34 m³/s) es convertida a descarga máxima instantánea en consideración de los factores de ponderación según la magnitud de la cuenca, establecida por BCOM - SOFI CONSULT S.A. ORSTOM a propósito del Estudio Hidrológico Meteorológico de la Vertiente del Pacífico con fines de Evaluación y Pronóstico del Fenómeno "El Niño" para Prevención y Mitigación de Desastres, efectuado en 1999; cuyo valor para el caso del río Tumbes es 1.20, obteniéndose en consecuencia 4709.21 m³/s de descarga máxima instantánea.

3.12.2.Descarga de Diseño del Canal Internacional

Para el cálculo del caudal correspondiente se contó con la siguiente relación matemática:

$$Q_{ci} = \frac{\Delta_{ci} \cdot Q_T}{\Delta_T}$$

Donde:

Q_{ci} =Descarga máxima del Canal Internacional (m³/s)

Δ_{ci} =Área de cuenca del Canal Internacional (507.00 km²)

Q_T =Descarga máxima instantánea del río Tumbes (4709.21 m³/s)

Δ_T =Cuenca hidrográfica del río Tumbes (5359.00 km²)

Según los cálculos efectuados, se obtiene una descarga máxima instantánea del Canal Internacional de 445.53 m³/s para un periodo de retorno de 100 años, observándose que este valor es cercano a la descarga de diseño obtenido anteriormente (numeral 3.8 de 452.00m³/s), por lo que dicho valor es consistente para los fines de

diseño de la estructura proyectada.

CUENCA HODROGRÁFICA

CONSULTAR EN FORMATO IMPRESO

CAPÍTULO IV: GEOTECNIA

CONSULTAR EN FORMATO IMPRESO

CAPÍTULO V : IMPACTO AMBIENTAL

5.1.-Introducción

Siendo en la actualidad una necesidad, preservar y mantener una armonía, entre los ecosistemas bióticos y antrópicos (denominaremos así a las actividades que realiza el hombre para superarse y buscar un mejor medio de vida), consiguientemente todo servicio o actividad a implementarse por acción del hombre, debe ser respaldado ó refrendado por un estudio de impacto ambiental, el cual evaluará las condiciones y características detalladas del entorno (medio ambiente), así como los impactos que se puedan generar, producto de la construcción de cualquier obra de ingeniería que sea colocada en un determinado espacio (lugar) buscando en lo posible no causar impactos negativos en el medio, de no ocurrir esto se cuestionará la ejecución y viabilidad de la estructura u obra proyectada, del mismo modo queda establecida conceptualmente que el desarrollo integral de un estudio de impacto ambiental, involucra el desarrollo de un informe de la misma naturaleza (Tesis), por lo cual modestamente el suscrito, trata en lo posible de recabar la información mínima (siguiendo los esquemas y pautas estandarizados) requerida para efectuar un estudio con estas características, para lo cual se presenta el esquema correspondiente.

La construcción del Puente Internacional Aguas Verdes, en el distrito del mismo

nombre, provincia de Zarumilla del departamento de Tumbes se considera en términos generales como un factor estratégico para el crecimiento social y económico de las localidades involucradas (distritos de Aguas Verdes y Papayal). Esto debido a que cumplirá funciones importantes como mejorar el transporte de productos agrícolas, así como permitir el paso fluido y seguro de los pobladores de ambos países que será el nexo de comunicación binacional.

- **Objetivos generales del Estudio de Impacto Ambiental (EIA)**

Estudiar las alternativas correspondientes, para diseñar adecuadamente las áreas de tratamiento y disposición final de los residuos sólidos, producto de las actividades de construcción y su posterior mantenimiento, de acuerdo con los ecosistemas y áreas verdes, protegidas o no, que atraviese la obra, (según sea el caso). Se evitará los perjuicios derivados de la pérdida de la biodiversidad y el deterioro de procesos ecológicos, así como los impactos negativos en las actividades humanas de la deforestación y otros procesos degradantes del ambiente, en el área del proyecto.

El Estudio de Impacto Ambiental (EIA), debe realizarse para cada una de las alternativas de proyecto y para cada uno de los componentes del proyecto.

- **Objetivos específicos de la EIA**

El Estudio de Impacto Ambiental para la ejecución de las obras de construcción del Puente Internacional Aguas Verdes, tiene por objetivo identificar, predecir, interpretar y comunicar los probables impactos ambientales que se originaran en las etapas de planificación, construcción y operación o mantenimiento de la superestructura, a fin de implementar las medidas de mitigación que eviten, rechacen o minimicen los impactos ambientales negativos, conceptuándose los siguientes:

a) Conocer el potencial y estado actual del medio ambiente en el que se desarrollará el proyecto de construcción del Puente Internacional Aguas Verdes.

b) Identificar y evaluar los impactos ambientales que puede generar el proyecto durante las diferentes etapas (planificación, construcción y operación o mantenimiento).

c) Establecer un plan de manejo Ambiental que conlleve a la ejecución de programas de medidas preventivas y/o correctivas, monitoreo ambiental, capacitación y educación ambiental, abandono de obra y programas de contingencias.

d) Incorporar en el Expediente Técnico de Licitación de Obras, las partidas en el presupuesto correspondiente a los costos ambientales que se derivan de la puesta en marcha del Plan de Manejo Ambiental.

5.2.Evaluación de Impacto Ambiental con fines de Construcción del Puente Internacional Aguas Verdes.

5.2.1.Aspectos Legales

La descripción del aspecto legal e institucional del Estudio de Impacto Ambiental (EIA) para la obra Construcción del Puente Internacional Aguas Verdes - Tumbes, se ha desarrollado considerando el marco jurídico e institucional vigente en el Estado Peruano vinculadas a la conservación y protección del medio ambiente.

Las principales normas tratadas en el presente capítulo hacen referencia a normas legales específicas, que regulan el sector transporte, así como de otras normas generales que tiene como objetivo, ordenar las actividades económicas dentro del marco de conservación del medio ambiente, además de promover y regular el aprovechamiento sostenible de los recursos naturales renovable y no renovables. Cabe mencionar que los comentarios y análisis de las normas se realizaron de acuerdo a los lineamientos y objetivos del presente estudio de impacto ambiental y en concordancia con lo detallado en los términos de referencia mínimo exigidos.

También en el desarrollo del presente capítulo de impacto ambiental se ha tomado en cuenta lo establecido por diversas entidades internacionales como el PNUMA (Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente), la CAF (Corporación Andina de Fomento), el Banco Mundial y el Banco Interamericano de Desarrollo, todas las consideraciones que realizan estas instituciones se orientan a apoyar los esfuerzos de los países en desarrollo en la búsqueda del desarrollo sostenible, entendiéndose éste como aquel que satisface las necesidades del presente sin comprometer las necesidades de las generaciones futuras. Para el caso del Perú se le concibe como un proceso armónico donde el crecimiento económico, la explotación de los recursos naturales la dirección de las inversiones la equidad social y las transformaciones institucionales deben estar atentas a las necesidades de las generaciones presentes y futuras.

5.2.1.1. Normas Generales

Se consideran como fundamentales las siguientes normas generales y específicas a continuación indicadas:

- Constitución Política del Perú
- Código de Medio Ambiente y de los Recursos Naturales (DL.N° 613)
- Ley Marco para el crecimiento de la Inversión Privada (DL.N° 757)
- Ley General de Expropiaciones (Ley N° 27117)
- Ley Orgánica de Municipalidades (Ley N° 23853)
- Título XIII del Código Penal, Delitos contra la ecología (Decreto Leg. N° 635).
- Ley de Evaluación de Impacto Ambiental para Obras y Actividades (Ley N° 26786).
- Ley General de Aguas (Decreto Ley N° 17752).
- Reglamento de Acondicionamiento Territorial, Desarrollo Humano y Medio Ambiente, D.S. N° 007-85-VC.

5.3.Descripción Técnica del Proyecto

El Puente Internacional Aguas Verdes, geométricamente se ha proyectado para dos vías y tienen las siguientes características:

Longitud o Luz Libre : 70.0m

Número de Tramos:1

Tipo de Puente:Continuo de 70,0m apoyado en sus extremos

Ancho de la Vía : 7.20m

Bermas :1.20m. una a cada lado de las vías.

Ancho de Vereda : 1.20m

Las vigas transversales : Concreto armado de 12.50m de longitud.

El tablero : Losa de Concreto Armado de $f'c$ 280 kg/cm²

Canal : Revestido de Concreto, elevando ambos lados del mismo en 1.5m de altura.

Estribos : Concreto Armado

Cimentación : Sobre Pilotes

Juntas de dilatación:Se colocarán juntas de expansión metálica aislada en el concreto.

Pilotes : Concreto Armado de 15.0m de largo, como se recomienda en el Estudio de Geotecnia.

Sección Típica del Tablero:Concreto Armado de 0.30m de peralte en los sardineles.

Sobrecarga Aplicada :HL - 93 (camión de 40 Ton), (HS 30 y la carga equivalente de 1.0 ton / ml).

Velocidad sobre el Puente: 35 km/hr de acuerdo a la norma DG99

Accesos :Terraplenes Confinada por Muros de Concreto Armado.

Fuentes de Agua:Canal Internacional

5.4.Descripción del Área de Influencia

El Puente materia de estudio se ubicará sobre el Canal Internacional Aguas Verdes, entre

los distritos de Aguas Verdes y Papayal, en el lado Peruano, los cuales no serán afectados durante la etapa de construcción, dada la posición de estos centros poblados respecto a la ubicación de la estructura.

La margen derecha del canal se ubica el territorio Ecuatoriano y el lado izquierdo corresponde al Perú, esta obra se emplaza en la parte mas septentrional del departamento de Tumbes, entre las coordenadas geográficas 9613761.00N y 585779.50E, y la rasante proyectada se encuentra a una altitud aproximada de 13.0m.s.n.m.

El área de influencia según el estudio socioeconómico de la superestructura es de 800.0m de longitud incluyendo los accesos, la zona susceptible a los impactos positivos son la margen derecha e izquierda, tanto aguas arriba como aguas abajo, esto debido al revestimiento del canal considerado en el proyecto los cuales evitarán la inundación de los terrenos de cultivo originado por los desbordes del canal Internacional, durante la etapa de construcción se presentarán impactos negativos menores, los que serán tratados mas adelante.

5.5.Diagnóstico Ambiental

5.5.1.Descripción del Medio Físico

a) Climatología

De acuerdo a la clasificación por Zonas de Vida, el área del proyecto se encuentra ubicada en el denominado Matorral desértico Tropical (md-T), el cual se caracteriza por presentar, de acuerdo al diagrama bioclimático de Holdridge, un promedio de evapotranspiración potencial total por año que varía entre 4 y 8 veces la precipitación, por lo cual se ubica en la provincia de humedad ÁRIDO.

De acuerdo a la clasificación de R. Schroeder, en el área del proyecto hay un clima de estepa, es decir con lluvias en invierno.

b) Temperatura

De acuerdo a la información evaluada se tiene que la temperatura ambiente promedio anual es de 25°C. Las máximas mensuales tienen un promedio de 29,2°C y las mínimas, 20,2°C

c) Precipitación

Los períodos húmedos (lluviosos) anuales se presentan entre los meses de Diciembre y Abril, los secos de Setiembre a Noviembre y las transiciones de Mayo a Agosto. En el cuadro a continuación, se muestran valores promedio mensual de precipitación en la zona para dos años y medio.

Temperatura media y precipitación pluvial mensuales, registrados en la Estación meteorológica de Tumbes.

Valores Promedio Mensual de Precipitación

Año	Temperat Media (°C)		Precipitac.	Año	Temperat media (°C)		Precipitac.
Y mes	Máxima	Mínima	(mm)	y mes	Máxima	Mínima	(mm)
1994				1996			
Set	26,2	18,6	2,0	Ene	31,1	21,0	21,4
Oct	28,4	18,9	0,5	Feb	32,0	21,1	23,0
Nov	28,4	18,9	0,3	Mar	31,9	22,4	19,0
Dic	30,5	22,1	5,5	Abr	----	----	----
1995				May	----	----	----
Ene	31,9	22,4	11,4	Jun	----	----	----
Feb	----	----	----	Jul	25,5	17,5	0,4
Mar	----	----	----	Ago	25,6	18,2	0,0
Abr	32,0	22,4	0,8	Set	26,3	18,1	0,0
May	31,0	20,6	0,0	Oct	26,5	18,2	0,6
Jun	30,0	20,4	0,0	Nov	27,3	18,6	5,0
Jul	28,6	20,0	0,0	Dic	29,9	20,4	0,0
Ago	27,4	18,9	----	1997			
Set	27,5	19,6	0,0	Ene	30,8	20,6	4,0
Oct	27,6	20,1	3,0	Feb	32,4	21,4	11,0
Nov	28,3	20,5	3,2	Mar	32,8	22,3	174,0
Dic	29,3	21,1	19,0				

Estación meteorológica: Tumbes. Latitud: 03°33'S, Longitud: 80°23'W.

d) Fenómeno El Niño

Una de las características de la ocurrencia del fenómeno El Niño en esta zona son las excesivas lluvias. En el que ocurrió en 1983, los mayores excesos de lluvia presentados en Tumbes, Perú, correspondieron a los meses de febrero y mayo de 1983.

Durante el último evento ocurrido, hubo precipitaciones pluviales de 1022,8 mm en febrero de 1998. No estuvieron disponibles los valores de la precipitación máxima en 24 horas debido a que no se dispone de datos pluviométricos de la cuenca del río Puyango, en Ecuador.

Otros datos de precipitación durante 1998 son: la precipitación máxima en 24 horas, que llegó a valores de 80,6mm y 131,1mm en Enero y Febrero de 1998, según datos proporcionados por SENAMHI (Estaciones de El Papayal y Puerto Pizarro).

Aire y ruido

El área de influencia directa del puente Internacional Aguas Verdes presenta muchos terrenos de cultivo (arrozales, principalmente), la actividad en esta zona es típicamente agrícola y no presenta problemas en la calidad del aire, por estar alejada de la ciudad; sin embargo en la etapa de operación en esta zona el ruido será constante debido al intenso tránsito vehicular liviano y pesado que generará esta vía, ya que constituirá la línea de frontera.

e)Geología**e.1)Geomorfología**

El modelado del paisaje actual, se desarrolló basándose en los diversos eventos tectónicos a través del tiempo. La zona de estudio se emplaza sobre la unidad regional definida Plataforma Costanera, la que a su vez se encuentra limitada al nor-oeste por el Océano Pacífico y hacia el nor-este por la Cadena de los Amotapes (cuyo equivalente en el lado Ecuatoriano corresponde a la Cordillera de Tahuín), siendo el caso específico de la zona de estudio a continuación descrita.

Plataforma Costanera

Es la prolongación de la costa, constituidas por superficies de relieve plano a ondulado levemente inclinado, cuya altitud desciende desde los 200m hasta el nivel del mar, está limitada por la plataforma continental y los flancos Occidentales de la Cordillera de la Costa, tiene morfologías locales típicas de origen fluvial, es en esta unidad regional donde se emplaza la estructura, siendo su grado de actividad mínima.

Valle del Río Zarumilla

Nace en las partes altas de la Cordillera Occidental, forma morfologías relacionadas al modelado fluvial y aluvional predominando en la acción fluvial. La estructura se emplaza en el lado derecho del curso inferior del valle del río Zarumilla (Puyango en el territorio Ecuatoriano), observándose procesos de profundización (tenue) y erosión lateral, teniendo gradientes bajas a suaves, se tiene este valle como colector principal de las quebradas afluentes.

