



UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CUENCA

**UNIDAD ACADÉMICA DE INGENIERÍA CIVIL,
ARQUITECTURA Y DISEÑO**

FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL

**Diseño en Hormigón Armado del Puente sobre
el río Rircay, perteneciente al Cantón Girón**

**TRABAJO DE INVESTIGACIÓN PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE
INGENIERO CIVIL**

JORGE GONZALO ENCALADA PINOS

INVESTIGADOR

ING. JUAN SOLA QUINTUÑA

DIRECTOR

Cuenca – 23 de Octubre de 2015

DECLARACIÓN

Yo, Jorge Gonzalo Encalada Pinos, declaro bajo juramento que el trabajo aquí descrito es de mi autoría; que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional; y, que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

.....
Jorge Gonzalo Encalada Pinos
0301837175

CERTIFICACIÓN

Certifico que el presente trabajo fue desarrollado por Jorge Gonzalo Encalada Pinos, bajo mi supervisión.

.....
Ing. Juan Sola Quintuña
DIRECTOR

DEDICATORIA

Este trabajo de investigación está especialmente dedicado a mis anhelos y sueños formados como seres de amor y cariño, a mis hijos Jorge Ricardo y Franco David. A mi esposa Tania, mi fiel compañera y apoyo incondicional para cada momento de mi vida, para mis padres Gonzalo y Gloria, por sus enseñanzas de superación y ejemplos a seguir de lucha y lealtad a ser personas de bien, a mis hermanos con su cariño brindado, a mi sobrino Juaco, por ser alegría e ilusión para mi vida. Dedico también para a la persona que me guía y me protege desde el cielo, con su amor de madre y de abuela, para mi abuelita Celestina.

Jorge G. Encalada Pinos.

AGRADECIMIENTO

En primer lugar quiero agradecer a Dios quien me dio la oportunidad de vivir, y quien mis pasos en cada momento, a mis suegros por sus muestras de cariño y apoyo incondicional. Extendiendo este agradecimientos y gratitud a todos los que forman parte de la Universidad Católica de Cuenca de la Unidad Académica de Ingeniería Civil, Arquitectura y Diseño, sobre todo de manera especial al Ing. Juan Sola Quintuña, por su apoyo y aporte a través de sus conocimientos, ayuda y confianza en este trabajo; al personal de departamento de Infraestructura Vial del Gobierno Provincial del Azuay por la oportunidad brindada a mis conocimientos adquiridos para la realización de este proyecto.

ÍNDICE DE CONTENIDO

DECLARACION.....	i
CERTIFICACION.....	ii
DEDICATORIA.....	iii
AGRADECIMIENTO.....	iv
INDICE DE CONTENIDO.....	v
LISTA DE FIGURAS.....	xiii
LISTA DE CUADROS.....	xv
LISTA DE ANEXOS.....	xvi
RESUMEN.....	xvii
ABSTRACT.....	xviii

CAPÍTULO 1 GENERALIDADES

1.1	INFORMACIÓN BÁSICA SOBRE PUENTES	1
1.1.1	INTRODUCCIÓN.....	1
1.1.2	TIPOS DE PUENTES	2
1.1.2.1	CONCEPTOS.....	2
1.1.2.2	CLASIFICACIÓN	2
1.2.2.3	Por su movilidad	2
1.2.2.4	Por el tipo de estructura.....	2
1.2.2.5	Por su material.....	2
1.2.2.6	Por el servicio	2
1.1.3	UBICACIÓN GEOGRÁFICA DEL PROYECTO	3

1.1.3.1	CLIMA.....	3
1.1.3.2	EDAFOLOGIA.....	3
1.1.3.3	HIDROGRAFÍA.....	3
1.1.1.4	ASPECTO SOCIO-ECONÓMICO	3
1.1.4.1	POBLACIÓN.....	4
1.1.4.2	VIVIENDA	5
1.1.4.3	ACTIVIDAD ECONÓMICA.....	6
1.1.4.4	LOCALIZACIÓN	9
1.1.4.5	INFRAESTRUCTURA EXISTENTE.....	9
1.1.4.6	SERVICIOS BÁSICOS	9
1.1.4.6.1	Agua potable.....	9
1.1.4.6.2	Servicios Básicos	10
1.1.4.6.3	Red vial.....	10

CAPÍTULO 2 ESTUDIOS TOPOGRÁFICOS Y ACCESOS

2.1	TOPOGRAFÍA.....	11
2.1.1	INTRODUCCIÓN.....	11
2.1.2	ESTUDIOS TOPOGRÁFICOS	11
2.1.2.1	Trabajo de campo.....	11
2.1.2.2	Trabajo de oficina	11
2.1.3	LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO	12
2.2	ESTUDIO DE VIAS	12
2.2.1	DISEÑO GEOMÉTRICO.....	13
2.2.2	CRITERIOS DE DISEÑO HORIZONTAL	13
2.2.2.1	Normas para el diseño horizontal	13
2.2.3	CRITERIOS DEL DISEÑO VERTICAL	13

2.2.3.1	Pendiente.....	13
2.2.3.2	Curvas verticales	13
2.3	EMPLAZAMIENTO DEL PUENTE.....	14

CAPÍTULO 3 ESTUDIOS HIDROLÓGICOS E HIDRÁULICOS

3.1	INTRODUCCION.....	15
3.2	GENERALIDADES.....	15
3.3	ALCANCE Y OBEJETIVOS.....	15
3.4	INFORMACION BASICA Y METODOLOGIA DE ESTUDIO.....	15
3.5	HIDROLOGIA.....	16
3.5.1	CUENCA HIDROLOGICA.....	17
3.5.1.1	AREA DE LA CUENCA.....	17
3.5.1.2	TIEMPO DE CONCETRACION.....	17
3.5.1.3	ESCORRENTIA.....	18
3.5.2	ANÁLISIS PLUVIOMÉTRICO Y DETERMINACIÓN DE INTENSIDAD DE LLUVIA.....	20
3.5.2.1	INTENSIDAD DE LA LLUVIA	20
3.5.3	DETERMINACIÓN DE CAUDALES DE DISEÑO EN EL SITIO DE IMPLANTACIÓN DEL PUENTE.....	22
3.6	HIDRAULICA DE CAUCE.....	23
3.6.1	DETERMINACIÓN DE LA PROFUNDIDAD DE FLUJO A PARTIR DE LA FÓRMULA DE MANNING.....	24
3.6.1.1	GEOMETRÍA Y PENDIENTE DEL CAUCE.....	24
3.6.1.2	CALCULO DEL COEFICIENTE DE RUGOSIDAD.....	24
3.5.1.3	ESCORRENTIA.....	24

3.6.2	NIVEL MAXIMO DE CRECIENTE (NMC) Y NIVEL NORMAL DE ESTIAJE.....	24
3.7	ANALISIS DE SOCAVACION.....	25
3.7.1	SOCAVACION GENERAL (Método de Lischtván-Lebediev)	25
3.7.2	SOCAVACION LOCALIZADA	26

CAPÍTULO 4 ESTUDIOS DE SUELO Y CIMENTACIÓN

4.1	INTRODUCCIÓN.....	27
4.2	TOMA DE MUESTRAS	27
4.3	PROPIEDADES FÍSICAS DEL SUELO	27
4.4	ANÁLISIS DE LA GEOLOGÍA REGIONAL Y LOCAL	28
4.4.1	INVESTIGACIÓN DE CAMPO.....	28
4.4.2	PERFIL ESTRATIGRÁFICO.....	28
4.4.2.1	Calicata estribo derecho	28
4.4.2.2	Calicata estribo izquierdo.....	28
4.4.3	INVESTIGACIÓN DE LABORATORIO.....	29
4.5	ANÁLISIS DE RIESGO	29
4.6	ANÁLISIS DE ESTABILIDAD DE TALUDES	30
4.6.1	ESTABILIDAD FRENTE AL VOLCAMIENTO.....	30
4.6.2	ESTABILIDAD FRENTE AL DESLIZAMIENTO	30
4.6.3	ESTABILIDAD FRENTE AL ASENTAMIENTO.....	30
4.7	DISEÑO DE LA CIMENTACIÓN.....	30
4.7.1	SELECCIÓN DE PARÁMETROS PARA CÁLCULOS	31
4.7.2	DETERMINACIÓN DE LA CAPACIDAD SOPORTANTE.....	31

CAPÍTULO 5 DISEÑO ESTRUCTURAL

5.1	INTRODUCCIÓN	33
5.2	CRITERIOS DE DISEÑO	33
5.2.1	ELECCIÓN DEL TIPO DE ESTRUCTURA.....	33
5.2.2	SELECCIÓN DE LOS MATERIALES	34
5.2.2.1	Hormigón armado.....	35
5.2.2.2	Hormigón replantillo.....	35
5.2.2.3	Acero de refuerzo	35
5.2.2.4	Pasamanos.....	35
5.3	TIPOS DE CARGAS	35
5.3.1	CARGA MUERTA O PESO PROPIO (CM)	35
5.3.2	CARGA VIVA (CV)	36
5.3.3	REDUCCION DE LAS CARGAS DE TRANSITO	37
5.3.4	OTRAS CARGAS SOBRE LOS PUENTES.....	38
5.3.5	SELECCIÓN DE LAS CARGAS	38
5.3.6	APLICACIÓN DE CARGAS	39
5.3.7	FACTOR DE IMPACTO (I)	39
5.3.8	FUERZA DE FRENADO (F)	40
5.3.9	FUERZA CENTRÍFUGA	40
5.3.10	CARGAS DE VIENTO	41
5.3.11	CARGAS SISMICAS.....	41
5.3.12	EMPUJE DE TIERRAS.....	41
5.3.13	TEMPERATURA.....	41
5.4	DISEÑO DE LA SUPERESTRUCTURA	42
5.4.1	ANCHO DEL PUENTE	42
5.4.2	DISEÑO DE LA LOSA	42

5.4.2.1	Cálculo de momentos	42
5.4.2.2	Galibo	43
5.4.2.3	Cálculo de momentos.....	43
5.4.2.4	Cálculo de refuerzos	43
5.4.3	DISEÑO DE LA pasamanos.....	44
5.4.3.1	Cálculo de la resistencia de los tubos y postes	45
5.4.3.2	Cálculo de refuerzo.....	45
5.4.4	DISEÑO DE LAS VEREDAS	45
1.4.4.1	Carga Vertical	45
1.4.4.2	Carga Horizontal	45
5.4.4.2.1	Diseño del voladizo	46
5.4.4.3	Integración de carga muerta y carga viva	46
5.4.4.4	Cálculo de refuerzo.....	48
5.4.4.5	Posición límite de las cargas de rueda	48
5.4.5	DISEÑO DE LA LOSA DE FONDO	49
5.5	DISEÑO DE LA INFRAESTRUCTURA.....	49
5.5.1	DISEÑO DE LOS ALEROS	49
5.5.2	DISEÑO DE LA VIGA DE APOYO	50
5.5.3	DISEÑO DE LOS MUROS DE CIMENTACIÓN.....	51
5.5.3.1	Clases de muros de contención.....	52
5.5.3.1	Fuerzas principales que inciden.....	53
5.5.3.3	Cargas actuantes.....	53
5.5.3.4	Cimentacion corrida con aporticado	54
5.5.3.4.1	Peso propio del muro (cargas verticales).....	54
5.5.3.4.2	Peso del relleno	54
5.5.3.5	Cargas horizontales.....	55
5.5.3.5.1	Empuje Activo (Ea).....	55

5.5.3.5.2 Empuje Pasivo (Ep).....	56
5.5.4 CALCULO CONSIDERANDO EL EFECTO DEL SISMO	57
5.5.4.1 Volcamiento	57
5.5.4.2 Deslizamiento	58
5.5.4.3 Asentamiento.....	58
5.5.4.3.1 Capacidad portante.....	58
5.5.4.3.2 Excentricidad.....	59
5.5.4.3.3 Fuerza vertical total.....	59
5.5.4.4 Control de asentamientos	59
5.5.4.5 Rangos de parámetros del material para calcular asentamientos	60
5.6 DISEÑO ESTRUCTURAL	61

CAPÍTULO 6 RESUMEN DE ESTUDIOS DE IMPACTO AMBIENTAL POR LA INFRAESTRUCTURA

6.1 INTRODUCCIÓN.....	95
6.2 ACCIONES DE PROYECTO	95
6.3 DIAGNÓSTICO DEL MEDIO AMBIENTE	95
6.4 IDENTIFICACIÓN DE IMPACTO	96
6.4.1 ETAPA 1.....	96
6.4.2 ETAPA 2.....	96
6.4.3 ETAPA 3.....	96
6.4.3.1 Impacto compatible.....	96
6.4.3.2 Impacto moderado	96
6.4.3.3 Impacto severo	96
6.4.3.4 Impacto crítico.....	96

6.5	PLAN DE MANEJO AMBIENTAL	97
6.6	PLAN DE MONITOREO	97
6.6.1	MEDIDA NO. 1 PLAN DE COMPENSACIÓN POR EXPROPIACIONES.....	97
6.6.2	MEDIDA NO. 2 INTEGRACIÓN PAISAJISTICA.....	97
6.6.3	MEDIDA NO. 3 INSTALACIÓN Y OPERACIÓN DEL CAMPAMENTO.....	97
6.6.4	MEDIDA NO. 4 OPERACIÓN DE MAQUINARIAS Y EQUIPOS.	98
6.6.5	MEDIDA NO. 5 EXCAVACIÓN Y RELLENO DE OBRAS DE DRENAJE.	98
6.6.6	MEDIDA NO. 6 EXPLOTACIÓN DE MATERIALES.	99
6.6.7	MEDIDA NO. 7 TRANSPORTE Y DESCARGA DE MATERIALES EN OBRA.	99
6.6.8	MEDIDA NO. 8 SEGURIDAD E HIGIENE OPERACIONAL.	100
6.6.9	MEDIDA NO. 9 PLAN DE CONTROL DE MATERIALES DE CONSTRUCCION Y MATERIAL DE DESALOJO.....	100
6.6.10	MEDIDA NO. 10 CONTROL DEL RUIDO.....	101
6.7	PRESUPUESTO	101

CAPÍTULO 7 ESPECIFICACIONES TÉCNICAS GENERALES Y PARTICULARES

7.1	ESPECIFICACIONES DEL PROYECTO	103
7.2	ASPECTOS ADMINISTRATIVOS Y LEGALES	103
7.3	LOGÍSTICA GENERAL	103
7.3.1	ESTRUCTURAS.....	104
7.3.1.1	Calidad del hormigón	104
7.3.1.2	Obra falsa y encofrada.....	104
7.3.1.3	Acabados.....	106
7.3.1.4	Hormigón Ciclópeo	107
7.3.2	ACERO	107

7.3.2.1	Acero de refuerzo	108
7.3.3	MATERIALES	109
7.3.3.1	Hormigón de cemento portland.....	109
7.4	RUBROS ESPECIALES CONSIDERADOS EN EL DISEÑO DEL PUENTE	119

CAPÍTULO 8 PRESUPUESTO DE CONSTRUCCIÓN E IMPLEMENTACIÓN

8.1	INTRODUCCIÓN.....	120
8.2	CRITERIOS GENERALES	120
8.3	ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS	120
8.4	ESTUDIO DE LOS RENDIMIENTOS	120
8.5	CÁLCULO DE PRECIOS UNITARIOS	120
8.5.1	COSTOS DIRECTOS.....	120
8.5.2	COSTOS INDIRECTOS Y UTILIDADES	121
8.6	PRESUPUESTO.....	121
8.7	CRONOGRAMA VALORADO	121
8.8	ESTUDIO DE REAJUSTE DE PRECIOS.....	121

CAPÍTULO 9	RESULTADOS	123
-------------------	-------------------------	------------

CAPÍTULO 10	CONCLUSIONES.....	124
--------------------	--------------------------	------------

CAPÍTULO 11	RECOMENDACIONES	125
--------------------	------------------------------	------------

BIBLIOGRAFÍA.....	126
--------------------------	------------

LISTA DE FIGURAS

Fig. 1. Partes de un puente	3
Fig 2. Tipo de Puentes Aporticados	35
Fig 3. Trenes de carga de distribución.	37
Fig 4. Tren de cargas Tipo H.	37
Fig 5. Tren de cargas Tipo HS.	38
Fig 6. Tren de cargas HS-44	39
Fig 7. Tren de cargas HS-24 (CAMION MTOP)	40
Fig 8. Fuerza lateral en la acera.	47
Fig 9. Esquema de ancho de distribución.	47
Fig 10. Distancia del eje de la carga de rueda.	49
Fig 11. Tabla sísmica del Ecuador	51
Fig 12. Esquema de un muro de contención.	53
Fig 13. Fuerzas actuantes en un muro de contención.	53
Fig 14. Fuerza incidentes en un muro de contención.	54
Fig 15. Pesos y momentos determinados para cada elemento identificado en la gráfica del muro	55
Fig 16. Momentos respecto al centro de la base del muro	58
Fig 17. Cargas horizontales y verticales actuantes	58
Fig 18. Control de asentamientos	60
Fig19. Geometría Transversal	61
Fig 20. Tren de Carga tipo H	62
Fig 21. Tren de Cargas denominación HS	62
Fig 22. Aporte de tren paralelo ocasional	64
Fig 23. Esquema de la 1era. Hipótesis	65
Fig 24. Esquema de presunción de la 1era. Hipótesis	66
Fig 25. Diagrama cortante, 1era Hipótesis	66
Fig 26. Esquema, 2da. Hipótesis	67
Fig 27. Esquema de presunción de la 2da. Hipótesis	68
Fig 28. Diagrama cortante, 2da. Hipótesis	68
Fig 29. Esquema, 3ra. Hipótesis	69
Fig 30. Esquema de presunción, 3ra. Hipótesis	70
Fig 31. Diagrama cortante, 3ra. Hipótesis	70
Fig 32. Esquema, 4ta. Hipótesis	71
Fig 33. Diagrama cortante, 4ta. Hipótesis	72
Fig 34. Diagrama de Momentos, carga viva	72
Fig 35. Diagrama de Análisis del cortante, carga viva	73
Fig 36. Esquema de chapa de rodadura, losa y viga	73
Fig 37. Esquema de carga muerta sobre la viga	74
Fig 38. Esquema de momento y cortante, generado por carga muerta	74
Fig 39. Esquema, sumatoria de esfuerzos	75
Fig 40. Esquema de cuerpos para el cálculo de la Inercia	75
Fig 41. Geometría de la viga prediseñada	77
Fig 42. Geometría de la viga prediseñada, 2da. Iteración	78
Fig 43. Geometría de la viga prediseñada, tramo central, 1era. Iteración	79
Fig 44. Geometría de la viga prediseñada, tramo central, 2da. Iteración	80
Fig 45. Geometría de la viga prediseñada, tramo central, 3ra. Iteración	80

Fig 46. Esquema, Hipótesis de carga	82
Fig 47. Diagrama, Hipótesis de carga	82
Fig 48. Esquema de momento y cortante, generado por carga viva	83
Fig 49. Esquema de carga muerta sobre la viga	83
Fig 50. Esquema de momento y cortante, generado por carga muerta	84
Fig 51. Esquema, sumatoria de esfuerzos, viga pequeña	84
Fig 52. Geometría de la viga prediseñada	85
Fig 53. Esquema de carga sobre la losa de rodadura	86
Fig 54. Esquema de carga puntual sobre la losa de rodadura	87
Fig 55. Esquema de Hipótesis de carga sobre la losa de rodadura	87
Fig 56. Esquema de momento y cortante, generado por carga en la losa de rodadura	88
Fig 57. Esquema de carga muerta sobre la losa de rodadura	88
Fig 58. Esquema de momento y cortante generado por carga muerta sobre losa de rodadura	89
Fig 59. Sumatoria de esfuerzos generado sobre losa de rodadura	89
Fig 60. Geometría de la losa de rodadura	89
Fig 61. Geometría del estribo	92
Fig 62. Diseño de armadura	94
Fig 63. Diseño de zapata	95
Fig 64. Análisis de cortante y diagrama de columna	95
Fig 65. Geometría parcial de la columna inclinada	96
Fig 66. Sección losa, viga, columna inclinada y estribo	96

LISTA DE CUADROS

Cuadro 1. Índice poblacional de la parroquia San Gerardo.	4
Cuadro 2. Tenencia Parroquia San Gerardo	6
Cuadro 3. Densidad Poblacional	6
Cuadro 4. Población Económicamente Activa (#)	7
Cuadro 5. Coordenadas de ubicación	9
Cuadro 6. Sistema de Agua Potable Cantón Girón por Parroquias	10
Cuadro 7. Matriz Servicios Básicos	10
Cuadro 8. Coeficiente de Escorrentía C	19
Cuadro 9. Elección del número N de escurrimiento	20
Cuadro 10. Tipo de Suelo y su textura	21
Cuadro 11. Elección del número N de escurrimiento con corrección A y B	21
Cuadro 12. Valoración del coeficiente de rugosidad de Manning en función de las condiciones del canal	25
Cuadro 13. Datos para Determinación del nivel de máxima creciente	26
Cuadro 14. Ensayos a realizarse normados por las ASTM.	32
Cuadro 15. Ensayos a realizarse normados por las ASTM.	32
Cuadro 16. Capacidad admisible del suelo	33
Cuadro 17. Tipo de material a utilizarse en la losa.	37
Cuadro 18. Factor de reducción por carga viva en vías.	38
Cuadro 19. Índices de variación de temperatura.	42
Cuadro 20. Poblaciones ecuatorianas y valor del factor Z.	51
Cuadro 21. Valores del factor Z en función de la zona sísmica adoptada.	51
Cuadro 22. Características del suelo de relleno.	55
Cuadro 23. Clasificación de los tipos de suelo.	56
Cuadro 24. Características de los tipos de suelo	56
Cuadro 25. Factores de asentamiento según el tipo de suelo.	61
Cuadro 26. Tren de Cargas denominación H	62
Cuadro 27. Tren de Cargas denominación HS	63
Cuadro 28. Factor de casualidad	64
Cuadro 29. Datos de diseño del estribo	93
Cuadro 30. Cargas y Fuerzas	93
Cuadro 31. Resultado de Analisis de grupos	94
Cuadro 32. Temperatura de hormigón en transporte.	107
Cuadro 33. Días requeridos para el curado de hormigón.	113
Cuadro 34. Tipos de ensayos para cemento Portland según la norma INEN.	115
Cuadro 35. Requisitos de Graduacion del arido grueso	116
Cuadro 36. Límites para las sustancias en el árido grueso en el hormigón.	116
Cuadro 37. Requisitos de graduación del árido fino	117
Cuadro 38. Límites de sustancias perjudiciales en el árido fino para el hormigón.	118
Cuadro 39. Dimensiones de los aceros de refuerzo.	119
Cuadro 40. Características del acero de refuerzo	119
Cuadro 41. Características del acero de refuerzo	120
Cuadro 42. Rubros del Proyecto	121

LISTA DE ANEXOS

ANEXO A.- DATOS HISTÓRICOS.....	129
ANEXO B.- ESTUDIO TOPOGRÁFICO.....	131
ANEXO C.- ESTUDIO HIDROLÓGICO.....	135
ANEXO D.- ESTUDIO DE MECANICA DE SUELOS.....	141
ANEXO E.- ESTUDIO ESTRUCTURAL.....	152
ANEXO F.- ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL.....	163
ANEXO G.- ESTUDIO DE ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS.....	174
ANEXO H.- PLANOS CONSTRUCTIVOS.....	192

RESUMEN

La Junta Parroquial de San Gerardo por medio de su presidente en conjunto con el Gobierno Provincial del Azuay, ante el crecimiento poblacional y desarrollo vial han visto la necesidad de brindar obras de carácter emergente a los diferentes sectores de la parroquia, en su afán de efectuar un desarrollo ordenado han planificado estudios en obras civiles, viales, de alcantarillado, estructurales, etc.

Dentro de las obras se encuentra un nuevo diseño y construcción del puente sobre Rio Rircay, ubicado en la vía San Martin Chico – La Merced, actualmente, los moradores de la parroquia, se desplazan por esta vía cruzando por el actual puente, sin embargo esta estructura no cumple con las garantías necesarias para un correcto funcionamiento, siendo necesario la elaboración del diseño completo que cumpla con todas las normas de seguridad, estabilidad y confort, entre otras; una vez realizada la inspección previa al estudio se pudo observar que la situación actual del puente es crítica ya que su infraestructura se encuentra deteriorada y su losa principal se ven afectadas debido al peso del propio puente y del tráfico que soporta, por lo que no brinda la confianza necesaria a los usuarios que usan esta estructura como medio de entrada y salida hacia los diferentes sectores de la parroquia.

Con el desarrollo del presente Trabajo de Investigación se garantizará el correcto funcionamiento de dicha estructura beneficiando al Cantón Girón con su parroquia San Gerardo, y al Cantón San Fernando con su parroquia del mismo nombre, ya que el puente es parte del límite de los cantones en mención.

Se diseñará un puente vehicular de hormigón armado, tipo aporticado, siendo utilizados en zonas rurales, consta de un carril de 4,10 m de ancho, con una luz de 15m y apoyado sobre muro de contención en sus extremos en función de estribos, y de columnas inclinadas que conecta la losa de rodadura con los muros de contención o pantallas, el mismo que estará conformado por una superestructura de concreto reforzado y armado, consistente en una losa superior y barandas de protección.

Palabras clave: Puente, Aporticado, Topografía, Suelos, Estructural, Galibo, Zarpa, Hormigón Armado.

ABSTRACT

The Parish government of San Gerardo through its President with the Provincial Government of Azuay, before the population growth and the road development have seen the necessity to provide emergent works to the different sectors of the parish, in their eagerness to make orderly development have planned studies in civil, road, sewage system, structural works, etc.

Among the works is a new design and construction of the bridge over Rircay River, located on via San Martin Chico – La Merced, actually, the habitants of the parish, move this way crossing the actual bridge. However, this structure does not have the guarantees for proper operation; being necessary the complete design elaboration to satisfy all safety standards, stability and comfort, and so on;

Once the inspection was made, previous the study it was observed the current situation of the bridge that is critical because its infrastructure is deteriorated and its principal slab is affected by the weight of itself and the traffic it supports. Therefore, it does not provide the necessary confidence to users that use this structure as entry and exit to the different sectors of the parish.

With the development of the present investigation will be guaranteed the right operation of the structure benefiting the Canton Giron with its parish San Gerardo, and the Canton San Fernando with its parish with the same name, because the bridges is part of the limit between them.

It Will be designed a vehicular concrete bridge, type arcade, being used in rural areas, it has a lane of 4,10 wide, with a light of 15m and supported on the retaining wall at its ends depending on stirrups, and the inclined columns that connect the slab rolling with the retaining walls or screens, it will be sat for a reinforced concrete superstructure and assembly, consisting, in a superior slab and guard rails.

Keywords: Bridge, arcaded, topography, soils, Structural gauge, Claw, Concrete.

CAPÍTULO 1 GENERALIDADES

1.1 INFORMACIÓN BÁSICA SOBRE PUENTES

Un puente es una estructura que sirve para salvar obstáculos, considerado una obra de drenaje mayor, es una construcción que permite salvar un accidente geográfico o cualquier otro obstáculo físico como un río, un valle, un camino, una vía férrea, un cuerpo de agua o cualquier obstrucción que impide el paso de vehículos, peatones y animales. El diseño de cada puente varía dependiendo de su función y la naturaleza del terreno sobre el que el puente es construido.

Se utiliza el término puente como una obra de arte, que sirve para designar a aquellas construcciones que conectan diferentes espacios a los que de otra manera no se podría acceder. A través de los tiempos, el diseño y la ingeniería de los puentes han variado en gran manera; así como también el material con el que se construyen y la utilidad siendo algunos de ellos decorativos.

Todo lo que engloba los conceptos básicos de un puente se presentará en el presente capítulo, con una breve explicación de los aspectos importantes que comprende un puente, tales como:

Componentes de la estructura, clasificación de los puentes, criterios de diseño y los fundamentos requeridos para el pre dimensionamiento.

Es importante mencionar que en el pre dimensionamiento lo que se pretende conseguir, es la localización, una luz y un tipo de estructura adecuada para los requerimientos de diseño que se consiguen con el estudio del sitio de emplazamiento, realizando los estudios que se verán en los posteriores capítulos. Una vez determinado el lugar de emplazamiento, la luz y el tipo de puente que se necesita en la zona, se realiza el cálculo de la estructura en todas sus etapas.