Unidad de Tablazos (Terrazas)

Los Tablazos son depósitos marinos Pleistocénicos, que indican las últimas transgresiones de los mares a lo largo de la Costa del Pacífico, constituyendo depósitos escalonados en forma de Terrazas.

e.2) Estratigrafía

La zona donde se emplaza la obra proyectada se caracteriza por tener una secuencia sedimentaria representada por unidades estratigráficas (circundantes) con escasa influencia en el área del proyecto, y cuya posición cronoestratigráfica grada desde el Mioceno al Cuaternario (Cuaternario) reciente, diferenciándose formaciones de petrografía y secuencia variada, en proceso de consolidación que a su vez son definidas como sigue:

Formación Zorritos

La formación Zorritos, está constituida por tres miembros: El miembro inferior representado por limoarcillitas lutáceas, color marrón grisáceas con intercalaciones de limoarcillitas lutáceas grises a verdosas, en la parte superior se tiene limoarcillitas lutáceas bentoníticas. El miembro medio presenta estratos medios de areniscas de grano fino y conglomerados de tamaño fino interestratificados con limoarcillitas lutáceas color gris a verde olivo; el miembro superior que tiene areniscas de grano medio a grueso con limoarcillitas lutáceas bentoníticas, color gris verdoso a verde claro, con textura tabular, corresponde al Mioceno Inferior.

Formación Cardalitos

La formación Cardalitos circundante al área de interés, está representado estratos medianos de areniscas tobáceas intercaladas con areniscas de matriz o cemento calcáreo de grano medio, color ocre, su comportamiento es moderadamente estable, esta unidad se ubica en el Mioceno.

Formación Tumbes

La formación Tumbes es equivalente a la formación Miramar, está constituida por una secuencia de areniscas de grano grueso a fino cuarzosas intercaladas con capas delgadas de limoarcillitas bentónicas (lutáceas), que varía de verde a amarillo y rojizas por alteración, superficialmente presenta una secuencia de conglomerados, areniscas de grano grueso e intercalaciones de limoarcillitas (lutáceas) y tobas, constituyendo estratos compactos de 1.0m de grosor sobreyacen limoarcillitas abigarradas, intercalado por niveles delgados de areniscas, así como areniscas de grano muy fino compactas y cubierto por los depósitos recientes, esta unidad corresponde al Mioceno Superior.

Depósitos Cuaternarios (Cuaternarios)

Constituye los afloramientos en proceso de consolidación; sin embargo debido a la actividad geodinámica ciertos sectores se encuentran sometidos a fenómenos de remoción, la naturaleza de estos depósitos generalmente está relacionada básicamente a procesos aluviales y fluviales, este último de carácter activo.

Depósitos Aluviales

Representan una extensión importante dentro del área de estudio, corresponde a la acumulación a manera de cobertura de los valles y llanuras inundadas por las corrientes fluviales, forma conoides (abanicos), tienen su origen en la Cordillera Occidental, formando la cuenca del río Zarumilla, se ubican en la parte terminal, (llanura de inundación), sobre el cual se emplaza el área materia de estudio. Se tienen:

Depósitos Fluviales (Aluviales recientes)

Se encuentran conformados por gravillas gruesas, de hasta 0.05m. de diámetro, sustentadas en una matriz areno arcillo limosa.

La zona de estudio se encuentra dentro del área de loma Saavedra, tiene un relieve suave a llano, y de baja pendiente.

El área de estudio se encuentra dentro de la cuenca del río Zarumilla, y está constituida superficialmente por materiales de naturaleza aluvial constituido por limos areno arcillosos.

La zona materia de estudio se encuentra compuesta por depósitos fluvio - aluviales, del cuaternario reciente.

f) Sismicidad

A partir de las investigaciones de los principales eventos sísmicos ocurridos en el Perú presentados por Silgado (1978), se presenta en la figura N° 03, el mapa de zona sísmica de máximas intensidades observados en el Perú, el cual está basado en isoistas, de sismos peruanos y datos de intensidades de sismos históricos recientes (ref. Alva H ,

1984).

Dentro del territorio Peruano se ha establecido diversas zonas sísmicas, las cuales presentan diversas características, de acuerdo a la mayor o menor presencia de los sismos, según el mapa de zonificación sísmica (figura N°, 04), y de acuerdo a las Normas Sismo - Resistentes, E - 030 del Reglamento Nacional de Construcciones, a la localidad de Zarumilla le corresponde una sismicidad media de intensidad VII a VIII en la escala de Mercalli Modificada.

Las fuerzas sísmicas horizontales cortantes en la base puede calcularse de acuerdo a las Normas de Diseño Sismo Resistente E - 030 según la siguiente relación.

$$V = \frac{Z \times U \times S \times C \times P}{R}$$

Para el estudio en la zona se tiene los factores en el cuadro adjunto:

CUADRO N° 1

FACTORES	SÍMBOLO	VALORES
Zona 2	Z	0.30
Uso	U	1.50
Suelo	S	1.40
Sismo	C	2.5
Periodo Predominal	T _p	0.50 seg

g) Recurso Hídrico:

La zona de estudio se encuentra dentro de la cuenca hídrica del Río Zarumilla, específicamente en la sub - cuenca de la quebrada Bolsico, se le denomina así al tramo final del río Zarumilla, antes de su desembocadura en el mar, el que a su vez es uno de los brazos del río Puyango, que ingresa al Perú desde el Ecuador. A su vez el río Puyango, tiene sus nacientes aguas arriba de la localidad de Zaruma en el Ecuador, con un recorrido del orden de los 90 Km. aproximadamente a lo largo de su cauce principal hasta el ingreso a nuestro país. La longitud del cauce del río Zarumilla después de su separación del Puyango, es de 60 km; según el Estudio BCEOM la cuenca propia del río Zarumilla es alrededor de 820 km². Las características fisiográficas de la cuenca alta (Ecuador) del río Puyango son diferentes a las de su cuenca baja (Perú); las pendientes son marcadamente diferentes así como la cobertura vegetal sobre el terreno, los usos de suelo y la intensidad de precipitación pluvial que es mucho mayor.

Usos del agua

En el puente proyectado el curso de agua drena las aguas provenientes del canal Internacional (utilizado como botadero de residuos sólidos por los comerciantes y pobladores). El canal internacional, a su vez es uno de los dos brazos del río Puyango que ingresan al Perú desde el Ecuador; en esta cuenca se desarrolla la actividad agrícola, por lo que se presenta contaminación: parte originada por dicha actividad y

parte originada por los desperdicios arrojados al lecho del mismo; sin embargo las aguas no son utilizadas para el consumo humano.

Por lo descrito, las aguas tienen un nivel de contaminación que no le permiten tener condiciones mínimas necesarias para la vida acuática, ni para el consumo humano.

Los resultados de ensayos físico-químicos efectuados a muestras de agua de la zona, indican que las fuentes de agua se consideran aptas para la fabricación del concreto, dado que el máximo de concentración permitido es 300 mg/l.

h) Recurso Suelo

En la zona donde se construirá el nuevo puente Internacional Aguas Verdes, tanto en ambas márgenes del Canal Internacional como, aguas arriba y aguas abajo del puente proyectado, se pueden apreciar en su integridad terrenos de cultivo, los cuales sufren inundaciones cuando se presenta el fenómeno El Niño.

i) Edafología

De acuerdo al Mapa de Suelos elaborado por la Oficina Nacional de Evaluación de Recursos Naturales (ONERN) se identifica el tipo de suelo definido como Fluvisoles Eutricos - Tropofluvents Eutricos (LPd – ANz).

Está conformada, predominantemente, por suelos de materiales aluviales recientes de morfología estratificada, con capas de textura y espesor variable y saturación de base mayor ó calcárea en una proporción aproximada de 80%.

i.1) Capacidad de Uso Mayor de Suelos

Con el fin de identificar la características de los suelos en el área de influencia de la estructura, se utilizó el Mapa de Clasificación de las Tierras del Perú elaborado por ONERN en 1982. Dada la extensión del área de la estructura proyectada así como por la posición y emplazamiento de la obra y sus accesos. Se ha identificado una Consociación definida como Loma Saavedra, teniendo en consideración el aspecto toponímico:

Consociación Loma Saavedra

Está constituida por el suelo definido y denominado Loma de Saavedra, en su fase por pendiente, plana o casi a nivel (0 – 2%), y ligeramente inclinada (2 - 4%), se distribuye en las áreas adyacentes a la margen derecha e izquierda del Canal Internacional, sobre el cual se ha proyectado el puente y sus accesos, se describe las características edáficas.

Loma Saavedra (Tipic Torriorthents)

Son suelos localizados en planicies de origen aluvial, con un perfil de tipo AC con un Epipedón ócrico como horizonte de diagnóstico, de color amarillo pardo claro que presenta tonalidades verdes, con pendiente plana a ligeramente inclinada (0 – 4%), profundo de textura franco a franco limosa sobre arena, y de drenaje bueno.

La reacción varía de ligera a moderada a fuertemente alcalina, (pH 7.9 – 8.5), con bajos contenidos de sales (0.3 a 0.6 dS/m.), bajos contenidos de carbonatos de calcio (0.0 – 0.4%), escasos contenidos de materia orgánica y potasio disponibles y contenidos altos de fósforo disponible, la fertilidad de la capa arable es baja.

5.5.2.Descripción del Medio Biótico

5.5.2.1. Zonas de Vida

Para la zona de vida identificada, mediante la aplicación del Sistema de Clasificación Ecológica de Holdridge, teniendo como base el Diagrama Bioclimático de Holdridge y en concordancia con el Mapa Ecológico del Perú - 1995.

En el área se ha identificado la zona de vida, definido como:

Zona de Vida en el Área de Estudio

SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN
Mte – T	Monte Espinoso - Tropical

Monte Espinoso - Tropical

Existe una biotemperatura media anual máxima es de 25.0°C y la media anual mínima de 23.4°C. El promedio máximo de precipitación total por año es de 793 milímetros y el promedio mínimo de 162.9 milímetros.

Según el Diagrama Bioclimático de Holdridge, en esta Zona de Vida, el promedio de evapotranspiración potencial total por año varía entre 4 y 8 veces el valor de precipitación, lo que la ubica por lo tanto en la provincia de humedad: ARIDO.

5.5.2.2. Medio Biológico

a) Flora

En el área de influencia del proyecto, la fisonomía predominante de la vegetación es definido como monte espinoso tropical, en el cual se distingue comunidades vegetales de tres formas principales: herbáceas, arbustivas y arbóreas. Las primeras son hierbas suculentas, terrestres, acuáticas o anfibias; entre las terrestres: "vidrio" (*Batis maritima*), "grama" (*Eragrostis tenella*), "junco" (*Cyperus articulatus*); entre las acuáticas y anfibias: "*Nymphaea blanda*", "*Heteranthera reniformis*" y "*Limnocharis flava*". Las plantas arbustivas son interesantes por el número de especies, unas raras y otras muy frecuentes; entre los más importantes están: Ceibo (*Bombax sp.*), Pasallo (*Bombax discolor*), Guayacán ó Madero Negro (*Tebetulia sp.*), Polo Polo (*Cochlospermum vitifolium*), Ebano (*Zizisopis Huasango*) "bichayo" (*Capparis ovalifolia*), "coral" (*Carica parviflora*), "overo" (*Cordia lutea*), "cun-cun" (*Vallesia glabra*). Resaltan también, por su aspecto morfológico y estructura, un grupo de plantas suculentas que pertenecen a las cactáceas, la más visible es el "gigantón" (*Armatocereus cartwrightianus*) cuyo tronco es articulado y ramificado.

En el área indicada existen también terrenos de cultivo como arroz, tabaco, pastos, platanales, entre otros.

Aguas abajo del Canal Internacional, a algunos kilómetros de distancia, se encuentra

la vegetación de manglares que se desarrolla entre los esteros; ahí predominan el “mangle” (géneros *Rizophora* y *Avicennia*) y otra vegetación secundaria (gramas, campanillas, entre otras).

b) Fauna

De acuerdo con la distribución geográfica de la fauna en las áreas de influencia del proyecto, le corresponde los biomas de sabana y de bosque seco ecuatorial, del Dominio Amazónico, Región Neotropical.

En las áreas de influencia directa por las obras del proyecto, la fauna silvestre notoria predominante está conformada por pequeños mamíferos (roedores, cánidos, edentados, entre otros), aves (pájaros, perdices, lechuzas, paseriformes, algunas falconiformes, palomas diversas, pájaros carpinteros, entre otros), algunos reptiles (lagartijas, pacasos, salamanquejas, pequeñas culebras, etc.). Muchos de estos animales permanecen ocultos.

No existe fauna acuática en el Canal Internacional.

En la ciudad de Aguas Verdes, correspondiente al área de influencia indirecta del puente en mención, hay animales domésticos (perros, gatos) propios de la crianza en casas, así como animales de corral (porcinos, conejos, patos, etc.) en huertas ubicadas en los domicilios.

Como se indicó antes para el recurso flora, aguas abajo del río Canal Internacional, a algunos kilómetros de distancia se encuentra el ecosistema de manglares, donde se desarrollan pequeños animales como “concha negra” (*Anadara tuberculosa*), “chalacho” (*Talassophryne depressa*), varios crustáceos; larvas de langostinos, por ejemplo, gasterópodos, ostras, peces variados, aves zancudas, algunos mamíferos de importancia económica entre los esteros.

Se ha efectuado un resumen de las especies identificadas en el Área de influencia de la estructura en estudio siendo este el siguiente:

Especies Identificadas

Nombre Común	Nombre Científico	Familia
Aves		
Cóndor	Vulthur gryphus	Cathartidae
	Buteo poecilochrous	Accipitridae
	Falco femoralis	
Picaflor de estela	Oreotrochilus estella	
Dormilona	Muscisaxicola sp.	Tyranidae
Cucarachero	Troglodytes aedon	Proglodytidae
Gorrión Americano	Zonotrichia capensis	
Fringilo madrugador	Phygilus fruticeti	Fringillidae
Plomito pequeño	Phrygilus plebejus	
Jilguero	Carduelis magellanica	
Mamíferos		
Zorro Andino	Pseudolapex culpaeus	Canidae
Ratón de campo	Phyllotis Darwin	Muridae
Ratón	Akodon andinus	
Vizcacha	Lagidium peruvianum	
Reptiles y Anfibios		
Lagartija	Liolaemus mocquardi	Tropiduridae
	Liolaemus alticolor	

5.5.2.2.1. Áreas Naturales Protegidas

A menos de 3,0 km, aguas abajo del puente Internacional Aguas Verdes (siguiendo el curso del Canal homónimo), están los límites del Santuario Nacional Los Manglares de Tumbes, unidad de conservación establecida para mantener en su estado natural, especies de flora y fauna y comunidades del ecosistema de los manglares. Este ecosistema peculiar tiene importancia científica, paisajística y económica, esta última debido a que son el refugio de recursos bióticos variados, entre ellos muchos de consumo humano, como las conchas negras y los langostinos.

La otra área natural protegida del departamento de Tumbes, es el Parque Nacional Cerros de Amotape, está muchos kilómetros distante del área de influencia, aún de la indirecta del proyecto.