1.1.1 INTRODUCCIÓN

La estructura de un puente se divide en dos partes principales; la primera la infraestructura y la segunda la superestructura. Refiriéndome a la infraestructura es la encargada de soportar el peso total de la superestructura transmitiéndola hasta el suelo de fundación. Está compuesta de apoyos, pilas y estribos, con su respectiva cimentación y dimensionamiento. La superestructura está compuesta de elementos como:

Vigas, riostras, losas, balaustrada y veredas. La misma que servirá para la movilización de los vehículos y transeúntes. Entre los factores que influyen en el proyecto de un puente esta su funcionalidad, seguridad, economía, estética, construcción, y el impacto ambiental.

Funcionales. Se debe considerar:

- Sobre el puente.- El ancho, longitud, visibilidad, galibo superior.
- Debajo del puente.- Se considera el galibo inferior.
- Vida útil del puente.

Seguridad:

- Estructural.
- Geométrico (horizontal, vertical).
- Vehicular.
- Confort.
- Iluminación.
- Señalización.

Económico. Se debe considerar parámetros como:

- Costo del puente.
- Costo de operación.
- Costo de mantenimiento.
- Costo de obra de defensa.

Estético:

- Tiene que guardar armonía con el entorno.

Constructivo:

- Disponibilidad de materiales
- Equipos de construcción
- Técnica constructiva.

Impacto Ambiental. Se debe abarcar en los siguientes aspectos:

- Mitigar, atenuar y recuperar.

1.1.2 TIPOS DE PUENTES

1.1.2.1 Conceptos

El diseño de cada puente varía dependiendo de su función y la naturaleza del terreno sobre el que éste es construido. Su proyecto y su cálculo pertenecen a la ingeniería estructural, siendo numerosos los tipos de diseños que se han aplicado a lo largo de la historia, influidos por los materiales disponibles, las técnicas desarrolladas y las consideraciones económicas, entre otros factores.

1.1.2.2 Clasificación

Los puentes se clasifican generalmente por el material del cual están constituidos, por la sección transversal del tablero y por la estructura general, y se clasifican en:

1.1.2.3 Por su movilidad

- Fijos.- Los que existen en la ciudad.
- Móviles.- Aquellos que se movilizan para permitir el paso de un barco.
- Desmontables.- Todos los que se puedan desarmar o desmantelar (hierro, tornillos), por ejemplo puentes tipo Bailey

1.1.2.4 Por el tipo de estructura

- Puentes de tramos simples apoyados, continuos o de vigas voladizas (Herber).
- Puentes en arco.
- Puentes apuntalados en el que el tablero actúa como puntal entre estribos.
- Puentes aporticados, marcos.
- Puentes colgantes, con o sin viga atiesadora.
- Puentes atirantados.

1.1.2.5 Por su material

- De Madera.
- De Acero.
- De Hormigón Armado.
- De Hormigón Pretensado.
- De Mampostería y Sillería y
- Puentes mixtos.

1.1.2.6 Por el servicio

- Puentes rurales.
- Puentes urbanos.
- Viaductos.
- Pasos a Densivel.
- Puentes Peatonales o Pasarelas.
- Puentes Ferroviarios.
- Puentes Militares.
- Puentes Provisionales.

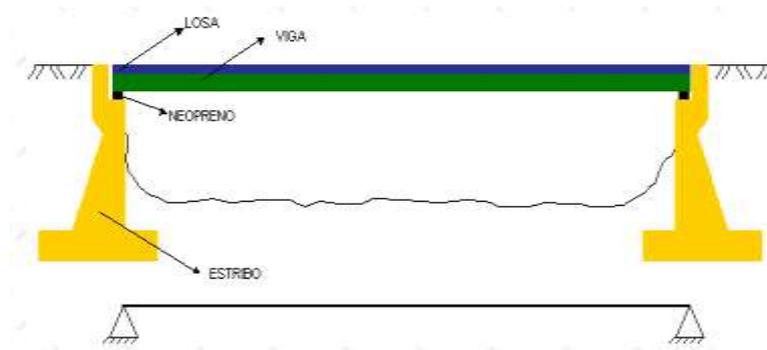


Fig. 1. Partes de un puente
Fuente: Internet, Google.

1.1.3 UBICACIÓN GEOGRÁFICA DEL PROYECTO

San Gerardo es una parroquia rural del cantón Cuenca, de la provincia del Azuay; su población es mestiza y parte indígena. Alrededor del año 1930 llegaron los hermanos jesuitas de nacionalidad francesa, a la parroquia San Gerardo, los mismos que la conocieron con el nombre de “Huawalpata” que quiere decir al pie del árbol de Huawal, (árbol de la zona que lleva el nombre de Huawal y es parecido al árbol de capulí).

Los jesuitas trajeron a este lugar una escultura del hermano redentorista San Gerardo, motivo por el cual los habitantes deciden bautizar a la parroquia con este nombre, en honor al hermano San Gerardo.

Esta parroquia en su inicio figuraba como un caserío del cantón Girón; ya en el año de 1990 nace a la vida civil, es así que el 25 de enero de 1990 pasa a ser una parroquia más del cantón Girón.

1.1.3.1 Clima

El clima que posee la parroquia San Gerardo, es muy variado ya que se localiza en una zona de características topográficas muy irregulares que influyen en la temperatura y pluviosidad; es así, que en los páramos hay zonas muy frías con abundante precipitación, mientras que en las zonas bajas de la parroquia encontramos un clima cálido.

1.1.3.2 Edafología

En cuanto a la edafología de la parroquia San Gerardo, se puede observar que existe un predominio de suelos Inceptisoles, los mismos que se encuentran en las cimas de la cordillera y ocupan toda la parte norte de la parroquia, estos son suelos pocos fértiles ya que se ven afectados por un proceso erosivo, también se puede evidenciar claramente en el mapa que existe una buena cantidad de suelos Entisoles que se caracterizan por ser muy antiguos y por desarrollarse en cualquier régimen climático, estos se encuentran en la parte sur, de la parroquia en la zona de relieve interandino, mientras que hacia el centro de San Gerardo se puede apreciar la existencia de suelos Mollisoles los mismos que son aptos para el cultivo, ya que se trata de suelos fértiles y bien drenados. Los suelos Vertisoles también están presentes en la parte sur de la parroquia, pero estos se encuentran en una pequeña cantidad, estos suelos se caracterizan por ser arcillosos con poca materia orgánica y gran cantidad de minerales.

1.1.3.3 Hidrografía

La parroquia mencionada en líneas anteriores cuenta con dos ríos que son: El río Santa Ana que se ubica en la parte de la parroquia y el río Rircay que se encuentra en la parte suroeste de la mencionada parroquia, esta última nace a 2590 metros sobre el nivel del mar y se forma del río Huchiri y la quebrada Punguhuaycu.

1.1.4 ASPECTO SOCIO-ECONÓMICO

Es indispensable tener la información sobre los servicios básicos, públicos, transporte, disponibilidad de materiales, equipos y de mano de obra, así como obras civiles construidas sobre la misma corriente tanto aguas arriba como aguas abajo con indicación de tipo de estructura, material y luces de la zona de emplazamiento del

puente, todos en conjunto son el factor social y económico que prevalece o prima en cierto momento histórico de una sociedad.

A continuación se detalla los principales aspectos que más influencia tienen dentro del estudio socio-económico:

1.1.4.1 Población

Para realizar el análisis de las características básicas de la población de la parroquia San Gerardo se utilizó datos del censo 2010, realizados por el INEC. Para empezar dicho análisis se estudiará en primer lugar la población por edad y sexo. En el siguiente cuadro de la población por edad y sexo se puede observar claramente que en la parroquia existen 1075 habitantes, en donde la densidad poblacional es de 21 personas por km².

En esta parroquia hay un predominio de mujeres; entre los menores de un año ya que el 45.00% son hombres y las mujeres les superan porque representan el 55,00%, siguiendo los datos del censo nos situamos en la edad que va de 1-4 años, aquí en cambio existen más hombres que mujeres ya que los primeros tiene un total de 50.88% y la población femenina llega a tener un 49.12%, pudiéndose ver que no existe mucha diferencia, en las edades de 10-14 años los hombres superan en cantidad a las mujeres con un 54.61% frente a un 45.39%, mientras que en las edades de 15 - 20 años las mujeres prevalecen a los hombres con un 56.12%, aquí los hombres tienen un 43.88%, en cambio en las edades de 21-30 años hay una diferencia considerable entre la población masculina y femenina pues los hombres tienen un 38.81% y las mujeres les superan casi por la mitad con un 61.19%, curiosamente desde estas edades la población femenil va destacando en cuantía a la población varonil, pudiéndose evaluar que en las edades de 31-40 años las damas poseen un 56.52% y los caballeros acopian una cantidad de 34.48%, de 45-50 años los hombres tienen un 34.38% evidentemente aquí las mujeres sobresalen a los hombres con un 65.52%, una de las principales razones para que se de esta desigualdad es el fenómeno de la migración ya que los hombres en edad de trabajar son los que más han salido fuera de la parroquia en busca de mejores oportunidades de trabajo.

También en las edades de 51-60 años los hombres están por debajo de las mujeres en cantidad ya que ellos llegan a un porcentaje de 46.27% y las mujeres están con un 53.73%, finalmente tenemos la edad de 61 y más observando que los hombres están con un 47.54% mientras que las mujeres con un 52.46% con estos resultados se puede demostrar que en la parroquia San Gerardo hay un predominio de mujeres, pues estas representan el 54,23%, mientras que los hombres no superan el 45,77% del total de la población.

Otro aspecto importante de mencionar es que la parroquia San Gerardo, es una población joven, en donde los que más resaltan son las personas que van desde los 10 a 14 años con un total del 14,14% del total de la población, aunque también existe un buen porcentaje de adultos mayores siendo el 11,35% de la población.

	HOMBRES		MUJERES		TOTAL	
	#	%	#	%	#	%
<1	9	45	11	55	20	1.86
1 – 4	58	50.88	56	49.12	114	10.60
5 – 9	70	47.30	78	52.70	148	13.77
10 – 14	83	54.61	69	45.39	152	14.14
15 – 20	61	43.88	78	56.12	139	12.93
21 – 30	52	38.81	82	61.19	134	12.47
31 – 40	40	43.48	52	56.52	92	8.56

41 – 50	30	34.48	57	65.52	87	8.09
51 – 60	31	46.27	36	53.73	67	6.23
>60	58	47.54	64	52.46	122	11.35
TOTAL	492	45.77	583	54.23	1075	100

Cuadro 1. Índice poblacional de la parroquia San Gerardo.
Fuente: Instituto Nacional de Estadística y Censo (INEC)
Elaborado: El autor

De acuerdo a lo analizado en cuanto a la población por edad y sexo, y para una presentación más dinámica, se ha elaborado la siguiente pirámide poblacional, en la que podemos apreciar un mayor porcentaje ubicado en la población desde los 5 años hasta los 30 años, lo que nos demuestra que en San Gerardo existe una población joven. Cabe señalar que la Tasa de Natalidad de la parroquia es baja ya que representa el 0,74%, siendo la migración uno de los principales motivos del lento crecimiento de la población.

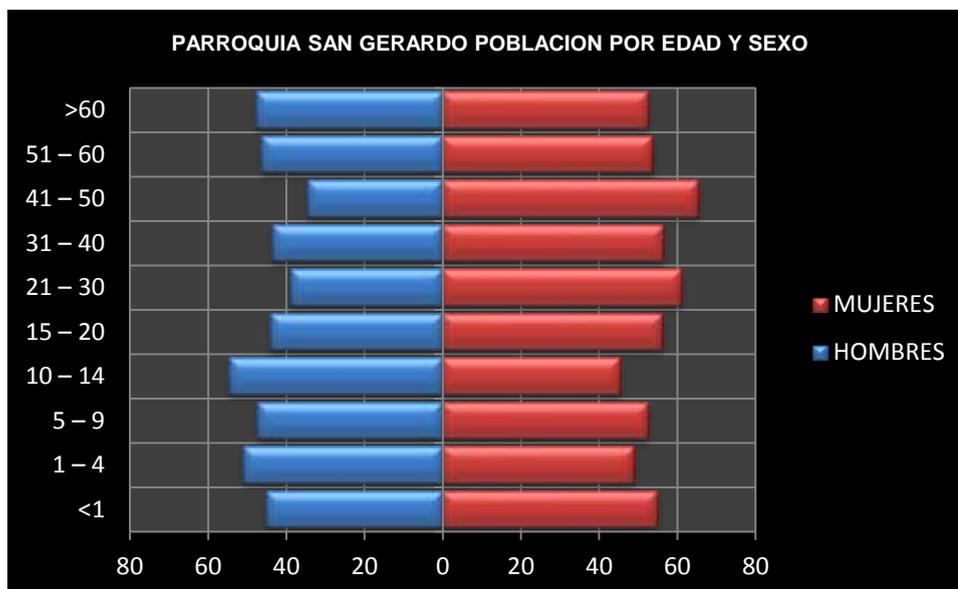


GRAFICO Nº 1 Parroquia San Gerardo Población por Edad y Sexo
Fuente: Instituto Nacional de Estadística y Censo (INEC)
Elaborado: El autor

1.1.4.2 Vivienda

- Total de habitantes: 1075 hab.
 - Hombres: 492
 - Mujeres: 583
- Tenencia de vivienda

TENENCIA	CANTIDAD	PORCENTAJE %
propia y totalmente pagada	193	66.78
propia y la esta pagando	3	1.04
propia (regalada, donada, heredada o por posesion)	2	0.69
prestada o cedido (no pagada)	55	19.03
por servicio	8	2.77
arrendada	28	9.69
TOTAL	289	100.00

Cuadro 2. Tenencia Parroquia San Gerardo
Fuente: Instituto Nacional de Estadística y Censo (INEC)
Elaborado: El autor

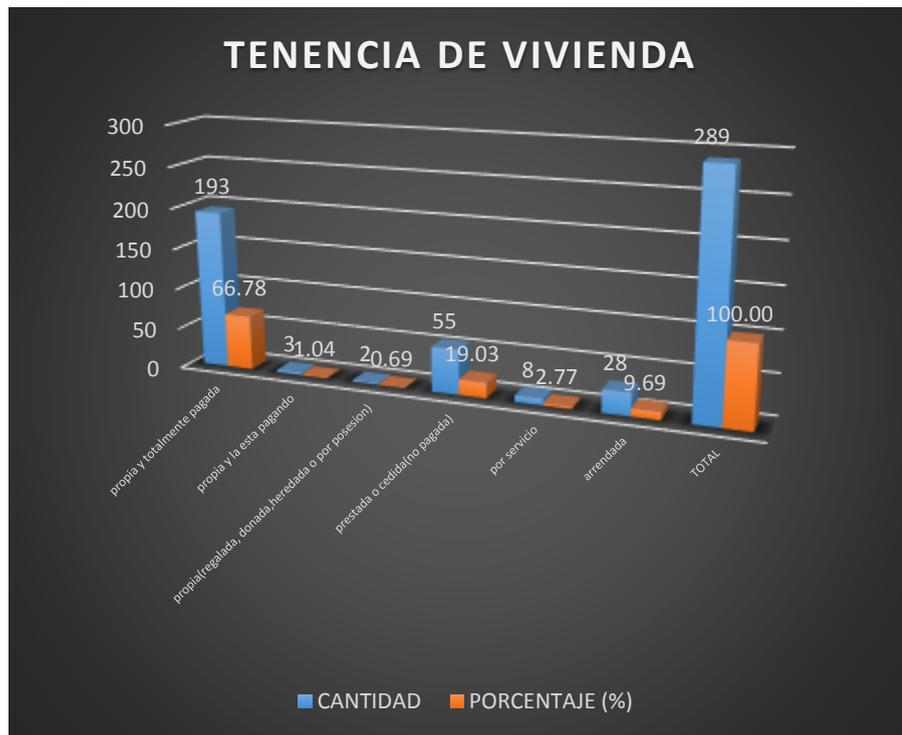


GRAFICO Nº 2 Tenencia de Vivienda
Fuente: Instituto Nacional de Estadística y Censo (INEC)
Elaborado: El autor

- Promedio de habitantes por casa ocupada: 3,72 hab/casa ocupada.
- Densidad poblacional (hab/km².)

Poblacion	Superficie de la parroquia (km ²)	Densidad Poblacional
1.075	56.35	19.077

Cuadro 3. Densidad Poblacional
Fuente: Instituto Nacional de Estadística y Censo (INEC)
Elaborado: El autor

1.1.4.3 Actividad económica

La mayor parte de la población económicamente activa (PEA) se concentra en la agricultura de ciclo corto tales como el maíz, fréjol, arveja, etc.; representa el 70,95%, en donde los hombres alcanzan el mayor porcentaje de un 56,14% y las mujeres alcanzan el 43,86%, dentro de este, se encuentra también la explotación de minas en el que apenas un pequeño porcentaje del 0,21% se dedica a este trabajo.

Otra PEA parte se destacan actividades como la construcción, la manufactura y el comercio, se concentra en la construcción, ya que representa el 10,37% en donde el 100% de hombres se dedica a esta actividad, luego está la manufactura con el 6.85% y de igual manera los hombres son los que más se dedican a este trabajo con un 60,61% frente al 39,39% que representan las mujeres, en menor porcentaje está el comercio con el 3,11% en el que predomina el sexo femenino, ya que el 66,67% se dedica a esta labor.

Una tercera PEA encontramos el transporte, intermediación financiera y los servicios, dentro de la misma se encuentra en los servicios que es la actividad más importante en este sector representando un 6,64% del total de la PEA, en donde la mayor parte son mujeres ya que representa el 96,88% y el 3,11% son hombres, seguido del transporte con un 0,83% siendo solo hombres los que prestan sus servicios en cuanto a la intermediación financiera no se registra personas dentro de la parroquia que se dedique a este servicio.

Como se puede observar la Población Económicamente Activa de la parroquia San Gerardo se concentra en el en la agricultura.

POBLACION ECONOMICAMENTE ACTIVA (PEA)	HOMBRES		MUJERES		TOTAL	
	CANTIDAD #	PORCENTAJE %	CANTIDAD #	PORCENTAJE %	CANTIDAD #	PORCENTAJE %
agricultura, caza, pesca	192	39.83	150	31.12	342	70.95
explotacion de minas y canteras	1	0.21	0	0.00	1	0.21
manufacturas	20	4.15	13	2.70	33	6.85
electricidad, gas y agua	1	0.21	0	0.00	1	0.21
construccion	50	10.37	0	0.00	50	10.37
comercio	5	1.04	10	2.07	15	3.11
transporte	4	0.83	0	0.00	4	0.83
intermediacion financiera	0	0.00	0	0.00	0	0.00
servicios	1	0.21	31	6.43	32	6.64
actividad no especifica	2	0.41	2	0.41	4	0.83
trabajador nuevo	0	0.00	0	0.00	0	0.00
TOTAL	276	57.26	206	42.74	482	100.00

Cuadro 4. Población Económicamente Activa
Fuente: Instituto Nacional de Estadística y Censo (INEC)
Elaborado: El autor

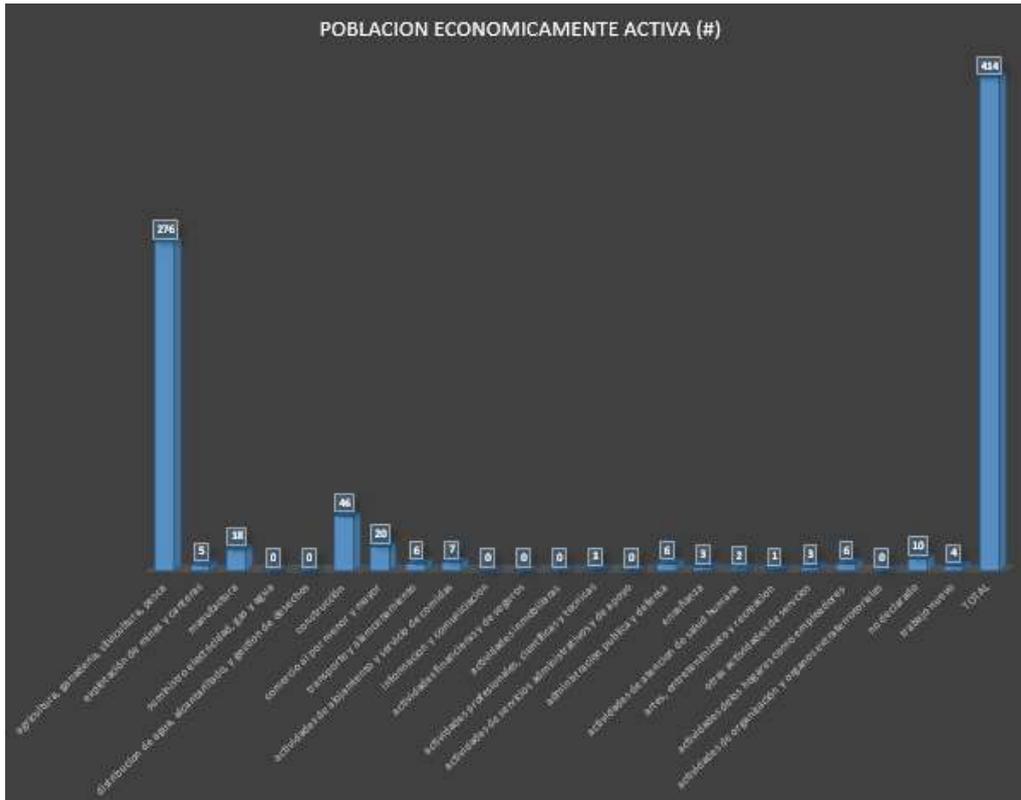


GRAFICO Nº 3 Población Económicamente Activa (#)
Fuente: Instituto Nacional de Estadística y Censo (INEC)
Elaborado: El autor

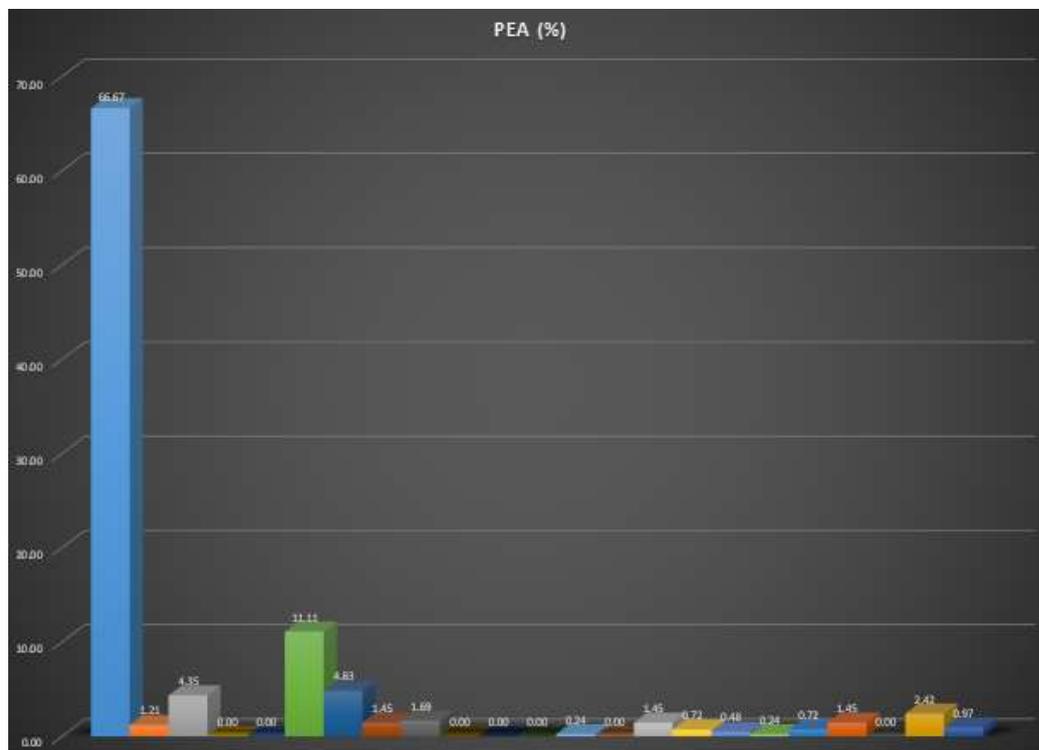


GRAFICO Nº 4 Población Económicamente Activa (%)
Fuente: Instituto Nacional de Estadística y Censo (INEC)
Elaborado: El autor

1.1.4.4 Localización

Superficie de la parroquia de 51,85 km².

El sitio a emplazarse el puente se ubica a en las siguientes coordenadas y altura de cota sobre el nivel del mar.

Coordenadas X	Coordenadas Y	Cota de la Vía	Cota Cauce Quebrada
696601.070	9651930.230	2450.856	

Cuadro 5. Coordenadas de ubicación.

Fuente: Google Earth, UTM según WG84.

Elaborado: El autor

1.1.4.5 Infraestructura existente

En el cruce actual, existe obra civil realizada por la comunidad de forma artesanal, la infraestructura del actual puente se encuentra en un estado deteriorado, presentando su losa en mal estado y las pantallas sin el dimensionamiento necesario hechos únicamente con material de mampostería de piedra, su construcción data de hace 20 años atrás, cuando se construyó el puente.

A continuación se presenta en la Fig.1, se muestra el estado actual en el que se encuentra la estructura del puente, debido a los diferentes factores negativos.

Archivo Fotográfico Ver anexo A.



Fotografía 1. Puente sobre el Río Rircay.

Fuente: El autor

Elaborado: El autor

1.1.4.6 Servicios básicos

1.1.4.6.1 Agua potable

A nivel del cantón Girón, existen treinta y tres Juntas de Agua Potable; distribuidas en la Parroquia La Asunción, San Gerardo y la Cabecera Cantonal, conforme información establecida en el Inventario de Recursos Hídricos de la Sub cuenca del Río Rircay.

El volumen promedio mensual concesionado por usuario en los Juntas de Agua Potable es de 15 m³ alcanzando a un volumen mensual utilizado de 17 m³.

SISTEMA DE AGUA POTABLE DEL CANTON GIRON POR PARROQUIAS	
PARROQUIA	NUMERO DE SISTEMAS
GIRON	18
LA ASUCION	13
SAN GERARDO	4
TOTAL	35

Cuadro 6. Sistema de Agua Potable Cantón Girón por Parroquias

Fuente: Google Earth, UTM según WG84.

Elaborado: El autor

1.1.4.6.2 Servicios Básicos

En el diagnóstico realizado en la parroquia San Gerardo, dentro del tema de infraestructura y servicios hace un análisis de todo lo referente a la energía eléctrica, agua potable, alcantarillado, alumbrado público, telefonía y recolección de basura. Estos estudios demuestran que la población cuenta con atención, en todas las áreas anteriormente anotadas; y si bien estos servicios cubren a la mayoría de habitantes o predios existentes, se debe mencionar que en muchos casos, existe un déficit, o simplemente no son considerados como necesarios.

MATRIZ SERVICIOS BASICOS, DEFICIT Y COBERTURA												
TOTAL DE VIVIENDAS	COBERTURA DE AGUA		DEFICIT	COBERTURA DE ALCANTARILLADO		DEFICIT	COBERTURA DE ENERGIA ELECTRICA		DEFICIT	DESECHOS SOLIDOS		DEFICIT
	SI	NO		SI	NO		SI	NO		SI	NO	
286	207	79	27.62	42	244	85.31	279	7	2.45	139	147	51.4

Cuadro 7. Matriz Servicios Básicos

Fuente: Google Earth, UTM según WG84.

Elaborado: El autor

1.1.4.6.3 Red vial

La parroquia San Gerardo tiene conexión directa hacia la Red Estatal mediante vías terciarias, lo hace mediante la vía Girón – San Gerardo – San Fernando, con una longitud de 15.32 km, y una superficie de 122.584 m², tiene un funcionamiento bueno ya que cuenta con carpeta asfáltica que en su mayor porcentaje se encuentra en buen estado que debe mantenerse o mejorarse con continua inversión en mantenimiento periódico. Además sirve de conexión de un importante número de centros poblados hacia diferentes destinos. Estas dos vías constituyen sin embargo, apenas el 31.07% de la red vial terciaria mientras que el 68.93% restante de esta categoría pertenece a vías que se encuentran a nivel de lastre o tierra y por tanto brindan un funcionamiento que en mucho depende del clima ya que en época de invierno su funcionamiento es malo mientras que en verano puede calificarse como regular.

CAPÍTULO 2 ESTUDIOS TOPOGRÁFICOS Y ACCESOS

2.1 TOPOGRAFÍA

La topografía es una ciencia que estudia el conjunto de procedimientos para determinar las posiciones relativas de los puntos sobre superficie de la tierra y debajo de la misma, mediante la combinación de las medidas según los tres elementos del espacio que son distancia, elevación y dirección.