RESERVA DE LA BIOSFERA DEL NOROESTE(Plano)

CONSULTAR EN FORMATO MPRESO

5.6.Descripción del Ambiente Socio - Económico:

5.6.1. Agricultura

La producción agrícola es de carácter intensivo. Los pobladores producen variados productos agrícolas tales como: plátano, arroz, maíz, yuca y camote, entre los mas importantes. Esta producción abastece tanto al mercado interno (distritos de Aguas Verdes y Papayal) como a la ciudad de Zarumilla, la provincia tiene una superficie agrícola estimada de 5 160 ha, de las cuales 4 292 se encuentran bajo riego y 868 en seco.

Superficie agrícola bajo riego y en seco y superficie no agrícola y sus componentes: 1994

	Total (*)	Superficie agrícola (ha)			Superficie no agrícola (ha)				
		Total	Bajo Riego	En Secano	Total	Pastos naturales			Montes Y Bosques
						Total	Manejados	No Manejados	
Dpto. Tumbes	31558	19392	17294	2098	12166	5804	457,8	5346,1	5704,8
Provincia Zarumilla	8766	5160	4292	868	3607	849	307,7	541,1	2621,3

(*) No incluye a las unidades agropecuarias abandonadas ni a las que sin tener tierras sólo conducen especies pecuarias.

Fuente: III Censo Nacional Agropecuario, 1994.

5.6.2. Ganadería

La explotación pecuaria es de carácter extensivo, aunque en casos excepcionales, la producción les permite comercializar fuera del ambiente local sus productos. La ganadería está conformada en su mayor parte por ganado, caprino y vacuno, este ultimo de pequeña escala.

5.6.3. Diagnóstico Socio-Económico

De acuerdo los resultados de los últimos censos nacionales la población beneficiada corresponde a la población Urbana y Rural de La Provincia de Zarumilla, que cuenta con 4 distritos: Aguas Verdes, Matapalo, Papayal y Zarumilla, cuya población alcanza los 32477 habitantes, como se puede apreciar en los cuadros siguientes, esta provincia tiene una población rural de 12.8%, dedicada a la agricultura y es en el transporte de los productos agrícolas el principal beneficio que genera la construcción del puente, los principales productos de la zona son el plátano, arroz, maíz, yuca, camote, y tomate, ganado, etc., a continuación se adjunta los últimos censos nacionales. Que demuestran que la población beneficiada localmente es principalmente rural y específicamente dedicada a la agricultura, por lo que se espera un crecimiento en este rubro una vez entre en operación el Puente Internacional Aguas Verdes.

En el poblado de Aguas Verdes, la mayor parte de sus viviendas son de material noble. Empero, en el sector comercial son evidentes las condiciones de precariedad y desaliño, característico también de la localidad de Huaquillas; sin embargo en el distrito de Papayal, la manifestación por lo general es eminentemente agrícola.

La asistencia alimentaria se da casi exclusivamente por el PRONAA, que cubre las raciones necesarias durante la ejecución de trabajos comunales y comedores populares.

DATOS GENERALES DE LA PROVINCIA DE ZARUMILLA

Población 1997 : 32447 Habitantes (Proyectados de los resultados del IX censo de población INEI - 1993).

Superficie Km²: 733.89km²

Densidad Poblacional (Hab/Km²): 44.21

Tasa de Crecimiento Anual Poblacional :4.3%

CARACTERÍSTICAS DE LA POBLACIÓN CENSAL 1997

Población censada: 32447

Población por Área

- Urbana: 4157
- Rural : 28319

Población por Sexo

- Mujeres : 17175
- Hombres: 15302

Tasa de Crecimiento Intercensal 1981 - 1993.

- Urbana: 4.3%
- Rural : -1.1%

DEPARTAMENTO DE TUMBES POBLACIÓN TOTAL ESTIMADA POR SEXO SEGÚN GRUPOS DE EDAD

Grupos de Edad	1995		
	TOTAL	HOMBRE	MUJER
	168764	89242	7922
0-4	20055	9894	10161
5-9	19789	10385	9404
10-14	19928	10107	9821
15-19	20087	11402	8685
20-24	18675	10540	8135
25-29	15522	8058	7464
30-34	13189	6753	6436
35-39	10863	5780	5113
40-44	8588	4615	3973
45-49	5801	3119	2682
50-54	4447	2404	2043
55-59	3695	1959	1735
60-64	2913	1543	1370
65-69	2096	1146	950
70-74	1407	749	658
75-79	905	451	454
80 y más	805	367	438

Población Total, Superficie y Densidad Poblacional, 1997*

	Nº de Distritos	Población Total	Tasa de Crecimiento Anual	Superficie (km²)	Densidad Poblacional (hab/km²)
Dpto. Tumbes	12	178 525	2,8	4 668,20 ^{A/}	38,23
Prov. Zarumilla	4	32 435	4,3	733,89	44,21

^{A/} Incluye 11,94 km² de superficie insular oceánica

*: Datos proyectados en base a resultados del Censo Nacional IX de Población y IV de Vivienda 1993.

Indicadores de Población, 1997

	Población Total 1997	% de la Población Rural 1996	% de la Población Menor de 15 años	Mujeres en edad Fértil (15-49años) 1996	Hijos p Mujer 1
Dpto. Tumbes	178 525	11,3	34,8	44 212	3,3
Prov. De Zarumilla	32 447	12,8	36,5	7 153	3,6

*: Datos proyectados en base a resultados del Censo Nacional IX de Población y IV de Vivienda 1993.

SERVICIOS BÁSICOS DE VIVIENDA

Total de Viviendas Particulares : 2464

Viviendas que Disponen de Abastecimiento de Agua: 1623

Viviendas con Alumbrado Eléctrico : 1160

Viviendas con Servicio de Desague: 1349

Población de 5 años y más, por condición de alfabetismo y sexo, según distrito

Distrito	Total	Condición de Alfabetismo					
		Sabe Leer y Escribir		No Sabe Leer y Escribir		No Especificado	
		Hombres	Mujeres	Hombres	Mujeres	Hombres	Mujeres
Puente Internacional							
Aguas Verdes	6768	3295	2609	442	417	4	1
Papayal	4079	1639	1436	822	179	2	1

Fuente:Censo Nacional IX de Población y IV de Vivienda 1993.

Población de 6 años y más, por Sexo, Profesión u Oficio, según Distrito

Distrito	Población			Profesión u Oficio				
	Total	Hombres	Mujeres	Profesional	Técnico	Con Oficio	No Especificado	Sin Profesión u Oficio
Puente Internacional								
Aguas Verdes	6546	3626	2920	124	103	548	25	5746
Papayal	3986	2416	1570	94	54	1032	681	2125

Fuente:Censo Nacional IX de Población y IV de Vivienda 1993.

Población de 6 años y más, por Sexo, Condición de Actividad, según Distrito

Distrito	Población			Condición de Actividad			
	Total	Hombres	Mujeres	Población Económica Activa		Población Económica No Activa	
				Total	Ocupada	Desocupada	
Puente Internacional Aguas Verdes							
Aguas Verdes	6546	3626	2920	3046	2902	144	3500
Papayal	3986	2416	1570	1907	1852	55	2079

Fuente:Censo Nacional IX de Población y IV de Vivienda 1993.

5.7. Identificación y Cuantificación de Impactos

5.7.1. Generalidades

La identificación de impactos es principalmente la labor tendiente a detectar cuales de las actividades asociadas al proyecto en su fase de construcción operación y mantenimiento. Producen alteraciones a las características de los factores. Componentes y tributos ambientales los cuales son específicos.

5.7.2. Metodología

En este capítulo se realiza el análisis de: los elementos del ambiente y las actividades de construcción del puente; aquellos son susceptibles de ser afectados y la segunda es capaz de generar impactos. En el análisis se identifican dichos impactos y se procede a su evaluación y descripción final correspondiente. Los resultados obtenidos servirán para estructurar la siguiente fase, el Plan de Manejo Ambiental, el cual básicamente está orientado a lograr que la reconstrucción y el funcionamiento de los puentes se realice en armonía con la conservación del ambiente.

La secuencia metodológica seguida para el presente Estudio de Impacto Ambiental fue planificada de acuerdo con los objetivos indicados en el capítulo II, de la siguiente manera:

- Caracterización del Proyecto
- Caracterización de la situación ambiental preoperacional
- Identificación de los impactos ambientales
- Evaluación de los principales impactos
- Plan de Manejo Ambiental

Estas actividades se desarrollaron en tres etapas o fases, a saber: fase preliminar de gabinete, fase de campo y fase final de gabinete.

5.7.3.Método de Análisis

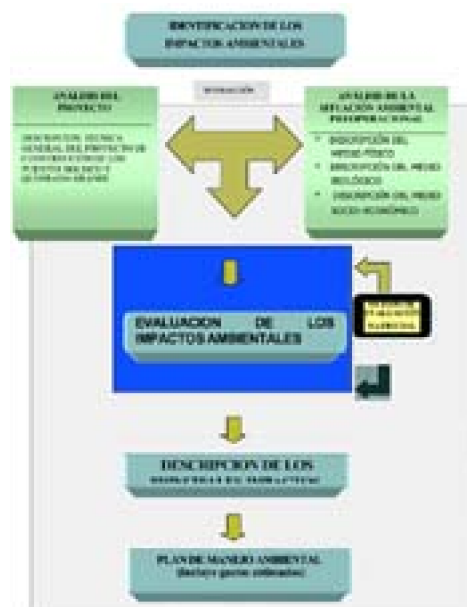
Para el análisis de los impactos ambientales potenciales del presente proyecto de tesis se consideró conveniente plantear los criterios de la siguiente manera. Utilizar el método matricial, el cual es un método bidimensional que posibilita una interrelación entre los componentes ambientales y las actividades del proyecto, facilitando así la comprensión de los resultados finales del estudio. Consiste en colocar en las filas el listado de las actividades involucradas durante el desarrollo del proyecto que pueden alterar al ambiente, y sobre sus columnas se coloca el listado de los elementos del ambiente que pueden ser afectados por las actividades indicadas.

Así en el presente estudio, se trabajó con dos matrices, cuya descripción se muestra a continuación:

En la primera matriz M-1, denominada Matriz de Identificación de Impactos Ambientales, se procede a la identificación de los posibles impactos ambientales cuya ocurrencia tendría lugar por la ejecución de las actividades del proyecto.

En una segunda matriz M.2, denominada Matriz de Evaluación de Impactos Ambientales, se realiza la evaluación multicriterio de los principales impactos ambientales identificados en la matriz anterior.

SECUENCIA DEL ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL (PROCESO PREDICTIVO)



CRITERIOS PARA LA EVALUACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES

CRITERIOS DE EVALUACIÓN	ESCALA JERÁRQUICA CUALITATIVA
Tipo	Positivo
	Negativo
Área de influencia	Puntual
	Local
	Zonal
Magnitud	Baja
	Moderada
	Alta
Tendencia	Creciente
	Estable
	Decreciente
Duración	Corta)
	Moderada
	Permanente
Probabilidad de ocurrencia	Baja
	Moderada
	Alta
	Moderada
	Alta
Mitigabilidad *	Baja
	Moderada
	Alta
	No mitigable
Significancia	Baja
	Moderada
	Alta

(*) Criterio aplicable sólo a los impactos negativos

5.7.4.Descripción de los criterios a analizar

Tipo

Hace referencia a las características benéficas o dañinas de un impacto y su calificación es de tipo cualitativo, como positivo o negativo.

Área de influencia

Es una evaluación especial sobre la ubicación del impacto bajo análisis, se califica como PUNTUAL, cuando el impacto se restringe a áreas muy pequeñas (ejemplo áreas aledañas al derecho del proyecto); LOCAL, si su área de influencia es restringida (como los taludes abajo o arriba de una vía) o ZONAL, si su área de influencia es mayor.

Magnitud

Se refiere al grado de afectación que presenta el impacto sobre el medio; se

presenta una calificación cualitativa, suficientemente sustentada, como baja, moderada o alta.

Tendencia

Se refiere a la evolución que puede presentar en impacto a lo largo del horizonte temporal, pudiendo ser creciente, si el efecto aumenta con el tiempo; estable, si permanece invariable; o decreciente, si el efecto va disminuyendo gradualmente en el tiempo.

Duración

Determina la persistencia del impacto en el tiempo, calificándose como corta, si es menor de un mes; moderada, si supera el año y permanente, si su duración es de varios años. Así mismo, la duración puede calificarse como estacional, si está determinada por factores climáticos.

Probabilidad de ocurrencia

Determina la probabilidad que se produzca el impacto esperado, su valoración cualitativa se califica como baja, moderada o alta.

Mitigabilidad

Determina si los impactos ambientales negativos son mitigables en cuanto a uno o varios de los criterios utilizados para su evaluación, y se les califica como no mitigables, de mitigabilidad baja, de mitigabilidad moderada y de mitigabilidad alta.

Significancia

Incluye un análisis global del impacto, teniendo en cuenta la valoración asignada a los criterios anteriores y determina el grado de importancia de éstos sobre el ambiente receptor, su calificación cualitativa se presenta como baja, moderada y alta.

5.8.Método y Evaluación de Impactos Ambientales

El método consistió en abarcar todo el área de influencia del Puente proyectado, se consideró de suma importancia ampliamente los problemas ambientales de todos los sectores básicamente de contaminación ambiental y su impacto en salud. Luego de haber realizado el análisis del Proyecto y de las características ambientales preoperacionales de su área de influencia, se procede a la identificación de los posibles impactos ambientales, cuya ocurrencia tendría lugar por la ejecución del Proyecto en mención. Este es un proceso esencialmente predictivo, vale decir, a priori. Los resultados de este proceso se muestran en la matriz de Identificación de Impactos Ambientales M.1; para posteriormente proveer una sólida fundamentación en la toma de decisiones referente a su corrección y mitigación.

5.8.1. Etapa de Planeamiento(OJO)

En esta etapa no se prevé la aparición de impactos negativos; sin embargo se puede interpretar la presencia de los subsiguientes:

1.Expectativa de Generación de Empleo

La población de las localidades de Aguas Verdes y Papayal, luego de informarse del proyecto de construcción del Puente Internacional Aguas Verdes, así como de las obras conexas de mejoramiento, y de la construcción (en ciertos tramos) del Canal Internacional, se interesará por solicitar algún puesto de trabajo en las oficinas del proyecto o para cubrir alguna vacante que la empresa contratista pueda disponer, esto debido a que existe población desempleada y sub - empleada en la zona y muchos de ellos con aptitudes para los trabajos de construcción.

2.Afectación de Predios

Considerando la longitud del nuevo Puente Internacional Aguas Verdes, las viviendas y caseríos ubicados en el lado Peruano, serán afectados por la construcción del referido puente y sus accesos, hecho que origina que dichos predios sean afectados por la ejecución del proyecto, pudiendo generarse conflictos sociales entre los responsables de la construcción del proyecto.