La topografía explica los procedimientos y operaciones del trabajo de campo, los métodos de cálculo o procesamiento de datos y la representación del terreno en un plano o dibujo topográfico a escala.

2.1.1 INTRODUCCIÓN

La definición de la ubicación del puente para el caso de atravesar una hondonada o el curso de un río exige el conocimiento del terreno, siendo muy útil hacer observaciones de la zona como puede ser la Utilización de aerofotografías, mapas de la zona obtenidos por el Instituto Geográfico Militar (IGM), o el recorrido del terreno por inspección personal.

2.1.2 ESTUDIOS TOPOGRÁFICOS

Se realizó el levantamiento topográfico del sitio del ponedero incluyendo vías de acceso, determinando curvas de nivel y perfiles de la vía tomados por el eje y por los extremos de la calzada, alineamiento del cauce aguas arriba y aguas abajo con los niveles de aguas observados. Las curvas de nivel se deben tomar cada un metro o menos, dependiendo del tipo de terreno sobre el cual se proyectará el puente.

Los perfiles se deben dibujar a escala 1:200 vertical y horizontal para el ponedero y a escala 1:100 vertical y 1:1000 horizontal para los accesos.

La toma de secciones aguas arriba y aguas abajo del ponedero se hacen en una distancia más o menos de 500m. Si se requieren, los sondeos para la batimetría se deben realizar en el eje, cada 20m aguas arriba y aguas abajo hasta una distancia de 150m y luego cada 50m hasta completar los 500m.

2.1.2.1 Trabajo de campo

Aquí se planteó datos sobre los ángulos, el terreno y su ubicación, la distancia, entre otros; en donde se considera:

- Implantación del puente.
- Recolección de datos (libreta topográfica).
- Levantamiento topográfico.
- Georreferenciación.

Toda la información y cálculos respectivos se presentan en el Anexo B.

2.1.2.2 Trabajo de oficina

Este tipo de trabajo, se realizó luego de tener planteados los datos del trabajo de campo; es en éste, donde se calculan las verdaderas distancias, ubicación, etc., aquí se considera:

- Conversión de datos digitales.
- Almacenamiento y cálculo de datos y puntos.
- Dibujo.
- Interpretación de dibujos.
- Impresión de mapas topográficos.

2.1.3 LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO

Consiste en determinar la posición relativa entre varios puntos sobre un plano horizontal. Esto se realiza mediante un método llamado planimetría. Determina la altura entre varios puntos en relación con el plano horizontal definido anteriormente. Esto se lleva a cabo mediante la nivelación directa. Tras ejecutar estos dos objetivos, es posible trazar planos y mapas a partir de los resultados obtenidos consiguiendo un levantamiento topográfico.

El levantamiento, se lo realizó utilizando una estación total y los instrumentos necesarios como prisma, estacas y niveles para recopilar los puntos necesarios para el estudio de emplazamiento del puente, la taquimetría para el eje de la vía se lo realizó cada 10 m.

Los levantamientos topográficos son tridimensionales y establecen un control tanto vertical como horizontal de la zona de estudio.

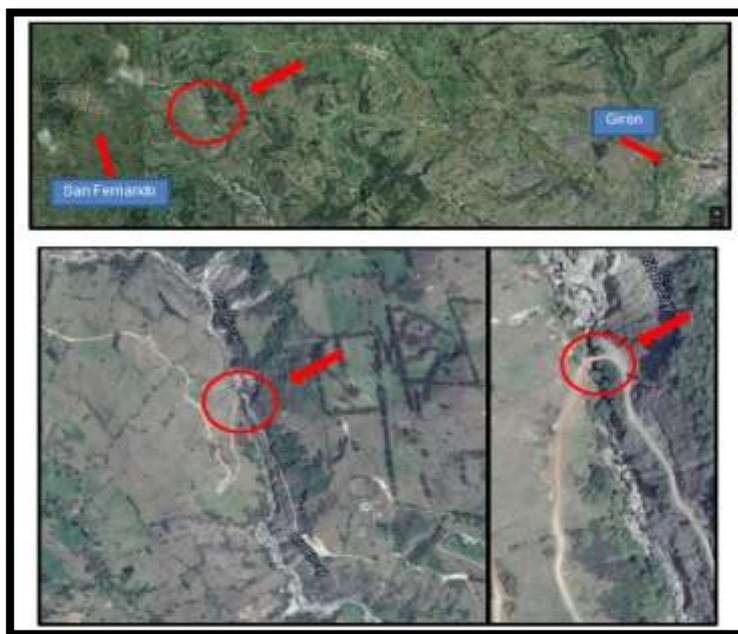


Imagen 1. Mapa de la Vista Satelital del lugar de emplazamiento del puente Rio Rircay
Fuente: Ortofoto Girón
Elaborado: El autor

2.2 ESTUDIO DE VÍAS

Nos indica el grado e importancia para la construcción del puente, es necesario conocer el tipo de vía, capacidad de la vía, cuales son los vehículos que tienen mayor frecuencia de tránsito, se debe definir la geometría de la vía, la cota de entrada y salida al puente.

Determinar accesos e intersecciones cercanas al puente, que pueden influir directamente en el volumen y velocidad del tráfico, es posible que estos parámetros afecten a la geometría del puente, ya sea por curvatura en planta, cotas de entrada y salida, así como el galibo necesario.

Para la determinación del tráfico en la zona, se procedió a realizar encuestas de tipo verbal a los moradores del sector y debido al índice poblacional de la parroquia valía una encuesta escrita para determinar el volumen de tráfico por esta vía, obteniendo como resultado un promedio de **150** vehículos por día.

Con los resultados de la encuesta y con un conteo realizado tres días entre la semana laboral, por ser donde se genera el mayor número de vehículos. Este conteo tuvo como resultados valores moderados para ser considerado netamente de unión entre zonas y como alternativa de paso al sector denominado La Peña.

Este puente va a facilitar el traslado de personas, de productos agrícolas y ganadero así como de la afluencia vehicular, todos estos factores debido al crecimiento poblacional que se da en la zona, por esta razón esta construcción se estima que en el futuro tenga una mayor afluencia de vehículos.

Se obtuvo datos importantes como la área levantada de 3815.52 m², cotas de del eje de la vía que están dentro un valores de 2452.47 y 2459.27, como se ve en la siguiente imagen del perfil.

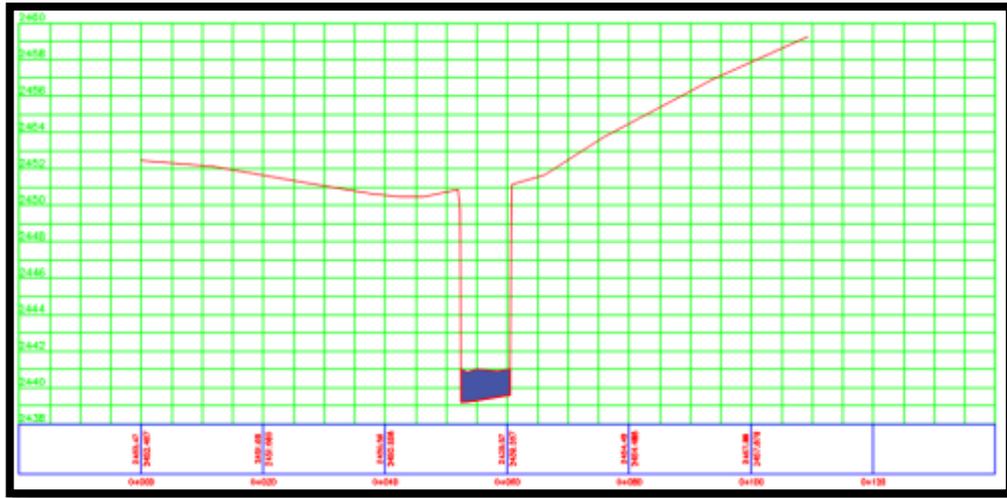


Imagen 2. Perfil Topográfico del eje de la vía, puente Rio Rircay
Fuente: archivo Rircay .dwg - Civil Cad 3d
Elaborado: El autor

2.2.1 DISEÑO GEOMÉTRICO

Es el proceso de correlacionar los elementos físicos de la vía con las condiciones de operación de los vehículos y las características del terreno. La razón es que esos elementos físicos se representan por su geometría, como sucede con los alineamientos horizontal y vertical, las secciones transversales, las distancias de visibilidad, etc.

En el diseño geométrico de una vía, es necesario establecer las relaciones posibles entre la vía en potencia, el vehículo y el conductor, que son los tres elementos que intervienen en la operación de transportar.

Al relacionar la vía con el vehículo es necesario tener en cuenta las características de éste, tanto de construcción como de funcionamiento; se debe considerar sus dimensiones, para lograr que el puente lo acomode bien en todos sus sentidos y sus especificaciones de operación, especialmente la velocidad que pueda alcanzar al ingresar al puente, para hacer que la vía se adapte bien a toda la gama de condiciones de funcionamiento que se presenten al circular los vehículos por ella.

2.2.2 CRITERIOS DE DISEÑO HORIZONTAL

El eje de una vía está constituido, tanto en el sentido horizontal como en el sentido vertical, el alineamiento horizontal es la representación en planta del eje de la vía y está constituido por rectas o alineamientos rectos que se conectan entre sí generalmente por medio de curvas circulares que proporcionan el correspondiente cambio de dirección que mejor se acomode al correcto funcionamiento de la vía. Estas curvas deben ser fáciles de localizar en el terreno.

2.2.2.1 Normas para el diseño horizontal

- No es recomendable ubicarlo en curva, si se ubica en curva debe tener un radio amplio.
- No debe tener punto de tangencia dentro de la longitud del puente.
- No ubicar el puente en una curva pronunciada del río.
- Ubicar el puente distante de elementos que alteren sustancialmente el régimen hidráulico o si toca ubicarlos cerca ponerlos aguas arriba de estos elementos distorsionadores del régimen de agua.
- Cuando se coloque un puente cerca de la desembocadura de un afluente no se debe ubicar cerca de la desembocadura.

2.2.3 CRITERIOS DEL DISEÑO VERTICAL

- El puente debe tener una sola tangente (no ubicar en una curva vertical).
- Tener una pendiente longitudinal máxima del 30%.
- Tener una pendiente transversal de 1-2%.

2.2.3.1 Pendiente

Las pendientes del eje de la carretera pueden producir variaciones en la velocidad de operación de los vehículos. Si la pendiente es cero el tramo es horizontal no afecta la velocidad; si es negativa, es decir que baja en el sentido del abscisado, los conductores tienen que reducir la velocidad; y si es positiva, o sea que sube en el sentido considerado, la componente del peso del vehículo paralela a la superficie de la vía se opone a la fuerza de tracción, lo cual hace que los vehículos pesados reduzcan su velocidad y que esa reducción sea tanto más rápida cuanto mayor sea la pendiente de la carretera.

Por la razón anterior se debe, por una parte, evitar las pendientes muy altas y por otra cuando estas se presenten, limitar su longitud. En esta forma se busca mantener constante la velocidad de operación para la cual se diseñó la vía, lo cual se ha tratado de lograr también al hacer el diseño horizontal. En las carreteras de alta velocidad es conveniente que las pendientes no pasen de un 3%, que es el valor más favorable económicamente.

2.2.3.2 Curvas verticales

Son utilizadas para enlazar dos tramos con pendientes constantes determinadas, el objetivo es suavizar la transición de una pendiente a otra, al producirse el movimiento vertical de los vehículos, además son un aporte a mejorar la apariencia de la vía, así tenemos curvas verticales simétricas y curvas verticales asimétricas.

2.3 EMPLAZAMIENTO DEL PUENTE

La ubicación del puente debe de estar sujeta al trazado de la vía tanto horizontal como vertical y alineado con respecto al eje de la vía, tales como se mencionó en los subtemas 1.2.2 y 1.2.3; y a las necesidades geométricas de operación con las restricciones económicas, así como a las necesidades obligadas del sitio y la zona.

Para la buena localización de un puente se debe tener en cuenta las siguientes alternativas:

- El tipo de terreno.
- El alineamiento de la vía.
- La rasante.
- Facilidades de construcción y conservación de la vía.
- El aspecto estético.
- Alineamiento y sección hidráulica en el cruce de corrientes de agua.

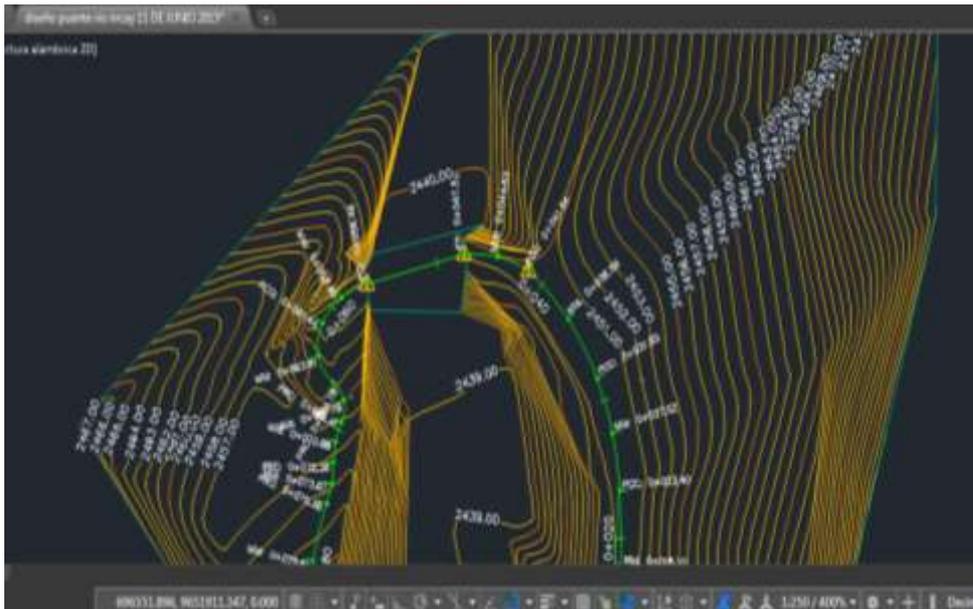


Imagen 2. Plano Levantamiento Topográfico del puente Rio Rircay
Fuente: archivo Rircay .dwg - Civil Cad 3d
Elaborado: El autor

CAPÍTULO 3.- ESTUDIO HIDROLÓGICO – HIDRÁULICO

3.1 INTRODUCCIÓN

El estudio hidrológico – hidráulico es parte fundamental de los estudios previos a la realización del diseño de un puente, ya que a través de éste podemos determinar los niveles de máxima creciente, los niveles normales de flujo, y los niveles mínimos de aguas o estiaje. Es necesario que éste estudio incluya los caudales esperados de acuerdo a las distintas épocas del año, estadísticas de velocidades, inundaciones, descargas, etc.

3.2 GENERALIDADES

Para la elaboración del diseño estructural del puente sobre el río Rircay, que une los poblados de San Martín Chico y San Fernando, ubicado en la provincia del Azuay, y como parte de las consideraciones particulares de diseño, es necesario realizar el análisis de los parámetros hidrológicos – hidráulicos del cauce.

La realización de éste estudio comprende la evaluación de la zona de emplazamiento del proyecto y del área de influencia, que son básicos para determinar el riesgo de la estabilidad de la estructura, para definir los criterios de diseño y para establecer las dimensiones del puente.

Los resultados del estudio Hidrológico – hidráulico son necesarios e ineludibles para poder determinar la luz del puente, el gálibo del mismo, y por tanto precisar la ubicación de la estructura.

3.3 ALCANCE Y OBJETIVOS

El presente informe corresponde a la ejecución del estudio hidrológico – hidráulico del proyecto del puente sobre el río Rircay en el sector de San Martín Chico, y debe cumplir con los siguientes objetivos:

- Analizar las condiciones hidrometeorológicas del sector en el cual se encuentra emplazado el proyecto.
- Determinar los caudales máximos y de estiaje y los correspondientes niveles de agua en cauce en la zona de cruce.
- Analizar la posible sedimentación o socavación del cauce y su perfil hipotético.
- Definir la luz necesaria de la estructura a proyectar.
- Definir el gálibo necesario de la obra proyectada.
- Analizar la necesidad de diseñar obras de protección.

3.4 INFORMACIÓN BÁSICA Y METODOLOGÍA DE ESTUDIO

Para la realización del estudio se obtuvo la información de planos y documentos elaborados por el Instituto Geográfico Militar (IGM) y el Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología del Ecuador (INAMHI). (6)
De estas fuentes se obtuvo la siguiente información:

- Datos hidrometeorológicos generales.
- Mapa de isohietas de precipitaciones del Ecuador.
- Cartas topográficas del IGM, escala 1:50.000, Girón 50k.
- Levantamiento topográfico 1:1000 de la zona del proyecto.

La elaboración de éste estudio ha requerido inicialmente la recopilación de información necesaria, tanto cartográfica como meteorológica, a partir de la cual se obtienen datos indispensables para la determinación de los caudales máximos.

Adicionalmente se ha obtenido información de campo, proporcionada por el Ministerio de Obras Públicas, sobre la morfología fluvial, topografía, características superficiales de la cuenca, vegetación, vestigios de crecientes máximas y niveles máximos de agua alcanzados por el río en crecientes extraordinarias.

Posteriormente, se ha realizado un procesamiento de la información pluviométrica obtenida del INAMHI, y se ha determinado la intensidad máxima de lluvias de registros históricos. Calculando el tiempo de concentración de la cuenca, se determina la intensidad de diseño; y con la información obtenida, se determina un coeficiente de escorrentía promedio de la cuenca.

El área de la cuenca se define a partir de las cartas topográficas, y aplicando el Método Racional, la fórmula de Gómez del INERHI, que se utilizó en este estudio para calcular el caudal de diseño considerando un período de retorno de 50 años.

De los valores obtenidos y usando la información de campo se escoge el caudal que técnicamente se acerque más a la realidad y por tanto sea aplicable al proyecto.

Una vez obtenido el caudal máximo que más adelante se presenta su cálculo, tiene un valor de 394.64 m³/seg, y conocida la topografía del sitio del cruce del puente, se determina por medio de ecuaciones de hidráulica, el nivel de máxima creciente. De manera similar en función de la pendiente del cauce, se analiza el régimen de flujo y se determina en función del material del cauce, posibles problemas de erosión o sedimentación de material. Los resultados de estos parámetros de análisis permiten emitir conclusiones y recomendaciones correspondientes a la luz del puente, gálibo, niveles de máxima creciente y estiaje, y la posibilidad de requerir obras de protección.

3.5 HIDROLOGÍA

El estudio hidrológico tiene la finalidad de analizar y seleccionar un evento de diseño, es decir a partir de la información pluviométrica y las características de las lluvias de la zona, se ha determinado la intensidad de la lluvia y la duración crítica para la cuenca hidrológica del proyecto. Se ha considerado como válida la información de la estación meteorológica M0419, ubicada en las coordenadas Latitud 3° 9' 14" S y Longitud 79° 8' 58" W y una altura de 2130 msnm, por ser la más cercana al sitio en donde se origina el río Rircay. Así también se ha utilizado la zonificación propuesta por el INAMHI y las ecuaciones para la zona correspondiente al proyecto.

3.5.1 CUENCA HIDROLÓGICA

Según el tipo de salida esta cuenca se la conoce como de tipo exorreica, debido a que tiene su desembocadura hacia una corriente más grande que es el río Jubones. Entre sus principales características se puede notar su mayor dimensión en el sentido oeste – este, y su topografía correspondiente a quebradas que salen de los sistemas montañosos.

En suelo superficial está formado por suelo orgánico y coluvial con matriz limosa. La cubierta vegetal está principalmente compuesta por bosque natural intervenido.

3.5.1.1 ÁREA DE LA CUENCA

Uno de los valores necesarios para el cálculo de caudales, es el área de la cuenca, para lo cual se la ha delimitado por todas las divisorias de aguas hasta encontrarse con el sitio de implantación del puente proyectado y se ha determinado la magnitud de la misma, llegando a ocupar un área de 436162 Ha aproximadamente.

A continuación se muestra el gráfico del INAMHI de la zonificación de intensidades en el país, y se demarca la zona de inicio del río Rircay en donde se puede establecer que éste se encuentra en la zona 11.

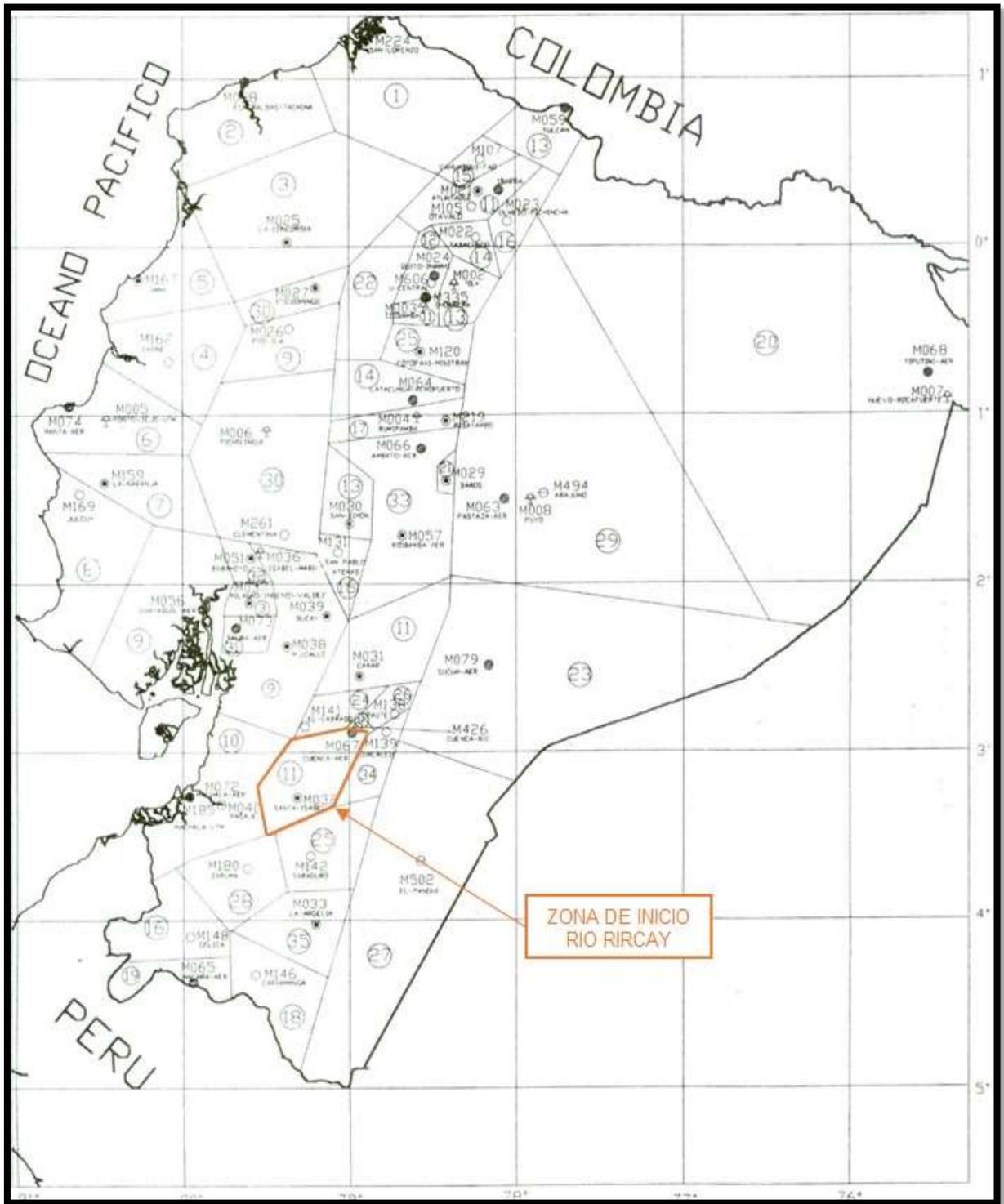


Imagen 3. Mapa de Zonificación de Ecuador
Fuente: Archivos INAMHI
Elaborado: El autor

3.5.1.2 TIEMPO DE CONCENTRACIÓN

Analizada las dimensiones de la cuenca, su topografía y el tipo de material de la superficie se ha determinado el tiempo de concentración de la cuenca hidrológica, a través de la información obtenida de mapa hidrológico y anuarios que maneja el INAMHI que se utiliza para cuantificar el caudal máximo esperado en la zona del puente.

Para la determinación del tiempo de concentración se ha utilizado la fórmula de Témez y la de Kirpich, y se obtuvo los siguientes valores:

CÁLCULO DEL TIEMPO DE CONCENTRACIÓN

- POR TÉMEZ**

$$T_c = 0.3 \left(\frac{L}{S_o^{0.25}} \right)^{0.75} \quad (3.1)$$

Donde:

T_c = Tiempo de concentración en horas.

L = Longitud del cauce principal en Km.

S_o = Diferencia de cotas entre el punto más alto y el sitio de interés del cauce, sobre la longitud del cauce en %.

L (km)	h ₁	h ₂	S _o	T _c (horas)	T _c (min)
21	4000	2439	0.317833	1.5725	94.3499

- POR KIRPICH**

$$T_c = 0.0195 \left(\frac{L^3}{H} \right)^{0.385} \quad (3.2)$$

Donde:

T_c = Tiempo de concentración en horas.

L = Longitud del cauce más largo en Km.

H = El desnivel entre el extremo de la cuenca y el punto de descarga.

L (km)	h ₁	h ₂	H	T _c (horas)	T _c (min)
21	4000	2439	1561	1.88186	112.911

T _c (Témez)	T _c (Kirpich)	T _c promedio
94.35 min.	112.91 min.	103.63 min.

Por lo tanto, para la determinación de la intensidad de lluvia sobre la cuenca, se utilizará el tiempo de concentración promedio en los dos primeros métodos analizados, mientras que para los Hidrogramas Unitarios Sintéticos partimos únicamente del tiempo de concentración para la determinación de los tiempos necesarios para el análisis.

3.5.1.3 ESCORRENTÍA

El coeficiente de escorrentía es un factor de gran importancia en el estudio hidrológico ya que representa la cantidad de agua que no se infiltra y pasa a formar parte de los caudales de los ríos. Está influenciado por condiciones como la intensidad de las precipitaciones, las obras hidráulicas construidas en la cuenca y la precipitación antecedente. La utilización de un adecuado coeficiente es primordial en la determinación del caudal de una cuenca hidrográfica.

La escorrentía representa el porcentaje de lluvia que se convierte en escurrimiento superficial y depende de las características del terreno, uso y manejo del suelo, condiciones de infiltración, etc.

Se necesita un criterio técnico adecuado y experiencia para seleccionar un valor representativo, la elección del

coeficiente de escorrentía para su utilización en el Método de la Fórmula Racional se aborda con la ayuda de los factores de relieve, infiltración, cobertura vegetal y almacenamiento de agua de la cuenca, recomendados por el Estado de California en la versión de 1995, similares a los incluidos en las instrucciones de España y son los adoptados para el diseño de carreteras MTOP, mientras que el método propuesto por Chow utilizará un número N de escorrentía, cuyo valor depende del tipo del suelo, la cobertura vegetal, la pendiente del terreno y la precipitación antecedente.

En la siguiente tabla se muestran la descripción de las condiciones y los valores recomendados por el MTOP para la determinación del coeficiente de escorrentía de acuerdo a los factores mencionados en el párrafo anterior.

COEFICIENTE DE ESCORRENTIA C						
COBERTURA VEGETAL	TIPO DE SUELO	PENDIENTE DEL TERRENO				
		PRONUNCIADA	ALTA	MEDIA	SUAVE	DESPRECIABLE
		< 50%	< 20%	< 5%	< 1%	> 1%
SIN VEGETACION	IMPERMIABLE	0.80	0.75	0.70	0.65	0.60
	SEMIPERMIABLE	0.70	0.65	0.60	0.55	0.50
	PERMIABLE	0.50	0.45	0.40	0.35	0.30
CULTIVOS	IMPERMIABLE	0.70	0.65	0.60	0.55	0.50
	SEMIPERMIABLE	0.60	0.55	0.50	0.45	0.40
	PERMIABLE	0.40	0.35	0.30	0.25	0.20
PASTOS VEGETACION LIGERA	IMPERMIABLE	0.65	0.60	0.55	0.50	0.45
	SEMIPERMIABLE	0.55	0.50	0.45	0.40	0.35
	PERMIABLE	0.35	0.30	0.25	0.20	0.15
HIERBA, GRAMA	IMPERMIABLE	0.60	0.55	0.50	0.45	0.40
	SEMIPERMIABLE	0.50	0.45	0.40	0.35	0.30
	PERMIABLE	0.30	0.25	0.20	0.15	0.10
BOSQUES DENSA VEGETACION	IMPERMIABLE	0.55	0.50	0.45	0.40	0.35
	SEMIPERMIABLE	0.45	0.40	0.35	0.30	0.25
	PERMIABLE	0.25	0.20	0.15	0.10	0.05

Cuadro 8. Coeficiente de Escorrentía C

Fuente: INAMHI

Elaborado: El autor

La tabla a continuación muestra los valores recomendados para la elección del número N de escurrimiento.