5.8.2. Etapa de Construcción

De acuerdo con las características físicas y socioeconómicas del área de influencia: y considerando las actividades a desarrollar en el proyecto, se ha realizado la identificación y evaluación de los posibles impactos ambientales que pueden presentarse durante los trabajos de construcción del nuevo Puente Internacional Aguas Verdes.

a) Interrupción del Tránsito de Vehículos

Durante los trabajos de construcción del Puente, el normal tránsito de vehículos (entre los distritos de Aguas Verdes y Papayal y las comunidades intermedias) se verá interrumpido de manera temporal a consecuencia de la construcción de la estructura y sus accesos, lo cual consigna entre otros el desplazamiento de maquinarias y equipos, excavaciones, movimiento de tierras, mayor presencia de trabajadores, etc. alterando el normal tránsito de los vehículos que se desplazan por la trocha carrozable existente (la cual no es muy significativa) adyacente al Canal Internacional tanto en el lado Ecuatoriano como en el lado Peruano.

b) Riesgos de Accidentes

Durante la etapa constructiva, la mayor presencia de vehículos máquinas, trabajadores y transeúntes podría incrementar el riesgo de accidentes, en desmedro de la integridad física de las personas. Este problema sería en la obra dado el escaso tránsito de personas en el área de influencia del proyecto.

c) Aumento de Inmisión de Material Particulado

Al momento de realizar as excavaciones, movimiento de tierras, transporte de material, etc. Se generará el incremento de emisión de material particulado y gases contaminantes, los mismos que pueden afectar a los trabajadores y pobladores

asentados en ambos lados del puente proyectado.

d) Riesgos de Contaminación de los Cursos de Agua Natural

La desinformación de algunos trabajadores acerca de la importancia de la conservación de los recursos naturales puede hacer que estos viertan residuos de pintura, concreto, cal, etc. sobre cursos de agua, pudiendo incrementar la contaminación del Canal Internacional y del Río Zarumilla.

De la misma manera, la limpieza y lavado de vehículos, maquinarias o equipos, (cucharas, palas, retroexcavadoras, mezcladoras camiones de carga, etc.) cerca del área del puente proyectado pueden incrementar la contaminación de las mismas, debido a los posibles riesgos de derrames de aceites y grasas que contienen, afectando el ecosistema.

e) Mejora en la Dinámica Comercial de la Zona

La mayor presencia de trabajadores en la zona ocasionará un incremento en la dinámica comercial de la localidad de Loma Saavedra, así mismo a los distritos de Aguas Verdes y Papayal, que presenta las mejores condiciones para responder a una mayor demanda de productos por parte de los trabajadores, (alimentos, artículos de ferretería, etc.). El aumento en la demanda de productos favorecerá a mejorar el nivel de vida de la población local, contribuyendo a un leve crecimiento económico y comercial de la zona.

f) Generación de Empleo

La contratación de mano de obra por parte de la empresa contratista, para la ejecución de la construcción del Puente Internacional Aguas Verdes. Contribuirá a la disminución de la tasa de desempleo existente en la actualidad (15.8%). Del mismo modo al aumentar la capacidad adquisitiva de aquellos trabajadores, se incrementará la demanda de bienes y servicios, generando por efecto multiplicador otros puestos de trabajo de manera indirecta, transfiriendo el crecimiento económico a otros sectores.

g) Incremento de los Niveles Sonoros

Las actividades consideradas en la ejecución de las obras, generarán la emisión de ruidos, como consecuencia del desplazamiento y funcionamiento de las maquinarias, procesos de transporte, carga y descarga de materiales, etc. Es preciso mencionar que cuando los niveles sonoros sobrepasan el umbral de los 80 decibeles (dB), se comienza a generar traumas acústicos, siendo el mas perjudicado el personal de obra por ser mas expuesto. Cabe mencionar que el ser humano pierde su capacidad auditiva al ritmo de medio decibel por año, como consecuencia de la contaminación sonora si está expuesto de manera permanente.

h) Alteración Medio Ambiental por mala Disposición de Materiales

Todos los materiales excedentes resultantes de los trabajos, pueden causar desequilibrios al entorno si no se colocan de manera adecuada en los depósitos de materiales excedentes, la zona mas vulnerable por alteración medioambiental, es el Canal Internacional así como el río Zarumilla.

Existe la posibilidad que durante la instalación y funcionamiento de los campamentos, patio de maquinas, se contaminen los suelos por derrames accidentales

de cemento, grasa, combustibles, desechos domésticos é industriales. De la misma manera, durante el empleo de concreto en las diferentes obras consideradas en el estudio de ingeniería pueden ocurrir derrames accidentales que afecten a los suelos.

5.8.3.Etapa de Operación

En la identificación y evaluación de los impactos ambientales que se generarán en esta etapa, se prevén la ocurrencia de los siguientes impactos ambientales:

a .- Mejora en el traslado de productos Agropecuarios

La construcción del Puente Internacional Aguas Verdes, favorecerá el traslado de productos agropecuarios ubicados tanto en el Perú como en la frontera con el Ecuador, es de mencionar que la zona es altamente productiva entre otros en tomates, hortalizas, etc, así mismo en ganadería y la falta de una vía rápida genera el encarecimiento del traslado de estos productos, hacia los mercados de Aguas Verdes, Zarumilla y Tumbes. Es decir a no menos de 3.0 Km (Aguas Verdes).

b.-Posible Expansión Urbana No Planificada

Luego de la ejecución de las obras de construcción del Puente Internacional Aguas Verdes, no se descarta la posibilidad de que se pueda generar un crecimiento urbano irregular, en la margen izquierda del mencionado puente (lado Peruano), principalmente en la localidad de Loma Saavedra, Papayal y Aguas Verdes (en menor escala).

c.-Mejoramiento del Aspecto Estético

La ejecución y puesta en funcionamiento del puente provocará un cambio en la estética de la zona en estudio, a su vez algunas alteraciones hacia las habilitaciones vecinas, se podrá proyectar el asfaltado de las trochas existentes (camino de tierra) tanto en el lado Ecuatoriano como en le lado Peruano.

d.-Mejora en el Nivel Socioeconómico de las Poblaciones de Aguas Verdes y Papayal.

El incremento del traslado de productos agrícolas permitirá incrementar la producción de los terrenos ubicados tanto en la margen izquierda (poblaciones Peruanas) como en el lado derecho (localidades Ecuatorianas), del canal internacional y así obtener mayores ingresos de parte de la población, lo cual hará que se incremente sus niveles socioeconómicos.

e.-Mejora en los Niveles Culturales de Poblaciones Ubicadas en la Margen Izquierda del Canal Internacional (Lado Peruano).

En la localidad de Loma Saavedra, así como en los distritos de Aguas Verdes y Papayal, se ubican Colegios, Bibliotecas, Diarios y Revistas, etc, por lo cual la construcción del puente en mención, permitirá un mejor desplazamiento y comunicación de las poblaciones ubicadas en la margen izquierda del canal internacional.

f.-Formación del Eje: Zarumilla - Puente Internacional - Aguas Verdes - Papayal.

La construcción del Puente Internacional Aguas Verdes y el mejoramiento de los caminos vecinales en el lado izquierdo del Canal Internacional, permitirá desarrollar esta

zona de frontera con el Ecuador, explotando básicamente su potencial agropecuario, y agrícola y permitir la formación y desarrollo del eje vial y comercial Zarumilla – Aguas Verdes - Papayal, en el lado izquierdo del Canal Internacional y en ambas márgenes del río Zarumilla.

5.9. Plan de Manejo Ambiental

5.9.1. Generalidades

Se entiende como el conjunto de medidas técnicas para evitar o mitigar los impactos ambientales negativos que se originarían durante la construcción, operación y cierre del proyecto, así como para potenciar el aprovechamiento de los medios generados.

Consiguientemente luego de haber identificado y cuantificado los impactos adversos sobre el ambiente y la salud por las actividades propias del proyecto en estudio se aplicarán medidas que están orientadas a prevenir, controlar, atenuar y compensar las alteraciones que se origine y pongan en riesgo la estabilidad de los ecosistemas teniendo al hombre como elemento mas importante.

5.9.2. Medidas de Mitigación

Las medidas de mitigación tiene el propósito de establecer las acciones, que se deben ejecutar para prevenir o controlar los riesgos ambientales o posibles accidentes o desastres.

También tiene por objetivo contrarrestar los efectos que se puedan generar por la ocurrencia de eventos asociados a fenómenos de orden natural y a emergencias producidas por otros factores.

Las medidas de mitigación consideradas para el presente estudio son detalladas como sigue:

5.10. Plan de Controles

a) Control de Tránsito

Se adoptará un sistema de control de tránsito durante los trabajos de tendido de redes, el cual consiste en direccionar el tránsito en las trochas existentes, mediante un sistema de señales de tráfico o avisos luminosos.

b) Control de Accidentes

Durante la etapa constructiva, la mayor presencia de vehículos, maquinarias,

equipos, trabajadores y transeúntes, podría incrementar el riesgo de accidentes, en desmedro de la integridad física de las personas. Este problema se acentuaría en la zona cercana al proyecto, debido a la mayor actividad comercial que se generaría.

c) Control de emisión de Gases é Inmisión de Material Particulado.

El control del material particulado, esto se realizará por parte de la supervisión de la obra, la cual deberá de cuidar que el material particulado no sea expuesto a la intemperie para lo cual deberá realizar el riego del material particulado de esta forma se evitara su inmisión,

d) Control de Equipo

Se debe tener un control técnico periódico de todo el equipo puesto en obra, el cual además de cumplir con las exigencias contractuales, deberá cumplir con los controles de límites permisibles de emisión de gases para vehículos de encendido por chispa y que usan gas licuado, petróleo, gasolina, el control se deberá realizar con equipos de analizadores de gases para vehículos de encendido por chispa.

El equipo a usar será un medidor de emisiones infrarrojo no dispersivo (NDIR), capaz de medir CO, HC, CO₂ y O₂ etc.

Clase III: Vehículos de Carga (volquetes)

Límites Permisibles

CO1.5gr/km.

HC + NOX1.2 gr/km.

e) Control de los Niveles Sonoros

Control de ruidos con silenciadores en buen estado, para todos los equipos de obra, especialmente los martillos hidráulicos retroexcavadoras, etc.

Estos equipos cuentan con silenciadores especiales pero los contratistas no cumplen en darle el mantenimiento adecuado, así mismo el contratista debe proporcionar al personal operador de estos equipos pesados sorderas, para que no sean afectados por los niveles sonoros elevados.

LÍMITES PARA LA SUPRESIÓN DE RUIDOS NOCIVOS Y MOLESTOS

Ordenanza Municipal N° 015.12.07.86.

ZONIFICACIÓN	RUIDOS NOCIVOS	Nivel de Ruidos (dBA)	
		De 07:01 a 22:01	De 22:01 a 07:00
Residencial	80	60	50
Comercial	85	70	60
Industrial	90	80	70

f) Control de Material Excedente

Para la ejecución de obra se contará con un campamento personal técnico y obrero, así como equipos de diferentes clases.

g) Campamento

Colocación de SSHH, portátiles para uso del personal de obra y técnicos y si el sistema es fijo deberá contar con un sistema de tratamiento de desagües.

En los talleres de mantenimiento debe evitarse el contacto de los aceites, grasa, hidrolina, petróleo con el suelo.

Para lo cual deberán contar con un sistema adecuado de control de aceites y grasas en cada taller.

El supervisor deberá verificar que los equipos y el personal de obra no viertan o emitan fluidos que contaminen el medio ambiente y sobrepasen los límites permisibles de emisión de fluidos líquidos.

h) Control de Eliminación de Residuos Sólidos

Se debe verificar que el contratista cumpla con la eliminación del material excedente de obra en el botadero que se ha determinado previamente así mismo se debe controlar la eliminación de material residual el cual debe ser apropiadamente reciclado, es decir todo el material residual debe ser colocado en bolsas de polietileno y ser eliminado en los botaderos municipales ya determinados (botadero Loma Saavedra).

5.11. Programa de Educación Ambiental para Trabajadores y Pobladores

Este programa contiene los lineamientos principales de capacitación y educación ambiental para instruir al personal que tendrá a su cargo la construcción del puente Internacional Aguas Verdes, tanto los ingenieros y técnicos como los funcionarios de la Municipalidad provincial de Zarumilla.

Objetivos

- Sensibilizar y concienciar al personal de obra y población en general, acerca de la importancia en la conservación y protección del medio ambiente.
- Desarrollar actividades de capacitación y educación, orientadas a la conservación del medio ambiente, como manejos adecuados de desechos sólidos y livianos.
- Desarrollar la capacidad institucional para el cumplimiento de este programa.

Actividades

a.- Al Personal de Obra

Curso de seguridad ambiental, riesgos en obra y sistemas ecológicos.

b.-Al Personal Profesional

Capacitación ambiental, desarrollando los conceptos de desarrollo sostenible o sostenibilidad del proyecto.

c.-A la Población

Educar a las diferentes organizaciones sociales que deberán contribuir en la formación de los valores y hábitos de las personas en proteger la naturaleza.

5.12.Plan de Cierre de Operaciones

El plan de cierre de operaciones comprende desde un periodo de clausura, hasta la declaración de abandono de área.

En este proceso la empresa involucrada deberá presentar a la autoridad competente, el plan de cierre de operaciones y restauración del área, cuya implementación deberá considerarse incluso desde la etapa de operación, asimismo, algunas medidas pueden ser implementadas desde la fase de estudio y construcción del proyecto. El Plan de Cierre de Operaciones y Restauración del Área contará con un responsable técnico, de la empresa que coordinará permanentemente los trabajos de abandono y restauración del área de interés las principales medidas planteadas se refieren a:

1. Para el cierre de operaciones, se deberá comunicar a las autoridades sectoriales a fin de coordinar la puesta en práctica de las medidas consideradas en el plan de abandono y restauración del área aprobado.

2. El plan se inicia con la comunicación de este hecho a la entidad de asuntos ambientales, el que de acuerdo con la normatividad vigente podrá nombrar un interventor o una entidad consultora. Para que actualice los planos realice inventarios valorización de bienes y desechos, los cuales pueden ser subsanados.

3. En el periodo de clausura debe considerarse como mínimo una duración de cinco años (05), con el objeto de asegurar que se han seguido todas las medidas necesarias para la estabilidad de la zona post – clausura.

4. Las acciones para el Plan de Cierre de Operaciones comprende:

- Todos los materiales sobrantes en las obras deberán ser retirados o recolectados y enterrados si son orgánicos.
- Los pozos de residuos orgánicos deberán ser enterrados y sembrados con especies forestales.
- Roturación de superficies compactadas, acondicionadas con material orgánico mineral y reforestadas.
- Reforestación de las áreas aledañas con especies vegetales de la zona. En tiempo apropiado antes del abandono, deberá ser acondicionado un área para vivero.
- Los materiales útiles deberán ser donados a la población para ser utilizados en infraestructura de servicios comunes.

- Coordinar con las autoridades locales para que velen por el control de ingreso a las áreas abandonadas, incentivando la práctica y el cuidado de la reforestación.

5.13. Conclusiones y Recomendaciones

1. La construcción del Puente Internacional Aguas Verdes, permitirá mejorar las condiciones de tránsito de vehículos favoreciendo a las actividades comerciales, turísticas, agropecuarias, y a la vez integrará las comunidades del área rural de la parte nor-este de la provincia de Zarumilla, involucrando las localidades de Aguas Verdes y Papayal, consolidando el desarrollo económico, en este sector del Departamento de Tumbes.

2. Los trabajos de construcción del Puente Internacional Aguas Verdes, permitirá mejorar la dinámica comercial de la zona además de crear otros puestos de trabajo de manera directa e indirecta.

3. Durante la ejecución del proceso constructivo del puente no se generarán impactos ambientales negativos de consideración que puedan poner en peligro el entorno natural o socioeconómico. Del mismo modo, no existen recursos naturales de flora y de fauna en peligro de extinción, o en condición vulnerable .