USOS DE LA TIERRA Y COBERTURA	TRATAMIENTO DEL SUELO	PENDIENTE DEL TERRENO EN %	TIPO DE SUELO			
			A	B	C	D
Sin cultivo	Surcos rectos	--	77	86	91	94
Cultivo en surco	Surcos rectos	> = 1	72	81	88	91
	Surcos rectos	> = 1	67	78	85	89
	Contorneo	> = 1	70	79	84	88
	Contorneo	> = 1	65	75	82	86
	Terrazas	> = 1	66	74	80	82
	Terrazas	> = 1	62	71	78	81
Cereales	Surcos rectos	> = 1	65	76	84	88
	Surcos rectos	> = 1	63	75	83	87
	Contorneo	> = 1	63	74	82	85
	Contorneo	> = 1	61	73	81	84
	Terrazas	> = 1	61	72	79	82
	Terrazas	> = 1	59	70	78	81
Leguminosas o praderas con rotacion	Surcos rectos	> = 1	66	77	85	89
	Surcos rectos	> = 1	58	72	81	85
	Contorneo	> = 1	64	75	83	85
	Contorneo	> = 1	55	69	78	83
	Terrazas	> = 1	63	73	80	83
	Terrazas	> = 1	51	67	76	80
Pastizales	-----	> = 1	68	79	86	89
	-----	> = 1	39	61	74	80
	Contorneo	> = 1	47	67	81	88
	Contorneo	> = 1	6	35	70	79
Pradera permanente	-----	> = 1	30	58	71	78
Bosques naturales						
muy ralo	-----	--	56	75	86	91
Ralo	-----	--	46	68	78	84
Normal	-----	--	36	60	70	77
Espeso	-----	--	26	52	62	69
Muy espeso	-----	--	15	44	54	61
Camino						
De herradura	-----	--	72	82	87	89
Con superficie dura	-----	--	74	84	90	92

Cuadro 9. Elección del número N de escurrimiento
Fuente: INAMHI
Elaborado: El autor

Tipo de suelo	Textura del Suelo
A	Arenas con poco limo y arcilla
	Suelos muy permeables
B	Arenas muy finas y limos
C	Arenas muy finas, limos sueltos con alto contenido de arcilla
D	Arcillas en grandes cantidades; suelos poco profundos con subhorizontes de roca sana; suelos muy impermeables

Cuadro 10. Tipo de Suelo y su textura

Fuente: INAMHI

Elaborado: El autor

N	N con correccion A	N con correccion B
0	0	0
10	4	22
20	9	37
30	15	50
40	22	60
50	31	70
60	40	78
70	51	85
80	63	91
90	78	96
100	100	100

Cuadro 11. Elección del número N de escurrimiento con corrección A y B

Fuente: INAMHI

Elaborado: El autor

De acuerdo a los factores de cobertura vegetal considerada hierba, grama; tipo de suelo impermeable y con una pendiente menor al 20% de la zona analizada, se ha usado un coeficiente de escurrimiento de 0,55. El número de escurrimiento seleccionado N es de 84, considerando como camino de superficie dura.

3.5.2 ANÁLISIS PLUVIOMÉTRICO Y DETERMINACIÓN DE INTENSIDAD DE LLUVIA

La región ha sido históricamente de precipitaciones constantes, características de las estribaciones de la cordillera oriental ecuatoriana.

Tomando en cuenta la importancia del proyecto, los costos que implica el diseño y construcción de un puente y las molestias que causaría a los usuarios el corte de la vía por la falta del mismo, es importante considerar un período de retorno de 50 años para la determinación de la lluvia crítica para el proyecto, cumpliendo con las normas MTOP, para caminos de segundo orden.

3.5.2.1 INTENSIDAD DE LLUVIA

Para la determinación de la intensidad de precipitación se ha utilizado las ecuaciones representativas de la estación meteorológica M-0419, de la información pluviométrica nacional de intensidades del Estudio de Lluvias Intensas del INAMHI del año 1999.

Además de las ecuaciones de la estación M-0419, ha sido necesaria la utilización del gráfico de las isohietas de precipitación de todo el país.

Isolíneas de Intensidades de precipitación, para un periodo de retorno TR=50 años, en función de la máxima precipitación en 24 horas. (INAMHI)

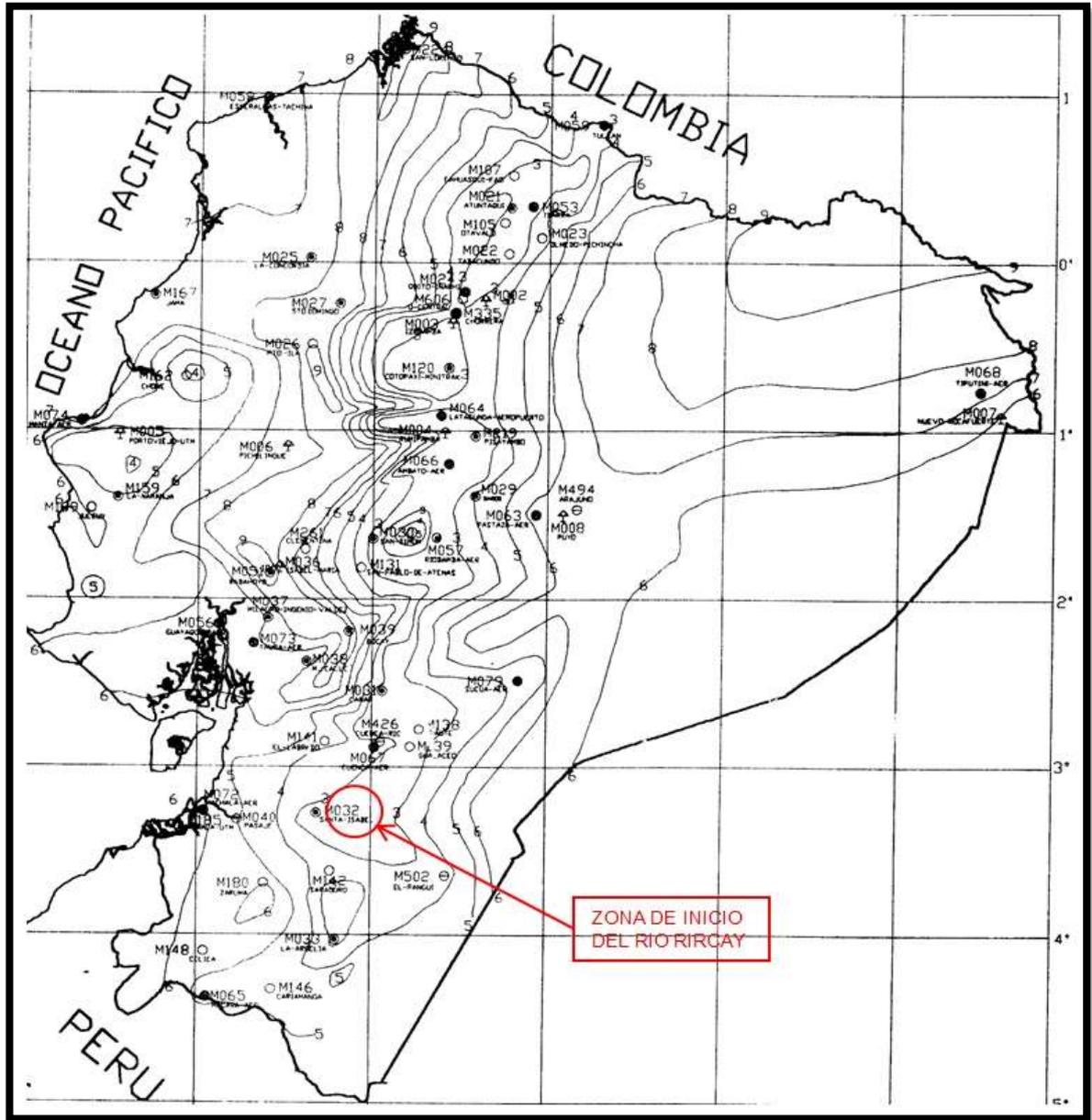


Imagen 4. Mapa de Isolíneas del Ecuador
Fuente: INAMHI
Elaborado: El autor

Ecuaciones representativas de la estación meteorológica M-032, para el cálculo de intensidad de lluvia.

$$I_{TR} = 121.82 * I_{d_{TR}} * t^{-0.4903}$$

Ecuación N° 1.- Para duraciones de lluvia entre 5 min. y 43 min.

$$I_{TR} = 473.1 * I_{d_{TR}} * t^{-0.8529} \tag{3.3}$$

Ecuación N° 1.- Para duraciones de lluvia entre 43 min. y 1440 min.

En este caso se tomará la duración de la lluvia igual al tiempo de concentración es decir 103.63 minutos, por lo que se utilizará la ecuación N° 2 para el cálculo de la intensidad.

CÁLCULO DE INTENSIDADES

I TR Ecuación estación M-032

Duración de la lluvia

T_C (min)	$I_{d_{TR}}$	I_{TR}
103.63	2.30	20.78

43 min y 1440 min.

I TR Ecuación Zona 11

Duración de la lluvia

T_C (min)	$I_{d_{TR}}$	I_{TR}
103.63	2.30	23.09

3 min y 1440 min.

La información de las formulas aplicadas y datos adicionales se presentan en el Anexo C.

3.5.3 DETERMINACIÓN DE CAUDALES DE DISEÑO EN EL SITIO DE IMPLANTACIÓN DEL PUENTE

- Método Racional

El método utilizado para determinar el caudal en el lugar del cruce del puente es el Método Racional, el mismo que se utiliza ampliamente para la determinación de caudales de diseño en carreteras y puentes, debido a su simplicidad y lógica. La fórmula característica del Método Racional es:

$$Q = \frac{C \cdot I \cdot A}{360} \quad (3.4)$$

Dónde:

Q = Caudal máximo a drenar en m³/seg.

A = Área del drenaje en Há.

C = Coeficiente de escorrentía.

I = Intensidad de la precipitación en mm/hora.

- Método de Gómez

El segundo método de cálculo es el propuesto por Gómez (INERHI), luego de observar y medir el comportamiento de 40 cuencas a lo largo del Ecuador. La fórmula propuesta luego del estudio realizado por el INERHI es la que se muestra a continuación:

$$Q = \frac{25 \cdot A}{(A+57)^{0.5}} * K \quad (3.5)$$

Dónde:

Q = Caudal máximo a drenar en m³/seg.

A = Área del drenaje en Km².

K = Coeficiente en función del período de retorno.

DETERMINACIÓN DE CAUDALES

Fórmula Racional

$$Q = \frac{C * I * A}{360} \quad (3.6)$$

Intensidad de lluvia (I reducida por dimensiones de la cuenca)

I = 20,78 mm/h

Área de la cuenca

A = 436162 Ha

Coefficiente de escorrentía

C = 0,55

Caudal

Q = 384.64 m³/s

Fórmula de Gómez

$$Q = \frac{25 * A}{(A + 57)^{0.5}} * K \quad (3.7)$$

Área de la cuenca

A = 436162 Ha

Coefficiente dep. período de retorno

K = 0,574

Caudal

Q = 94.76 m³/s

Tr (años)	1000	500	100	50	25
K	1	0.856	0.646	0.574	0.507

A continuación se presentan los resultados de los caudales de diseño obtenidos por los distintos métodos:

MÉTODO	RACIONAL	GOMEZ
CAUDAL m³/s	384.64	94.76

Al comparar los resultados obtenidos por los dos métodos y analizando ciertos aforos realizados por el INHAMI concluimos que el método Racional, está más cercano a la realidad tomándolo como el valor más desfavorable para continuar con el análisis hidráulico, por lo que el caudal usado para el cálculo hidráulico es 384.64 m³/s.

3.6 HIDRÁULICA DEL CAUCE

El estudio hidráulico tiene como objetivo calcular la profundidad de agua con la finalidad de fijar el nivel de la rasante del puente incluyendo el gálibo de seguridad apropiado, así como también analizar los procesos de socavación general y local en la zona de interés.

Las condiciones topográficas de la cuenca y concretamente la suave pendiente del cauce condicionan la velocidad de flujo de agua, haciéndola baja y dentro de un régimen subcrítico, tanto para las condiciones normales de flujo como para crecidas de diseño. Para simplificar la determinación de variables hidráulicas, se considerará que el flujo es uniforme y que los efectos dinámicos de la creciente no son considerables. Bajo estas suposiciones se aplicará la fórmula de flujo en canales abiertos de Manning, para la determinación del calado y la velocidad en la sección en estudio, a partir del caudal de diseño obtenido anteriormente.

3.6.1 DETERMINACIÓN DE LA PROFUNDIDAD DE FLUJO A PARTIR DE LA FÓRMULA DE MANNING

La ecuación de Manning es válida para flujos uniformes de equilibrio y flujos turbulentos completamente rugosos.

$$Q = \frac{1}{n} * R_h^{2/3} * A * i^{1/2} \quad (3.8)$$

Dónde:

Q = Caudal m³/s.

n = Coeficiente de rugosidad de Manning.

R_h = Radio hidráulico en m.

A = Área de la sección hidráulica en m².

i = Pendiente del cauce m/m.

3.6.1.1 GEOMETRÍA Y PENDIENTE DEL CAUCE

La geometría de la sección del cauce en las proximidades del puente, según lo que se aprecia en la topografía, es semejante a una sección rectangular en la parte inferior por lo que se asume como tal, para la aplicación de la fórmula de Manning. Por otro lado la pendiente del cauce ha sido medida del perfil longitudinal del fondo del cauce del levantamiento topográfico, y resulta una pendiente en la zona de implantación del puente de 0,0245 m/m.

3.6.1.2 CÁLCULO DEL COEFICIENTE DE RUGOSIDAD

Para la determinación del coeficiente de rugosidad se evalúan varios parámetros de la superficie del cauce.