4. En el área de influencia la fauna silvestre en general es muy escasa a consecuencia de la alta intervención humana, razón por la cual el efecto barrera y el riesgo de atropellos es mínimo o nulo.

5. Los impactos indirectos como la disminución de las áreas verdes y de recreación no son consideradas, dado que el proyecto se encuentra distante a la ciudad, es por ello que no se plantea una solución dentro del plan de manejo ambiental.

6. En general según el presente Estudio de Impacto Ambiental, se ha determinado que las posibles ocurrencias de impactos ambientales negativos, no son limitantes, ni tampoco constituyen restricciones importantes en la ejecución de la obra, concluyéndose que el Proyecto de Construcción del Puente Internacional Aguas Verdes, es viable desde el punto de vista ambiental sí y solo sí, se implementan de manera adecuada, las medidas correctivas y/o de control planteadas en el Plan de Manejo Ambiental.

7. En la zona de la obra proyectada no se ha observado especies de fauna silvestre amenazada; sin embargo, es posible la presencia de algunas especies, en el área de influencia indirecta, por lo que se debe impartir charlas de educación ambiental al personal de ejecución de la obra, y de operación del proyecto, sobre la importancia de la conservación y protección ambiental.

8. Para prevenir mitigar y/o evitar, los efectos negativos medioambientales que se generarán con la construcción del Puente Internacional Aguas Verdes, se deberá cumplir con la implementación de las medidas ambientales contempladas en los programas de Medidas Preventivas y Correctivas, Monitoreo Ambiental, Capacitación y Educación Ambiental, Contingencias y Abandono de Áreas.

9.La extracción de agua se realizará de modo tal que no cauce remociones excesivas, ni tampoco afecte a los usuarios, y evitar de esta forma algún tipo de conflicto social.

10.Durante los trabajos de ejecución de la obra la empresa contratista mantendrá la fluidez del tránsito de vehículos de manera que no perjudique a los usuarios de la vía existente (los cuales son escasos).

11.Respecto a la explotación de las canteras sobre el lecho del río, se debe tomar en cuenta el decreto supremo N° 013-97-AG. Mediante el cual se aprueba el Reglamento de la Ley N° 26737 que regula la explotación de materiales que acarrear y depositan las aguas en sus alvéolos o cauces.

12.En la etapa de construcción, la Supervisión Ambiental será permanente y se exigirá el fiel cumplimiento de todas las medidas preventivas y/o correctivas planteadas en el plan de Manejo Ambiental.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

1. El tramo carretero de acceso al puente Internacional en su margen izquierda se ubica en el departamento de Tumbes, en la provincia de Zarumilla, entre los distritos de Aguas Verdes y Papayal, sobre una zona llana predominantemente, correspondiente a tablazos o terrazas y es proyectado para cruzar el Canal Internacional, en la región natural denominada Costa a una altitud promedio de 13.0m,s,n,m, donde se manifiesta un clima árido.

2. La unidad geomorfológica que enmarca la zona de estudio y en la cual se emplaza íntegramente la estructura corresponde a la Repisa Costanera, cuyos rasgos geomorfológicos y evolución están relacionados a levantamientos verticales (tectónicos) que han dado lugar a terrazas marinas escalonadas reconocidas como Tablazos, sobre las cuales han incidido la acción eólica además de ríos y quebradas.

3. Las unidades estratigráficas sobre las que se emplaza en su totalidad la estructura proyectada y sus accesos están conformadas por depósitos aluviales del Cuartario (Pleistoceno y Reciente) con materiales inconsolidados de naturaleza; areno - arcilloso, limosos y arenosos principalmente, debido a la acumulación a manera de cobertura por acción de corrientes fluviales, sobre los que actualmente se desarrollan terrenos de cultivo y chacras, según los sondeos geotécnicos efectuados en la zona de cimentación del puente, este material suelto se prolonga hasta más allá de los 28.50 m. de profundidad (máxima profundidad prospectada).

4. En relación a los procesos de geodinámica externa asociados a estabilidad de taludes y pendientes (deslizamientos, derrumbes, huaycos, etc.) éstos son nulos debido al emplazamiento de la estructura proyectada en una zona predominantemente llana y/o horizontal. Se ha identificado procesos de geodinámica externa (desbordes e inundaciones), debido fundamentalmente a la insuficiencia hidráulica de la estructura actualmente existente - Canal Internacional - sobre el cual se proyectará el puente materia de estudio. Siendo esto controlado, incrementando la capacidad hidráulica del canal internacional, por lo que se plantea culminar la construcción de esta estructura con la capacidad hidráulica proyectada.

5. Según el régimen hidrológico del Canal Internacional el caudal de diseño estimado es de 452.00 m³/seg, para un período de retorno de 100 años.

6. Se estima que la socavación potencial debido a la acción continua de la socavación general es de 4.76m.

7. Se ejecutaron dos (02) prospecciones con equipo de perforación rotatoria (se ha empleado el método SPT) para definir la profundidad y distribución de suelos a fin de establecer los parámetros para su clasificación. La perforación en la margen derecha progresó hasta los 28.50m. de profundidad, y en la margen izquierda hasta los 27.00m. En todos los casos el material encontrado fue suelto, clasificado como aluvial, producto de la depositación del material transportado por el río Zarumilla, los materiales se encuentran constituidos superficialmente por limos, seguido de niveles predominantemente limosos, arcillosos y arenosos, que según los Ensayos de Laboratorio (registro de perforación adjunto) son clasificados como ML, CL, CH, SM, SC, ML - CL y SW - SM.

8. Para establecer la Capacidad de Carga Admisible (Q_{adm}) y recomendar el tipo de cimentación más favorable para el tipo de Perfil Estratigráfico del área de cimentación del puente "Aguas Verdes" se consideró lo siguiente:

- Información hidrológica de los niveles probables de socavación que puede lograr el Canal Internacional, en el caso de no estar revestido, que es del orden de 4.76m de profundidad.
- Existencia de suelos finos sueltos (ML) entre los 0 - 10.50m de profundidad en ambas márgenes que según los valores SPT (en algunos casos es < de 10 y consiguientemente) son potencialmente licuables.
- Presencia por debajo de los 15,0m de profundidad de diversos niveles de arenas limosas y arcillas de buenas características mecánicas ($N > 50$) como material de cimentación.
- Realizados el análisis de la información obtenida de los sondajes ejecutados en el área de ubicación de la estructura, se establece que la subestructura más favorable para la cimentación, debería ser pilotes excavados, hasta apoyarse en la superficie del nivel no cohesivo principalmente como se resume a continuación (proyectándose para la margen izquierda dos niveles probables de cimentación y uno en la margen derecha):

Margen Izquierda:

Profundidad/Cota	Estrato Portante	Q_s	Q_b	Q_u	W_p	F_s	Q_{adm}
15.0m/-7.5*	SM, SC	20 Tn	146 Tn	166 Tn	10 Tn	3	52 Tn
19.5m/-12*	SC, ML	59 Tn	298 Tn	357 Tn	13 Tn	3	114 Tn

Margen Derecha:

Profundidad/Cota	Estrato Portante	Q_s	Q_b	Q_u	W_p	F_s	Q_{adm}
16.50m/-9.0*	GC	158 Tn	170 Tn	328 Tn	11Tn	3	105 Tn

Se tomó como referencia la cota relativa 7.5m como nivel del terreno natural según el plano topográfico adjunto

10. Se han considerado diversos depósitos de naturaleza fluvial y aluvial, (los mismos que cumplen con los requerimientos técnicos para su uso en mezclas de Concreto Simple Tipo Pórtland, así como Base y Subbase); las cuales son denominados: "Tacural", "Cabuyal", "Santa Rosa N^a 1", "Santa Rosa N^a 2", "Bocatoma" y "El Charán", las cuales son accesibles de acuerdo a lo establecido en el diagrama de canteras adjunto al anexo correspondiente.

11. El análisis químico de las aguas del Canal Internacional, da como resultado que estas son aptas para su uso en mezclas de Concreto Portland, recomendándose por tanto el empleo de ellas.

12. Se recomienda la ejecución de un ensayo de carga para verificar la capacidad del pilote bajo condiciones reales.

13. Dadas las condiciones geodinámicas (inundaciones y desbordes), y existiendo dos trochas carrozables a ambos lados del Canal Internacional se recomienda que se eleve la rasante en 1.20m, como mínimo.

BIBLIOGRAFÍA

- Alva Hurtado J.E., Meneses J. y Guzmán V., (1984), "Distribución de Máximas Intensidades Sísmicas Observadas en el Perú", V Congreso Nacional de Ingeniería Civil, Tacna, Perú.
- American Concrete Institute,, Capitulo Peruano. 1998, Cimentaciones de Concreto Armado en Edificaciones, 1º Congreso Nacional de Ingeniería Estructural y Construcciones.
- American Society of Civil Engineer, (1959), Manual of Practice N° 17.
- Aparicio Mijares Javier., "Fundamentos de Hidrología de Superficie" (2001).
- BANCO MUNDIAL. Libro de Consulta para Evaluación Ambiental. Vol. I y II. Washington, D.C., 1992.
- BCOM – SOFI CONSULT S,A. – ORSTOM., "Estudio Hidrológico Meteorológico del la Vertiente del Pacifico con fines de Evaluación y Pronostico del Fenómeno del Niño, para Prevención y Mitigación de Desastres". 1999.
- Belousov V.V., "Geología Estructural" (1979), Editorial MIR – Moscú.
- BIOCONSULT S. de R.L., Manual de Impactos Ambientales para Caminos Rurales. Tegucigalpa–Honduras, 1 994.
- Blyth F.G.H., y De Freitas M.H., "Geología Para Ingenieros", (1999).
- Bosworth T.O., 1922, Geology of the Tertiary and Quaternary periods in the Northwestern part of Peru. Mc Milan, Co Londond

- Braja M, Das., “ Principios de Ingeniería de Cimentaciones ”. Internacional Thomsom Editors, 4ª Edición (1999).
- Casaverde L. y Vargas J., (1980), "Zonificación Sísmica del Perú", II Seminario Latinoamericano de Ingeniería Sismo#Resistente, Organización de Estados Americanos y Pontificia Universidad Católica del Perú, Lima, Perú.
- CISMID (1992), “Estudio de Peligro Sísmico para la Central Hidroeléctrica de Cumba, Amazonas”. Informe Técnico, Lima, Perú.
- CONSEJO NACIONAL DEL AMBIENTE. Principios de Evaluación de Impacto Ambiental. Lima, 1999.
- Costet J, Sanglerat G., “Curso Practico de Mecánica de Suelos”. Editorial Omega (1975).
- Coyle H, M, and Castello P,R,. “New Design Correlation for Piles in Sand”. Journal of Geotechnical Engineering Division, American Society of Civil Engineers, vol 107, no GT10, PP 965 – 986, (1981).
- Comité Peruano de Mecánica de Suelos, Fundaciones y Mecánica de Rocas, Seminario Cimentaciones de Estructuras (1993).
- Crespo V Carlos. “Mecánica de Suelos y Cimentaciones”. Editorial Limusa, (1993).
- Davila B Jorge., “Diccionario Geológico”, (1998), Tercera Edición, Lima – Perú.
- Decourt L y Cuaresma A R., (1978), “Capacidad de Carga de los Suelos a partir de Valores de SPT”, 6ª Congreso Brasileiro de Mecánica de Suelos e Ingeniería de Cimentaciones, Río de Janeiro.
- De la Cruz J.C., (1988). “Cimentaciones Piloteadas Análisis y Diseño”, Tesis de Grado, Facultad de Ingeniería Civil, Universidad Nacional de Ingeniería, Lima – Perú.
- Deza E. y Carbonell C., (1978), "Regionalización Sismotectónica Preliminar del Perú", IV Congreso Peruano de Geología, Lima, Perú.
- Deza E., (1969), "Estudio Preliminar Sobre las Zonas de Transición que Separan Posibles Regiones Sismotectónicas del Margen Occidental de Sudamérica: Zona de Transición en el Perú", I Congreso Nacional de Sismología e Ingeniería Antisísmica, Lima, Perú.
- FONCODES. El Mapa de la Inversión Social, Lima, 1994.
- Hsai – Yang Fang., “ Foundation Engineering Handbook ”, Second Edition, (1998).
- Holdridge, Leslie R., Life Zone Ecology. Tropical Science Center, San Jose de Costa Rica, 1967.
- Idriss I., (1985), “Evaluating Seimic Risk in Engineering Practice”. XI International Coference in Soil Mechanics and Foundation Engineering, San Francisco, USA, Vol I.
- INDECOPI; Norma Técnica Peruana, NTP. 339.133. 2001, "Método de Ensayo de Penetración Estándar, SPT ”.
- INGEMMET; Boletín N° 54. Geología de los Cuadrángulos de Paita, Piura, Talara, Sullana, Lobitos, Quebrada Seca, Zorritos, Tumbes y Zarumilla. Carta Geológica Nacional – (1994).
- INGEMMET; Boletín N° 55. Geología del Perú. Carta Geológica Nacional – Serie A. (1995).

- INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA E INFORMÁTICA (INEI). Censos Nacionales: IX de población y IV de vivienda - 1993. Departamento de Tumbes. Lima, 1994.
- INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA E INFORMÁTICA (INEI). III Censo Nacional Agropecuario, 1994. Departamento de Tumbes. Lima, 1995.
- Instituto Nacional de Recursos Naturales (INRENA). Mapa Ecológico del Perú – Guía Explicativa. Lima, 1995.
- Instituto Geofísico del Perú., (2001), "Catálogo Sísmico del Perú: Versión Revisada y Actualizada". Lima, Perú.
- Instituto Geográfico Nacional., " Atlas del Perú": Proyecto especial Atlas del Perú (1989).
- Iglesias Pérez Celso., "Mecánica del Suelo" (1997).
- Isacks B, Oliver J, y Sykes L.R., (1968), "Seismology and Global Tectonics", Journal of Geophysical Research, Vol 73, N#18, págs. 5855#5899.
- Jambu N., "Static Bearing Capacity of Friction Piles". Proceedinngs, Sixth European Conference of Soils Mechanics and Foundation Engineering, vol 1.2, PP 479 – 482, (1976).
- Jiménez Salas José A., "Geotecnia y Cimientos", Tomos I, II, III (1980), Editorial Rueda.
- Kramer, S. L., (1996), "Geotechnical Earthquake Engineering". Prentice Hall, New Jersey, USA.
- Macharé, J., (1979), "Investigaciones sobre la Geología del Cuaternario en la Costa de Lima". Instituto Geofísico del Perú, Lima, Perú.
- McClelland, B., "Design of Deep Penetration Piles for Ocean Structures". Journal of the Geotechnical Engineering Division, American Society of Civil Engineers, vol 100, no GT7, PP 701 – 747, (1974).
- Martínez M., "Geología del Basamento Paleozoico en las Montañas Amotapes y posible origen del Petróleo en Rocas paleozoicas del Noroeste del Perú. 1er, Cong Lat de Geología - Tomo II. 1970.
- Martínez Vargas A., "Geotecnia Para Ingenieros". 1990. Lima Perú.
- Mendivil E Salvador., Apuntes de Curso; Geología del Perú y América, Universidad Nacional Mayor de San Marcos, (1991).Lima – Perú.
- Meyerhof G, G., "Compaction of Sands and Bearing Capacity of Pile", Transaction, American Society of Civil Engineers, vol 126, part I, PP 1292 – 1323, (1961).
- "Bearing Capacity and Settlement of Pile Foundations". Journal of the Geotechnical Engineering Division, American Society of Civil Engineers, vol 102, no GT3, PP 197 – 226, (1976).
- Mingarro M Francisco, Ordóñez D Salvador., "Petrología Exógena I". 1989. Editorial Rueda.
- Monsalve Sáenz Germán., "Hidrología en la Ingeniería" (1998).
- Ministerio de Transportes, Comunicaciones, Vivienda y Construcción, 1995. Guía Para la determinación de los Costos Ambientales en Carreteras, Unidad Especializada de Impacto Ambiental – PERT, Lima Perú.

Ministerio de Transportes Comunicaciones Vivienda Y Construcción, “Guía Ambiental Para la Rehabilitación y Mantenimiento de Caminos Rurales”. (1997), Lima - Perú.

-----1995, Guía para la Supervisión Ambiental en Carreteras, Subsector Transportes.

----- 1995, Guía Para Elaborar Estudios de Impacto Ambiental en el Subsector Transportes, Unidad Especializada de Impacto Ambiental – PERT, Lima Perú.

----- 1995, Guía Para el desarrollo de Auditorias é Inspectorías Ambientales en proyectos Viales. Subsector Transportes, Lima Perú.

----- 1995, Manual Ambiental para el diseño y construcción de Vías, Dirección General de Medio Ambiente. Lima Perú.

----- 1970, Normas Peruanas Para el Diseño de Carreteras, Dirección de Infraestructura Vial. Lima Perú.

McGuire R.K., (1974), “Seismic Structural Response Risk Analysis incorporating Peak Response Regression on Earthquake Magnitude and Distance”, MIT Report R74-51 Cambridge MA, USA.

----- (1976), "Fortran Computer Program for Seismic Risk Analysis", Open-File Report 76-67, U.S. Geological Survey.

Oficina Nacional de Evaluación de los Recursos Naturales (ONERN). Mapa de Clasificación de Tierras del Perú. Lima, 1982.

OLAF GONZALEZ Nelson., Guía para Firmas Consultoras para Elaborar Planes de Protección Ambiental para Caminos Rurales. República de El Salvador, 1994.

ONEN - “Inventario y Evaluación de los Recursos de Suelos y Forestales de la Zona Cenepa – Alto Marañón”. Oficina Nacional de Evaluación de Recursos Naturales. Lima, Marzo de 1976.

Pomachagua, O., (2000), "Características Generales de la Tectónica y Sismicidad de Perú", Revista de Trabajos de Investigación, CNDG, IGP, pp. 93 – 104. Lima, Perú.

Remenieras G., “Tratado de Hidrología Aplicada” (1974).

Richter C.F., (1958), "Elementary Seismology", W.H. Freeman Co., San Francisco.

ROSSIN Carlos. y LOPEZ O, Carlos., Impacto Ambiental en Proyectos de Inversión. 1998.

Sebrier M., Huamán D., Blanc J.L, Macharé J., Bonnot D. y Cabrera J. (1982), "Observaciones acerca de la Neotectónica del Perú", Instituto Geofísico del Perú, Lima, Perú.

Silgado E., (1969), “Sismicidad de la Región Occidental de la América del Sur entre los paralelos 2° y 18° Latitud Sur”, Primer Congreso Nacional de Sismología e Ingeniería Anrisísmica, pp. 33-44.

----- (1978), "Historia de los Sismos más Notables ocurridos en el Perú (1513#1974)", Instituto de Geología y Minería, Boletín N#3, Serie C, Geodinámica e Ingeniería Geológica, Lima, Perú.

----- (1992), “Investigación de Sismicidad Histórica en la América del Sur en los Siglos XVI, XVII, XVIII y XIX”, CONCYTEC, Lima, Perú.

SISRA (1985), “Catálogo de Terremotos para América del Sur” Vol 7a, 7b y 7c,

-
- Proyecto SISRA, CERESIS, Lima, Perú.
- STANDAR SPECIFICATIONS for HIGHWAY BRIDGES (1992), 50ª EDICIÓN.
- AASHTO (American Association of State Highway and Transportation Officials).
- Tavera, H., y E. Bufo, (1998), " Sismicidad y Sismotectónica de Perú", Física de la Tierra, N° 10, pp. 187 – 219. España.
- Tomlinson M J.C., (1987), "Foundations Design and Construction", Piton London.
- Terzaghi K, Peck Ralph B., "Mecánica del Suelo en la Ingeniería Práctica". (1968).
- Tschebotarioff Gregory P., "Mecánica del Suelo Cimientos y Estructuras de Tierra". (1960).
- Universidad Nacional de Ingeniería – CISMID, "Curso Taller: Mecánica de Suelos y Exploración Geotécnica" (1992).
- Ven Te Chow., "Hidráulica de Canales Abiertos".
- Vesic A, S., "Design of Pile Foundations", NCHRP N° 42, Transportation Research Board, National Research Council, Washington D.C. (1977).
- Vijayvergiya V, N. and Focht J, A, Jr., "a New Way to Predict Capacity of Piles in Clays, Offshore Technology Conference Paper 1718, Fourth Offshore Technology Conference Houston. (1972).
- Weitzenfeld Henryk., Evaluación del Impacto en el Ambiente y la Salud. 2da Edición, Metepec, Estado de México, 1996.
- Witlow Roy., "Fundamentos de Mecánica de Suelos" (1989).
- Zúñiga y Rivero F., (1970), Geología de la Península de Illescas, Tesis para Obtener el Grado de Doctor en Ciencias Geológicas – Universidad San Agustín Arequipa.

ANEXOS

ANEXO I

GLOSARIO

ASENTAMIENTO DIFERENCIAL TOLERABLE.- Máximo asentamiento diferencial entre dos elementos adyacentes a una estructura, que al ocurrir no produce daños visibles o causan problemas.

ASENTAMIENTO DIFERENCIAL.- Máxima diferencia de nivel entre dos cimentaciones adyacentes de una misma estructura.

CAJON (CAISSON).- Elemento prefabricado de cimentación, que teniendo dimensiones exteriores de un elemento macizo, se construye inicialmente hueco (como una caja), para ser rellenado después de colocado en su posición final.

CAPACIDAD DE CARGA.- Es la presión requerida para producir la falla de la cimentación por corte (sin la aplicación del factor de seguridad).

CARGA ADMISIBLE.- Sinónimo de presión admisible.

CARGA DE SERVICIO.- Carga viva mas carga muerta, sin factores de ampliación.

CARGA DE TRABAJO.- Sinónimo de presión admisible.

CICLO HIDROLÓGICO.- Son las diferentes fases o etapas por las que pasa el agua en su desplazamiento por la superficie terrestre. Estas etapas son a) Formación de las masas acuosas (océanos, mares, lagos, lagunas, etc.) b) Evaporación y transpiración c) Formación, condensación y saturación de las nubes d) Precipitación pluvial e) Formación de los ríos con su respectivo escurrimiento (aguas de escorrentía) f) infiltración y formación de las aguas subterráneas. Donde la temperatura es baja, la precipitación se realiza en forma de nieve o granizo formando los depósitos de hielo o glaciares.

CIMENTACION.- Parte de la estructura, que transmite al subsuelo las cargas de la estructura.

CIMENTACION CONTINUA.- Cimentación superficial en la que el largo (L) es igual o mayor que diez veces el ancho (B).

CIMENTACION POR PILARES.- Cimentación profunda, en la cual la relación Profundidad/Ancho (D_f/B) es mayor o igual que 5, siendo D_f la profundidad enterrada y B anchura del pilar. El pilar es excavado y vaciado en el lugar.

CIMENTACION POR PILOTES.- Cimentación profunda en la cual la relación Profundidad/Ancho (d/b) es mayor o igual a 10, siendo "d" la profundidad enterrada del pilote y "b" el ancho o diámetro del pilote.

CIMENTACIÓN POR PLATEA DE CIMENTACIÓN.- Cimentación constituida por una losa sobre la cual se apoyan varias columnas y cuya área se aproxima sensiblemente al área total de la estructura soportada.

CIMENTACIÓN PROFUNDA.- Aquella que transmite las cargas a capas del suelo mediante pilotes o pilares.

CIMENTACIÓN SUPERFICIAL.- Aquella en la cual la relación Profundidad/ Ancho (D_f/B) es menor o igual a 5, siendo, " D_f " la profundidad de la cimentación y "B" el ancho o diámetro de la misma.

ESTRATO TÍPICO.- Estrato de suelo con características tales que puede ser representativo de otros iguales o similares en un terreno dado.

ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS (EMS).- Conjunto de exploraciones e investigaciones de campo, ensayos de laboratorio y análisis de gabinete que tiene por objeto estudiar el comportamiento de los suelos y sus repuestas ante las solicitaciones de una estructura o edificación.

FALLA GEOLÓGICA. - Desplazamiento, movimiento, caída, etc. de masas de suelo y/o roca con respecto a otro colindante a éste y a través de una superficie denominada de falla. Son productos generalmente de movimientos sísmicos que afectan carreteras, ciudades, taludes, rellenos, etc.

Es importante diferenciar fallas activas (San Francisco) y fallas inactivas que han actuado en épocas pasadas y que sólo figuran en los planos geológicos para su estudio e investigación.

NEODINÁMICA EXTERNA.- Conjunto de factores geológicos de carácter dinámico, que actúan sobre el terreno materia del Estudio de Mecánica de Suelos.

NIVEL FREÁTICO.- Nivel superior del agua subterránea en el momento de la

exploración. El nivel se puede dar respecto a la superficie del terreno o a una cota de referencia.

PILOTE.- Elemento de cimentación profunda en la cual la relación profundidad / ancho o diámetro (D_f / B) es mayor o igual a 10.

PILOTES DE CARGA MIXTA.- Son aquellos que transmiten la carga, en parte por punta y del mismo modo por fricción.

PILOTES DE CARGA POR FRICCIÓN.- Son aquellos que transmiten la carga a lo largo de su cuerpo por fricción con el suelo que lo circunda.

PILOTES DE CARGA POR PUNTA.- Son aquellos que transmiten la carga a un estrato resistente ubicado bajo la punta .

PILOTES DE DENSIFICACIÓN.- Son aquellos que se instalan para densificar el suelo y mejorar las condiciones de cimentación.

PRESIÓN ADMISIBLE.- Máxima presión que la cimentación puede transmitir al terreno sin que ocurran asentamientos excesivos (mayores que el admisible), ni el factor de seguridad frente a una falla por corte sea menor que el valor indicado.

PRESIÓN ADMISIBLE POR ASENTAMIENTO.- Presión que al ser aplicada por la cimentación adyacente a una estructura, ocasiona un asentamiento diferencial igual al asentamiento admisible. En este caso no es aplicable el concepto factor de seguridad, ya que se trata de asentamientos.

PRESION DE CONTACTO.- Carga transmitida por las estructuras al terreno en el nivel de cimentación incluyendo el peso propio del cimiento.

PRESIÓN DE TRABAJO.- Sinónimo de presión admisible.

PROCESOS HIDROLÓGICOS.- Se refiere a la acción y/o comportamiento de las aguas de escorrentía superficial y subterránea que provocan la saturación y desequilibrio de los materiales, el socavamiento de cauces, erosión de los taludes y la disolución de las rocas solubles. La presión que ejerce el agua sobre las rocas y suelos, hace que se alteren las condiciones de estabilidad de los taludes y se propicien fenómenos como deslizamientos, hundimientos, etc.

Las principales manifestaciones de flujos hídricos van desde los pequeños arroyos temporales hasta los grandes cursos de agua de régimen permanente como los ríos.

PROFUNDIDAD ACTIVA.- Zona del suelo ubicada entre el nivel de cimentación y la isobara (línea de igual presión) correspondiente al 10% de la presión aplicada a la cimentación.

TIPO DE SECCIÓN	CRITERIO
CUADRADA	2B
CONTINUA	6,4B

PROFUNDIDAD DE CIMENTACIÓN.- Profundidad a la que se encuentra el plano o desplante de la cimentación de una estructura, plano a través del cual se aplica la carga;

referido al nivel del terreno de la obra terminada.

PROPIETARIO.- Persona natural o jurídica que ejerce o ejercerá derecho de propiedad sobre la edificación materia de Estudio de Mecánica de Suelos.

ROCA.- Material que a diferencia del suelo, no puede ser disgregado o excavado con herramientas manuales, siendo necesario para su remoción el empleo de técnicas especiales.

SUELOS COLAPSABLES.- Suelos que al ser humedecidos sufren un asentamiento o colapso relativamente rápido, que pone en peligro a las estructuras y/o edificaciones cimentadas sobre estos materiales.

SUELOS EXPANSIVOS.- Suelos que al ser humedecidos sufren una expansión que pone en peligro a las estructuras cimentadas sobre ellos.

TIERRA DE CULTIVO.- Suelo sometido a labores de labranza para propósitos agrícolas.

PROCESOS GEODINÁMICOS.- Conjunto de fases de un fenómeno natural - denudación, transporte y deposición - generados por agentes relacionados con el clima, agua pluvial, hielo, viento, sismos y terremotos.

Así por ejemplo para la generación de flujos de barro (huaycos) debe de presentarse la fase de denudación (meteorización y erosión) que genera la masa de rocas y/o suelos potencialmente inestables. Posteriormente por acción de algún agente (lluvias intensas) son puestas en movimiento para finalmente ser depositadas y/o sedimentadas en un determinado lugar generando destrucción dentro de su área de influencia.

ANEXOS II

2.1.MARCO LEGAL

2.1.1. Normas Generales

Constitución Política Del Perú

La Constitución Política del Perú, (1993), es la mayor norma legal vigente en el país, en la cual se resalta entre los derechos esenciales de la persona humana, el derecho de gozar de un ambiente equilibrado y adecuado al desarrollo de la vida, igualmente, en el Título III, del Régimen Económico, Capítulo II, del Ambiente, Recursos Naturales (artículos del 66° al 69°) señala que los recursos naturales renovables y no renovables son patrimonio de la Nación. Así mismo promueve el uso sostenible de los recursos naturales, también indica que el estado esta obligado a promover la conservación de la diversidad biológica y de las áreas naturales protegidas.

La constitución protege el derecho de propiedad y así lo garantiza el Estado, pues a nadie puede privarse de su propiedad (Art. 70°); sin embargo cuando se requiere desarrollar proyectos de Interés nacional, declarados por ley, estos podrán expropiar propiedades para su ejecución, siendo necesario, indemnizar previamente a las personas

y/o familias que resulten afectadas.

Considerándose entre otros las siguientes leyes, códigos, ordenanzas, etc, al respecto:

Código de Medio Ambiente y de los Recursos Naturales (D.L.N° 613)

Este código fue establecido por el Decreto Legislativo N° 613 del 7 de setiembre de 1990, instaurado en el país la obligación a los proponentes de proyectos, de realizar los Estudios de Impacto Ambiental (EIA). En general, la promulgación del Código del Medio Ambiente y de los Recursos Naturales, vino a llenar vacíos existentes en el cuerpo legal y posibilitó que normas preexistentes se conviertan en importantes Instrumentos para una adecuada gestión ambiental.

En el Capítulo III – De la Protección del Ambiente (Artículo 9° al 13°), se establece el contenido de los Estudios de Impacto Ambiental (EIA) y, que sólo podrán ser elaborados por las instituciones publicas o privadas debidamente calificadas y registradas ante la autoridad competente.

En su Artículo 59°, señala que el Estado reconoce como recurso natural cultural a toda obra de carácter arqueológico o histórico, que al estar integrada con el medio ambiente permite su aprovechamiento racional y sostenido.

El Artículo 60°, otorga responsabilidad a las autoridades de los gobiernos locales y regionales, para que conjuntamente con el Instituto Nacional de Cultura y sus entidades regionales, velen por la protección, restauración y aprovechamiento del patrimonio natural cultural.

El Artículo 61°, determina que las áreas que contengan dichos recursos no son materia de denuncios agrícola, minero, urbano o de otra índole. Además, indica que las áreas donde se localicen andenes, canales, acueductos o cualquier otra obra de carácter arqueológico o histórico serán excluidas de cualquier concesión.

Ley Marco para el crecimiento de la Inversión Privada (DL. N° 757)

La Ley Marco para el Crecimiento de la Inversión Privada fue promulgada el 8 de Noviembre de 1991, posterior al Código del Medio Ambiente y de los Recursos Naturales, modificando varios artículos de éste, con el objeto de armonizar las inversiones privadas, el desarrollo socioeconómico, la conservación del medio ambiente y el uso sostenido de los recursos naturales.

En el Artículo 50°, se establece que las autoridades sectoriales competentes para conocer sobre los asuntos relacionados con la aplicación de las disposiciones del Código del Medio Ambiente y de los Recursos Naturales son los Ministerios de los sectores correspondientes a las actividades que desarrollan las empresas.

En el Artículo 51°, se menciona que la autoridad sectorial competente determinara las actividades que por su riesgo ambiental pudieran exceder los niveles o estándares tolerables de contaminación o deterioro del medio ambiente, de tal modo que requieran necesariamente la elaboración de estudios de impacto ambiental previos al desarrollo de dichas actividades. Así mismo, establece que los Estudios de Impacto Ambiental (EIA) serán realizados por empresas o instituciones publicas o privadas, que se encuentren

debidamente calificadas y registradas en el Registro, que para el efecto abrirá la autoridad sectorial competente.

El Artículo 52°, señala que en los casos de peligro grave e inminente para el medio ambiente, la autoridad sectorial competente podrá disponer la adopción de una de las siguientes medidas de seguridad por parte del titular de la actividad.

Procedimientos que hagan desaparecer el riesgo o lo disminuyan a niveles permisibles; y medidas que limiten el desarrollo de las actividades que generan peligro grave e inminente para el medio ambiente.

Los Artículos N° 51 Y 52°, de la ley en referencia, fueron modificados por la Ley de Evaluación de Impacto Ambiental para Obras y Actividades, que se describe más adelante.

Ley General de Expropiaciones (Ley N° 27117)

Esta Ley menciona que la expropiación consiste en la transferencia forzosa del derecho de propiedad privada, autorizada únicamente por Ley expresa del Congreso en favor del estado, a iniciativa del Poder Ejecutivo, Regiones o Gobiernos Locales y previo pago en efectivo de la indemnización justipreciada que incluye compensación por el eventual perjuicio.

El Artículo 3° dispone que el único beneficiario de una expropiación es el Estado. El Artículo 7° menciona que todos los procesos de expropiación que se dispongan, al amparo de lo dispuesto en el presente artículo deben ajustarse a lo establecido en la presente Ley. El Artículo 9° esta referido al trato directo, donde se establecen mecanismos para acceder al trato directo, así como los respectivos pasos para enmarcar los acuerdos a la Ley. El Artículo 10°, establece la naturaleza del sujeto activo de la expropiación y el Artículo 11°, la del sujeto pasivo de la expropiación.

El Artículo 15°, está referido a la indemnización justipreciada, la misma que por un lado comprende el valor de la tasación comercial debidamente actualizada del bien que se expropia y por otro, la compensación debe abonar en caso de acreditarse fehacientemente daños y perjuicios para el sujeto pasivo originados inmediata, directa y exclusivamente por la naturaleza forzosa de la transferencia. Así también, dentro de este mismo artículo, se menciona que la indemnización justipreciada, no debe exceder de la estimación del sujeto pasivo.

El Artículo 16° establece que el valor del bien se determinara mediante tasación comercial actualizada que será realizada exclusivamente por el Consejo Nacional de Tasaciones. El Artículo 19° referente a la forma de pago, establece que la consigna de la indemnización justipreciada, debidamente actualizada, se efectuará necesariamente en dinero y en moneda nacional y demás alcances relacionados a la indemnización justipreciada.

Ley Orgánica de Municipalidades (Ley N° 23853)

Esta ley norma la organización, autonomía, competencia, funciones y recursos de las municipalidades, estas instituciones públicas, son los Organos del Gobierno Local, que emanan de la voluntad popular y representan al vecindario, promueven la adecuada presentación de los servicios públicos locales, fomentan el bienestar de los vecinos y el

desarrollo integral y armónico de sus jurisdicciones.

En lo que corresponde a las funciones generales y específicas en materia de recursos naturales y medio ambiente, la Ley Orgánica en referencia señala en los Artículos 62°, 65° y 66°, cada una de las acciones que las Municipalidades deben asumir.

El Artículo 65°, se refiere a las funciones específicas que compete a las municipalidades en materia de acondicionamiento territorial, vivienda y seguridad colectiva; en el numeral 3) señala que deberá velar por la conservación de la flora y fauna locales y promover ante las entidades respectivas, las acciones necesarias para el desarrollo, aprovechamiento racional y recuperación de los recursos naturales ubicados en el territorio de su jurisdicción.

En materia de población, salud y saneamiento ambiental, según el artículo 66°, las Municipalidades deberán efectuar las siguientes acciones:

Normar y controlar las actividades relacionadas con el saneamiento ambiental.

Difundir programas de educación ambiental.

Normar y controlar el aseo, higiene y salubridad en establecimientos comerciales, industriales, y otros.

Propiciar campañas de forestación y reforestación.

Realizar programas de prevención y educación sanitaria, y profilaxia local.

Establecer normas de control de ruido, del tránsito y de los transportes colectivos.

Ejecutar el servicio de limpieza pública, ubicar las áreas para la acumulación de basura y/o el aprovechamiento industrial de desperdicios.

Titulo XIII del Código Penal, Delitos contra la Ecología (Decreto Leg. N° 635)

El Nuevo Código Penal establecido por Decreto Legislativo N° 635 de 1991, considera al medio ambiente como un bien jurídico de carácter socioeconómico, en el sentido de que abarca todas las condiciones necesarias para el desarrollo de la persona en sus aspectos biológicos, psíquicos, sociales y económicos.

En el Título XIII – Delitos contra la Ecología, Capítulo Único-Delitos contra los Recursos Naturales y el Medio Ambiente, se indica lo siguiente: el Artículo 304°, se refiere a la protección del medio ambiente, estableciendo que contamina vertiendo residuos sólidos, líquidos, gaseosos o de cualquier otra naturaleza por encima de los límites establecidos, y que causen o puedan causar perjuicio o alteraciones en la flora, fauna y recursos hidrobiológicos, será reprimido con pena privativa de libertad no menor de uno ni mayor de tres años o con ciento ochenta a trescientos y cinco días -multa.

El Artículo 305° establece penas cuando:

Los actos previstos en el Artículo 304°, ocasionan peligro para la salud de las personas o para sus bienes.

El perjuicio o alteración ocasionados adquieren un carácter catastrófico.

Los actos contaminantes afectan gravemente los recursos naturales que constituyen la base de la actividad económica.

De acuerdo al Artículo 307°, el que deposita, comercializa o vierte desechos industriales o domésticos en lugares no autorizados o sin cumplir con las normas sanitarias y de protección del medio ambiente, será reprimido con pena privativa de libertad no mayor de dos años.

En el Artículo 313°, se estipula que contraviniendo las disposiciones de la autoridad competente, altera el ambiente natural o el paisaje rural urbano, o modifica la flora o fauna, mediante la construcción de obras que dañan la armonía de sus elementos, será reprimido con pena privativa de libertad.

Ley de Evaluación de Impacto Ambiental para Obras y Actividades (Ley N°26786)

El artículo 1° de esta Ley, modifica el Artículo 51° de la "Ley Marco para el Crecimiento de la Inversión Privada"; señala que el Consejo Nacional del Ambiente (CONAM), deberá ser comunicado por las autoridades sectoriales competentes sobre las actividades a desarrollarse en su sector, que por su riesgo ambiental, pudieran exceder los niveles o estándares tolerables de contaminación o deterioro del ambiente, las que obligatoriamente deberán presentar estudios de impacto ambiental previos a su ejecución y, sobre los límites máximos permisibles del impacto ambiental acumulado.

Asimismo, establece que la Autoridad Sectorial Competente, propondrá al CONAM los requisitos para la elaboración de los Estudios de Impacto Ambiental y programas de Adecuación del Manejo Ambiental, así como, también el trámite para la supervisión correspondiente a dichos estudios.

Finalmente, las actividades y límites máximos permisibles del impacto ambiental acumulado; así como, las propuestas señaladas en el párrafo anterior, serán aprobadas por el Consejo de Ministros mediante Decreto Supremo, con opinión favorable del órgano rector de la política nacional ambiental (CONAM).

Esta misma Ley, en su Artículo 2°, modifica el primer párrafo del Artículo 52° del Decreto Legislativo N° 757 y establece que en casos de peligro grave o inminente para el medio ambiente, la Autoridad Sectorial Competente podrá disponer la adopción de cualquiera de las siguientes medidas de seguridad por parte del titular de la actividad: señaladas en los incisos a) y b) del Artículo modificadorio.

Ley General de Aguas (Decreto Ley N° 17752)

El Título II de la referida ley, prohíbe mediante el Artículo 22° (Capítulo II), verter o emitir cualquier residuo sólido, líquido o gaseoso, que pueda alterar la calidad de las aguas y ocasionar daños a la salud humana y poner en peligro los recursos hidrobiológicos de los cauces afectados; así como alterar el normal desarrollo de la flora y fauna silvestre. También, refiere que los efluentes deben ser adecuadamente tratados hasta alcanzar los límites permisibles.

El Artículo 24°, reconoce que la Autoridad representada por la Dirección General de Salud Ambiental del Ministerio de Salud (DIGESA), establece los límites de concentración permisibles de sustancias nocivas, que pueden contener las aguas según el uso a que se destinen. A su vez, la Autoridad Sanitaria podrá solicitar a la Autoridad de Aguas la suspensión del suministro del recurso hídrico, en caso se compruebe que el cuerpo de

agua sea contaminado, poniendo en peligro el desarrollo de las especies de flora y fauna acuática y la salud humana.

Esta misma ley, en su Artículo 28°, indica que los usos de agua se otorgan mediante permiso, autorización o licencias. Además, el Artículo 29° determina que la Autoridad de Aguas de la jurisdicción será quien otorgue los permisos de usos de aguas.

Reglamento de Acondicionamiento Territorial, Desarrollo Humano y Medio Ambiente, D.S. N° 007-85-VC.

Es el marco normativo general de las funciones, atribuciones y competencias de los gobiernos locales en cuanto a la responsabilidad de la promoción, orientación y control del desarrollo local, regula las acciones ediles referentes a la preservación y desarrollo del medio ambiente natural o transformado, velando por la calidad del mismo.

Ordenanza N° 015 MLM para la Supervisión de los ruidos Nocivos y Molestos.

Establece la normatividad relativa a las definiciones, prohibiciones, sanciones, control y excepciones de ruidos molestos, estableciendo los límites máximos permisibles para cada actividad.

Entre otros se tiene:

El Reglamento Nacional de Construcciones, D.S. N° 039-70-VI y D.S. N°063-70-VI.

El Reglamento sobre seguridad laboral en la construcción civil, R.M: N° 153-85-VC-9600.

ANEXO III

1. SEÑALIZACIÓN Y SEGURIDAD VIAL

3.1. GENERALIDADES

En los últimos tiempos, la señalización y los dispositivos de control de tránsito constituyen una parte importante dentro del estudio de Ingeniería.

En este tramo la señalización resulta necesaria por tratarse de un puente cuya plataforma se encuentra aproximadamente a 6.30m sobre el nivel de los accesos y por constituir parte de una vía de alto tránsito. Si a ello se agrega que el puente une las localidades mencionadas en el informe y que existen poblaciones vecinas que se unirán por el puente mediante vehículos motorizados, es necesario garantizar la visibilidad con una señalización adecuada y elementos de seguridad suficiente.

3.2. Criterios de Diseño utilizados en el Proyecto

3.2.1. Señalización Vertical

Las formas, dimensiones, colores y otras características de las señales verticales se encuentran descritas en el Manual de Dispositivos de Control del Tránsito Automotor para calles y carreteras del MTC; solo resumiremos lo que es indispensable para su aplicación en el proyecto.

Las señales verticales como dispositivos de control del tránsito, deberán ser colocadas donde se necesitan, de acuerdo a los estudios realizados.

Se utilizan para prevenir cualquier peligro que podría presentarse en la circulación vehicular donde se requieren determinadas regulaciones. Así mismo, para informar al usuario sobre direcciones, rutas, destinos y dificultades existentes en la carretera.

Las señales que requiere el proyecto son:

- **Señales de reglamentación**, para notificar al usuario de la vía de las limitaciones prohibiciones o restricciones que gobiernan el uso de ella y cuya violación constituye un delito.

- **Señales de prevención**, para guiar al usuario a través de la carretera, proporcionándole la información que pueda necesitar.

3.2.2. Señales Preventivas

Las señales preventivas han sido diseñadas y ubicadas de acuerdo al desarrollo de la vía, en las zonas que presentan un peligro real o potencial que puede ser evitado disminuyendo la velocidad del vehículo o tomando las precauciones del caso. En este caso se está considerando la señal preventiva P - 40 (Puente angosto).

Las señales preventivas para el presente caso tienen una dimensión de 0.75x0.75 metros con fondo de material reflectorizante de alta intensidad de color amarillo y símbolos, letras y borde de marco pintados con tinta xerográfica color negra, con uno de los vértices del cuadro hacia abajo.

Los postes de fijación de estas señales serán de concreto, pintados con franjas de 0.50m con esmalte de color blanco y negro.

Los detalles en cuanto a las características de los mensajes y las formas de las señales preventivas se indican en los planos, así como en las Especificaciones Técnicas del proyecto y el manual indicado que tiene carácter oficial.

En líneas generales, indicamos a continuación las distancias recomendadas para la ubicación de las señales preventivas. En zona urbana aproximadamente entre 60m a 75m.

3.2.3. Señales Reglamentarias

Las señales reglamentarias darán a conocer al usuario las limitaciones y restricciones que gobiernan la circulación para la vía en estudio se han diseñado señales reglamentarias dentro de la clasificación de señales prohibitivas o restrictivas.

Estas señales son de forma rectangular de 0.60x0.90 metros.

Las señales reglamentarias deberán colocarse en el lugar donde exista la prohibición o restricción. **Para el Puente Internacional Aguas Verdes se está considerando señales reglamentarias.**

3.2.4. Señales de Información

Las señales informativas tienen la finalidad de guiar al conductor a través de determinada ruta, dirigiéndolo al lugar de su destino. También tiene por objeto Identificar puntos notables como puentes y dar información útil al usuario de la Vía. Las señales

informativas que se utilizan en el proyecto serán las de localización y destino, las cuales proporcionan información al conductor de los lugares o poblaciones más importantes en el trayecto.

Las señales informativas serán de forma rectangular con su mayor dimensión horizontal y dimensiones variables según el mensaje a transmitir, se ubicarán al lado derecho de la vía de manera que los conductores puedan distinguirlas de manera clara y oportuna. En este caso se está considerando las señales informativas I - 5 (señal de destino) y I - 18 (localización).

3.2.5. Señalización Horizontal

Las marcas en el pavimento se utilizan para demarcar el centro de la calzada de un carril de circulación que soporta el tránsito en ambas direcciones, así como los bordes que delimitan la superficie de rodadura con las bermas.

En el presente caso se utilizará pintura de color blanco en línea continua para los bordes del carril, el ancho de la línea será de 0.10m.

Las líneas de paso peatonales se usan para guiar al peatón por donde debe cruzar la calzada y serán de 0.5m de color blanco, espaciados 0.5m y de un ancho entre 3.00 m y 8.0 m; las franjas deben estar a una distancia no menor de 1.50m de la línea más próxima de la vía interceptante.

3.3. Descripción del Proyecto

Evaluación

El proyecto en consideración, Puente Internacional Aguas Verdes, (Dpto. Tumbes), se ha previsto la ejecución de las obras necesarias para la señalización integral del mismo, como resultado de la inspección de campo realizada.

- Incorporación de señales verticales nuevas informando lugares estratégicos como zonas destinos, zonas de reducción de calzadas.
- Línea de demarcación horizontal sobre pavimentos en los bordes de calzadas.
- Por ser un Puente Nuevo, es necesario la inclusión de la totalidad de las señales verticales, horizontales y seguridad vial;

CRITERIOS DE DISEÑO

A continuación se detallan los principales criterios de diseño adoptados:

- El Puente une las localidades de Zarumilla, la Zona del Mango, el distrito de Papayal, lugares de mediana densidad poblacional.
- El proyecto considera incluir además de las señales informativas el tipo I-18 (señal de localización).
- Con la finalidad de facilitar la integración turística del lugar, el proyecto considera colocar señales informativas del tipo I-6 (señal de destino).

3.4. Seguridad Vial

En este caso se ha contemplado específicamente lo siguiente:

MURETE DE PROTECCIÓN

De acuerdo con las condiciones del trazo y el tránsito vehicular, se ha visto por conveniente la construcción de un Murete de protección de las Estructuras del Puente, el cual se pintará en forma de franjas de color negro y amarillo, con la finalidad de que sirvan de ayuda a los usuarios de la vía, sobre todo en la conducción nocturna y con la finalidad expresa de evitar accidentes de tránsito.

3.4.1.PINTADO DE BARANDAS

Se ha visto por conveniente el pintado de las barandas del Puente Villar por que esto permite la mejor visualización del Puente especialmente en las noches con fuerte presencia de neblina, además que actúa como protección ante corrosión de las estructuras metálicas de las barandas.

ANEXO IV

PROGRAMA DE MANTENIMIENTO DEL PUENTE INTERNACIONAL AGUAS VERDES

Para que el puente Internacional Aguas Verdes, materia del presente Estudio, mantenga las características de Diseño, es necesario que cuente con un Plan de mantenimiento, el cual debe incluir dos aspectos:

- Mantenimiento Rutinario.
- Mantenimiento Periódico.

A la reparación continua se le denomina Plan de Mantenimiento Rutinario, y a la prevención de fallas se le denomina Plan de Mantenimiento Periódico y se debe realizar por lo menos cada 5 años.

1.0.MANTENIMIENTO RUTINARIO

El mantenimiento Rutinario es el que se ejecuta en forma continua y en Condiciones normales, y se refiere a la reparación de desperfectos menores inmediatamente como ocurran, este Plan de mantenimiento involucra las siguientes actividades mínimas:

Superficie de Rodadura

- Sellado de grietas.

Drenaje

- Limpieza de Canal de drenaje
- Limpieza de Tubos de drenaje

Señalización

- Repintado de Señalización Horizontal
- Limpieza y reparación de señales informativas y preventivas.

Para llevar a cabo este plan, se requiere realizar un inventario de mantenimiento en donde se especifique los elementos generadores del mantenimiento y la condición en que se encuentran.

Inventario

El inventario de Mantenimiento es la determinación de los elementos generadores y la condición en que se encuentran.

INVENTARIO	UNIDAD	CANTIDAD
Longitud del Puente	mts	60
Canal de Drenaje	ml	156
Cunetas	ml	275
Tubos de drenaje	und.	28
Señalización Horizontal	ml	720
Limpieza y Reparación de Señales Informativas	und.	04

Niveles de Servicios para la Ejecución

Un nivel de servicio puede definirse como la cantidad de trabajo anual por unidad de inventario, o como la frecuencia con que debe ejecutar una actividad. En la actualidad en la práctica, los niveles de servicio se determinan en función del tráfico, las condiciones topográficas e hidrológicas y el juicio del equipo de Mantenimiento.

Para los efectos de este Proyecto, los niveles de servicio a ser usados son los siguientes.

Niveles de Servicio

ITEM	ACTIVIDAD	NIVEL DE SERVICIO
Superficie de Rodadura	Sellado de grieta B S de superficie	01 vez al año
Drenaje	Limpieza de Canal de Drenaje	06 veces al año
	Limpieza de Tubos de Drenaje	12 veces al año
	Limpieza de Cunetas	06 veces al año
Cunetas Tubos de drenaje	Pintado de Señalización Horizontal	01 vez al año
	Limpieza de reparación de señales informativas y preventivas	06 veces al año

1.1.SELLADO DE GRIETAS EN SUPERFICIES DE CONCRETO

La actividad se refiere al sellado de grietas en la losa de concreto con asfalto líquido, para evitar el deterioro del concreto causado por el ingreso de aguas u otras sustancias

finas.

Método de trabajo

Una vez elegida el área de trabajo, instalar señales de advertencia para proteger a los usuarios. Limpiar las grietas con una escoba de acero y soplarlas con aire comprimido. Aplicar asfalto líquido con un aplicador que minimice el derroche lo más posible. Aplicar arena sobre el área sellada para protegerla contra el tráfico.

Recursos

Personal	Equipo	Materiales	Rendimiento
1 capataz	01 camión	100 litros de asfalto líquido	Aplicación de 100 lts de asfalto líquido diario

1.2.LIMPIEZA DE CANAL DE DRENAJE

La limpieza de cunetas es la remoción de sedimentos, basura y otros materiales depositados en las cunetas para facilitar el paso del agua

Método de Trabajo

Remover el material y los desperdicios que se encuentran depositados en la cuneta impidiendo el libre flujo del agua. Empezar el trabajo desde el punto más bajo de la cuneta hacia el punto más alto para evitar obstrucciones en caso de lluvias mientras la actividad es ejecutada. El material removido debe ser depositado en el camión o en un lugar donde no moleste. Tener cuidado de no depositar lo removido en los taludes de las cunetas para evitar que éste sea llevado de nuevo al fondo de la cuneta.

Recursos

Personal	Equipo	Materiales	Rendimiento
1 capataz, 08 obreros	01 camión	--	Limpieza de 200 mts de canal

1.3.LIMPIEZA DE TUBOS DE DRENAJE

Limpieza de tubos de drenaje es la remoción de sedimentos, escombros, basura y otros obstáculos que impiden el libre acceso, paso y descarga de las alcantarillas.

Método de Trabajo

Remover los obstáculos que se encuentran a la salida, en el tubo, la boca y otros obstáculos que impiden el libre paso y descarga de las alcantarillas. Siempre empezar desde el punto más bajo hacia el más alto para facilitar el paso del agua en caso de lluvia durante la ejecución de la actividad.

Depositar el material removido en el camión o en un lugar donde no moleste tomando la precaución de que no vaya a ser arrastrado al tubo de nuevo, tomar nota de la condición del tubo, informar en caso de detectar algún daño.

Recursos

Personal	Equipo	Materiales	Rendimiento
1 capataz	01 camión	--	Limpieza completa de 14 tubos de drenaje

1.4.LIMPIEZA DE CUNETAS

La limpieza de cunetas es la remoción de sedimentos, basura y otros materiales depositados en las cunetas para facilitar el paso del agua.

Método de Trabajo

Remover el material y los desperdicios que se encuentran depositados en la cuneta impidiendo el libre flujo del agua. Empezar el trabajo desde el punto más bajo de la cuneta hacia el punto más alto para evitar obstrucciones, en caso de lluvia mientras la actividad es ejecutada. El material removido debe ser depositado en el camión o en un lugar donde no moleste. Tener cuidado de no depositar lo removido en los taludes de las cunetas para evitar que este sea llevado de nuevo al fondo de la cuneta.

Recursos

Personal	Equipo	Materiales	Rendimiento
1 capataz, 08 obreros	01 camión	--	Limpieza de 200 mts de cuneta

1.5.PINTADO DE SEÑALIZACIONES

El pintado o repintado de la señalización horizontal con pintura reflectante y de acuerdo a las especificaciones vigentes.

Método de Trabajo

Repasar la pintura de la señalización horizontal (bordes y eje de la vía, cruces peatonales, etc).

Recursos

Personal	Equipo	Materiales	Rendimiento
1 capataz, 08 obreros	01 camión	02 Galones de Pintura	Pintado de 2.5 km.

1.6.LIMPIEZA Y REPARACIÓN DE SEÑALES PREVENTIVAS E INFORMÁTICAS.

La limpieza y reparación de señales informativas, se refiere a la eliminación de Polvo, afiches, y otros adheridos a la superficie de la señal, también se refiere a reparación de roturas de la señal, daños al poste que lo sostiene, etc.

Método de trabajo

Proceder a limpiar la superficie de la señal informativa, con un paño suave con agua y detergente, en caso de presentarse daños en la señal, se deberá reparar los daños.

Recursos

Personal	Equipo	Materiales	Rendimiento
1 capataz, 08 obreros	01 camión	--	Limpieza y reparación de 01 señal diaria.

2.0.MANTENIMIENTO PERIÓDICO

El Mantenimiento periódico se define como una actividad de mantenimiento que se ejecuta con una periodicidad de más de un año, durante los primeros 10 años. El Objetivo principal del mantenimiento periódico es prevenir daños al Puente y así evitar costosas rehabilitaciones. Este tipo de mantenimiento se recomienda para aquellos elementos del Puente que sufren desgaste con el uso continuo y que necesitan ser fortificados cada cierto tiempo y aquellos que sufren deterioro del sistema de drenaje. Para el Mantenimiento periódico podemos citar las siguientes actividades:

Estructura Metálica

- Pintado de Estructura Metálica

Cauce del Canal

- Limpieza de Cauce

Para llevar a cabo este plan se requiere realizar un inventario de mantenimiento en donde se especifique los elementos generadores del mantenimiento y la condición en que se encuentra.

Inventario

El inventario de Mantenimiento es la determinación de los elementos generadores y la condición en que se encuentran.

Inventario	Unidad	Cantidad
Área de la Superficie de Estructura Metálica	Tn ₂	30.82
Área de Cauce a Limpiar	m ²	8,000

Niveles de Servicio para la Ejecución

Un nivel de servicio puede definirse como la cantidad de trabajo anual por unidad de inventario, o como la frecuencia con que debe ejecutar una actividad. En la practica, los niveles de servicio se determinan en función del trafico, las condiciones topográficas e hidrológicas y el juicio del equipo de Mantenimiento.

Para los efectos de este Proyecto, los niveles de servicio a ser usados son los siguientes:

ITEM	ACTIVIDAD	NIVEL DE SERVICIO
Estructura Metálica	Pintado de estructura metálica	cada 2 años
Cauce del Río	Limpieza del Cauce	cada 5 años

PINTADO DE ESTRUCTURA METALICA

Se refiere al pintado con pintura anticorrosiva y/o epóxica de la estructura del Puente.

LIMPIEZA DE CAUCE

Se refiere a la limpieza del cauce del río. 10 mts aguas arriba y 100 mts aguas abajo.

PANEL FOTOGRÁFICO

GEOLOGÍA Y GEOTÉCNIA CON FINES DE CONSTRUCCIÓN DE PUENTES
ANÁLISIS DEL PUENTE INTERNACIONAL AGUAS VERDES CARRETERA : Tumbes
- Dv Ruta 001A - Zarumilla - Zona del Mango - Huaquillas. Km 77 + 840.

1.-Vista del Canal Internacional Aguas arriba



2.-Canal Internacional Aguas Verdes , lado derecha , en el Ecuador



3.- Perforación en el lado izquierdo del canal, lado Peruano (P - 1).



4.- Vista del lado peruano del Canal Internacional, superficie plana .



5.- Vista de la vía paralela al Canal Internacional Aguas Verdes.



6.- Perforación (P - 1), en el lado Peruano, del Canal Internacional



7.- Vista de la perforación en el lado peruano (P - 1).



8.- Perforación (P - 2), en el lado Ecuatoriano, del Canal Internacional..



9.- Vista de la vía paralela al Canal Internacional Aguas Verdes.



10.- Vista hacia el territorio Ecuatoriano, eje del puente proyectado



11 .- Vista del proceso de prospección, momentos donde se esta inyectando Bentonita, para estabilizar las paredes de la perforación, en la perforación del lado peruano (P - 1), en el lado izquierdo.



12.- Vista de las muestras extraídas del estribo izquierdo del Canal Internacional Aguas Verdes (P - 1), recuperadas en el tubo muestreador del (SPT). Es posible apreciar las muestras de suelos de naturaleza limoarcillosa, definida en laboratorio como (CL, SM , ML y CH) respectivamente.





13.- Vista de las muestras extraídas del estribo izquierdo del Canal Internacional Aguas Verdes (P - 1), recuperadas en el tubo muestreador del (SPT). Es posible apreciar las muestras de suelos de naturaleza limoarcillosa, definida en laboratorio como (CL, ML y CH) respectivamente.





14.- Vista de las muestras extraídas del estribo izquierdo del Canal Internacional Aguas Verdes (P - 1), recuperadas en el tubo muestreador del (SPT). Es posible apreciar las muestras de suelos de naturaleza limoarcillosa, definida en laboratorio como (CL, SM , CL Y CH)respectivamente.



15.- Vista de las muestras extraídas de la margen derecha del Canal Internacional Aguas Verdes (P - 2), recuperadas en el tubo muestreador del (SPT).

Se aprecian las muestras de suelos de naturaleza limoarcillosa y arcillosa, definida en laboratorio como (CL y ML) respectivamente.





16.- Vista de las muestras extraídas de la margen derecha del Canal Internacional Aguas Verdes (P - 2), recuperadas en el tubo muestreador del (SPT). Se aprecian las muestras de suelos de naturaleza limoarcillosa y arcillosa, definida en laboratorio como (CL y ML) respectivamente.





17.- Vista de las muestras extraídas de la margen derecha del Canal Internacional Aguas Verdes (P - 2), recuperadas en el tubo muestreador del (SPT). Se aprecian las muestras de suelos de naturaleza limoarcillosa y arcillosa, definida en laboratorio como (CL y ML) respectivamente.





18.- Vista de las muestras extraídas de la margen derecha del Canal Internacional Aguas Verdes (P - 2), recuperadas en el tubo muestreador del (SPT). Se aprecian las muestras de suelos de naturaleza limoarcillosa y arcillosa, definida en laboratorio como (CL y ML) respectivamente.





ENSAYOS DE LABORATORIO
CONSULTAR EN EL FORMATO IMPRESO