Valoración del coeficiente de rugosidad de Manning en función de las condiciones del canal

Coeficiente de rugosidad de Manning	
TIPO DE CANAL	COEFICIENTE (n)
Cauces Naturales	
Ríos de meseta rectos y sin orillas	0.03
Ríos de meseta con curvas, piedras y vegetación anterior con ollas y maleza	0.04
Ríos de montaña	0.07
	0.04

Cuadro 12. Valoración del coeficiente de rugosidad de Manning en función de las condiciones del canal

Fuente: INAMHI

Elaborado: El autor

Aplicando la valoración de la tabla descrita anteriormente, se ha llegado a determinar que el coeficiente de rugosidad de Manning es n = 0,070.

3.6.2 NIVEL DE MÁXIMA CRECIENTE (NMC) Y NIVEL NORMAL DE ESTIAJE (NNE)

Determinación del nivel de máxima creciente

Formula de Manning			
Sección Rectangular			
Caudal del canal	Q =	384.64	m ³ /s
Ancho del canal	b =	26.00	m
Coef. De Manning	n =	0.07	
Pendiente del canal	i =	0.02	decimales
Profundidad de flujo	y =	6.02	m
Perímetro mojado		38.03	m
Área de sección transversal		156.45	m ²
Radio Hidráulico		4.11	m
Velocidad de flujo		5.50	m/seg
Numero de Froud		0.72	
Tipo de flujo		subcritico	
Cota fondo del cauce		1435.08	
NMC		1441.10	

Cuadro 13. Datos para Determinación del nivel de máxima creciente
Fuente: INAMHI
Elaborado: El autor

Con los valores anotados y aplicando la fórmula de Manning, se obtiene que el tirante máximo esperado para un periodo de retorno de 50 años, será 2.58 m.

Como se dijo en los párrafos anteriores, para la determinación de la máxima creciente del río Rircay, se asumió en función de la topografía una forma rectangular del cauce, por lo que el valor obtenido se encuentra del lado de la seguridad.

Una vez determinado el tirante máximo esperado, se calcula el nivel de máxima creciente sumando este valor a la cota del fondo del cauce en este lugar, lo que da como resultado una cota de máxima creciente de 2441,19 msnm.

En lo que tiene que ver con el nivel normal de estiaje, del levantamiento topográfico se desprende que la cota de NNE es 2433.52 msnm.

3.7 ANÁLISIS DE SOCAVACIÓN

La socavación es la erosión que sufre el suelo adyacente a las pilas y estribos debido a las turbulencias de agua que choca contra esos elementos. Este factor depende de la velocidad del agua, del tipo de suelo, de la forma y ubicación de las pilas; y es un fenómeno acumulativo en el tiempo.

Es importante el estudio de socavación para garantizar la estabilidad de la estructura, debido a que un gran porcentaje de puentes fallan por erosión de la cimentación. La erosión es una combinación de procesos, unos a largo plazo y otros transitorios como son las avenidas, siendo estos últimos los más comunes y críticos.

3.7.1 SOCAVACIÓN GENERAL (Método de Lischtván – Lebediev)

Para la determinación de la erosión general, se ha utilizado el método de Lischtván – Lebediev. Es importante anotar que la valoración de la magnitud de la erosión correspondiente a una avenida es muy compleja y responde a las teorías de transporte de sólidos, no comprendidos en su totalidad, por lo que debemos hablar de una estimación, a partir de observaciones y fórmulas empíricas.

$$Y_s = \left[\frac{\alpha * y_0^{5/3}}{0.68 * \beta * D_m^{0.28}} \right]^{1/x} \quad (3.9)$$

En donde:

Y_s = Tirante después de la erosión en m.

α = Coeficiente en función de la pendiente longitudinal y rugosidad del cauce.

y_0 = Tirante de agua antes de la erosión en m.

β = Coeficiente en función del periodo de retorno de la avenida.

D_m = Diámetro medio del material del fondo del cauce en mm.

x = Coeficiente en función del diámetro medio.

Lo que en el presente estudio se ha determinado es la llamada erosión potencial; es decir, buscar la cota máxima hipotética de socavación, por lo que estaremos siempre hablando de una cifra del lado de la seguridad. Los principales valores de entrada para el cálculo son los siguientes:

- Material granular en el fondo del cauce.
- Tamaño medio del material del cauce, $D_m = 50$ mm.

El tamaño medio del material del cauce se lo tomo en base a los registros de perforación, teniéndose una combinación de suelo cohesivo con suelo granular; es por esto, que el valor medio tomado es relativamente menor al que se podría encontrar en el cauce.

3.7.2 SOCAVACIÓN LOCALIZADA

Debido a que las columnas inclinadas y las losas de cimentación del puente se encuentran fuera del alcance de la acción del agua y que no hay pilas intermedias, no existe la posibilidad de que se produzca socavación localizada y por lo tanto no es necesario calcularla.

CAPÍTULO 4 ESTUDIOS DE SUELO Y CIMENTACIÓN

4.1 INTRODUCCIÓN

Los estudios de suelos tienen como finalidad determinar los parámetros necesarios para el diseño de la cimentación, los mismos que se establecen con la realización de trabajos de campo y los respectivos ensayos de laboratorio.

Con estos estudios se determina la capacidad portante del suelo de cimentación, el nivel freático, la profundidad de cimentación, el tipo de suelo y los asentamientos admisibles.

En los estudios geológicos se determinan las cercanías de las fallas geológicas.

Se establece ubicaciones y datos para realizar el reconocimiento del suelo, siendo estas determinadas para la inspección de un futuro estudio, en donde se obtendrá y seleccionará las muestras de los materiales. Se elaboran la interpretación de los resultados de la exploración y del laboratorio, además se plantea un perfil estratigráfico, con la ayuda de las cartas geológicas (Centro nacional de Geología).

Con los datos preliminares anteriores se determina el tipo y luz del puente, el tipo y profundidad de cimentación, etapas de la construcción y condiciones para el diseño, así también se consideraron las condiciones del tiempo y de corrosión ambiental, la cantidad y calidad del agua, piedras para mamposterías y calidad de los agregados, así como los lugares de abastecimiento de materiales de construcción, los costos y distancias a la obra.

Para el proyecto donde se va a emplazar el puente se debe considerar el suelo granular con el ángulo de fricción y su capacidad portante admisible.

4.2 TOMA DE MUESTRAS

Los estudios comprenderán:

- Ensayos de campo en suelos y rocas.
- Ensayos de laboratorio en muestras de suelo y/o roca extraídas de la zona.
- Descripción de las condiciones del suelo, estratigrafía e identificación de los estratos de suelo o base rocosa.
- Definición de tipos y profundidades de cimentación, adecuados, así como parámetros geotécnicos preliminares para el diseño del puente a nivel de anteproyecto.

Una vez obtenidos los resultados de los estudios antes mencionados se procede al cálculo de la capacidad de carga admisible del suelo de cimentación aplicando el método que mejor se ajuste a las características del suelo.

4.3 PROPIEDADES FÍSICAS DEL SUELO

La capacidad de soporte de zapatas superficiales es calculada por el método de superposición, Terzaghi (1943), en el cual se suma las contribuciones a la capacidad de soporte de los diferentes parámetros del suelo y de la carga. Son formuladas a través de tres factores de capacidad de carga, N_c , N_γ y N_q , que permiten incorporar los efectos debidos a la cohesión del suelo c , al peso unitario del suelo γ , y a la carga distribuida equivalente, q , actuando al nivel del suelo de fundación, respectivamente.

Estos parámetros de carga son todos en función del ángulo de fricción interna ϕ

Los factores de capacidad de carga para la aplicación de la teoría de Terzaghi se obtienen aplicando las siguientes expresiones:

- -

$$N_c = 2 \left(N\phi^{\frac{1}{2}} + N\phi^{\frac{3}{2}} \right) \quad (4.1)$$

$$N_\gamma = \frac{1}{2} \left(N\phi^{\frac{5}{2}} - N\phi^{\frac{1}{2}} \right) \quad (4.2)$$

$$N_q = N\phi^2 \quad (4.3)$$

$$N_\phi = \frac{(1 + \sin \phi)}{(1 - \sin \phi)} \quad (4.4)$$

4.4 ANÁLISIS DE LA GEOLOGÍA REGIONAL Y LOCAL

- Geología del suelo:

Predominante de depósitos coluviales, con fuerte presencia de la formación Azogues en las estribaciones orientales y accidentales de la cuenca. Afloramiento de la Formación Loyola en la parte baja media. La descripción de las formaciones geológicas se presenta en el anexo D.

Se procedió a realizar el estudio de mecánica de suelos que corresponde al Estudio Geotécnico, del lugar de emplazamiento de la obra de “diseño del puente sobre el río “Rircay”, ubicado en la parroquia San Gerardo, con el propósito de establecer la estratigrafía, composición del subsuelo y la capacidad de carga admisible que servirán de soporte a la infraestructura a diseñarse, el predio se encuentra ubicado en las siguientes coordenadas UTM según WG84 696601.070 **E**; 9651930.230 **N**.

El terreno en estudio se extiende en una zona que morfológicamente es irregular, el mismo que contiene el cauce de una quebrada que ha sido formada por la socavación de las corrientes de agua.

En la muestra tomada se obtiene el muestreo de materiales con la medida del perfil estratigráfico puntual, como resultado de las pruebas de laboratorio tenemos dentro de la clasificación AASHTO un suelo **Arena Fina A3, materiales granulares**, y en la clasificación S.U.G.S. un suelo **SM, Arenas limosas, mezcla de arena y fino**.

4.4.1 INVESTIGACIÓN DE CAMPO

La investigación de las condiciones del subsuelo en el sitio del proyecto se efectuó a través de las excavaciones de pozo a cielo abierto y mediante la obtención de muestras “alteradas” representativas de la estratigrafía de la subrasante.

Se efectuaron varios recorridos al área del proyecto con la finalidad de identificar posibles zonas inestables, dando atención preferencial a las áreas donde se podrían presentar hundimientos y/o afloramientos de aguas por infiltración, se realizó toma de datos y análisis de posibles causas que pudieran desencadenar fenómenos de inestabilidades.

4.4.2 PERFIL ESTRATIGRÁFICO

4.4.2.1 Calicata estribo derecho

En la distribución de formaciones se presenta una capa vegetal de apenas 20 cm de espesor, con una apariencia seca, bajo la misma se encuentra un estrato constituido por limos inorgánicos de baja compresibilidad. Su compacidad varía de suelta para los niveles superficiales a densa y color negro por debajo de los 4m. de profundidad aumentando conforme se profundice el estrato.

4.4.2.2 Calicata estribo izquierdo

Se presenta una distribución estratigráfica muy similar a la del estribo derecho con las mismas condiciones de suelo un material constituido por limos de baja compresibilidad, ya que la distancia entre los ambos lados de la quebrada en donde se apoyan las pantallas, no son muy distantes y no representa un cambio considerable en el tipo y estrato del suelo.

4.4.3 INVESTIGACIÓN DE LABORATORIO

Luego en oficina con las muestras en el laboratorio se procedió con la recopilación y análisis de la documentación disponible para las pruebas experimentales normalizadas para determinar las propiedades físico-mecánicas del suelo.

Los ensayos realizados para el estudio son:

- Contenido de humedad natural

La humedad es una característica particular de una determina muestra de suelo, en donde se indica el peso de agua contenido en la muestra. La humedad de un suelo es variable ya que depende de las condiciones atmosféricas, de toma de muestra y el transporte.

- Clasificación del suelo

Para la clasificación del suelo, se realiza mediante el análisis granulométrico es un proceso mecánico con una serie de tamices superpuesto en orden descendente del grado de apertura del cuadro de la malla, siendo el tamiz de mayor apertura el de 101,6 mm hasta un tamiz de apertura de cuadro de 0,038 mm (tamiz # 400).

- Límite líquido

El método se realiza en laboratorio, para la determinación del límite líquido es el ensayo de la cuchara de Casagrande el cual corresponde a la norma AASHTO T-89, en donde una porción del suelo analizado que pase el tamiz No. 40 mezclado con agua, capaz de ser moldeada, se deposita en la cuchara de Casagrande, a esta mezcla se la distribuye de manera uniforme sobre la cuchara y se la secciona de forma que obtenemos una zanja uniforme de 3 mm en su base, se golpea consecutivamente contra la base de la máquina, haciendo girar la manivela hasta que la zanja se cierre en una longitud de 1/2 pulgada. Para que la muestra sea válida, la zanja se debe cerrar en la longitud indicada a los 25 golpes consecutivos si esto se da la muestra corresponde al límite líquido. En este estudio no se realizó este ensayo ya que se trata de un suelo N.P. según lo analizado en el laboratorio.

- Límite plástico

Determina el porcentaje de humedad de un suelo con respecto a su peso seco, pero este cuando un suelo pasa de un estado plástico a un estado semisólido y se rompe. El método consiste en moldear la mezcla una porción de suelo que pase el tamiz No. 40 con agua, en tiras uniformes de 1/8 de pulgada sin que estas se rompan, el momento que tengamos las tiras de suelo en las condiciones indicadas procedemos a pesarlas y a ingresarlas al horno a una temperatura de ± 105 grados centígrados durante 24 horas. En este estudio no se realizó este ensayo ya que se trata de un suelo N.P. según lo analizado en el laboratorio.

4.5 ANÁLISIS DE RIESGO

La capacidad de carga admisible en suelos granulares se obtiene a través del criterio de resistencia al corte y asentamiento.

La capacidad de carga admisible se obtiene con el criterio de carga límite, ésta se divide por un factor de seguridad, el cual depende del tipo de suelo y del grado de exactitud en la determinación de los parámetros para determinar la capacidad de carga admisible "qa" el factor de seguridad asumido para para el presente diseño es

de $F_s = 3$.

Ya que el suelo de cimentación en estudio se determinó como suelo granular, se aplica la fórmula de Terzaghi mencionada en el numeral 1.3.

Toda la información y los cálculos respectivos del estudio de suelos se encuentran en el anexo D.

4.6 ANÁLISIS DE ESTABILIDAD DE TALUDES

Evaluada la magnitud y distribución de todas las fuerzas que actúan sobre un muro de contención, se debe proceder al análisis de su estabilidad, la cual consiste en determinar la seguridad de la estructura respecto a los siguientes factores.

- Volcamiento
- Deslizamiento
- Asentamiento

4.6.1 ESTABILIDAD FRENTE AL VOLCAMIENTO

El vuelco es típico de estructuras cimentadas sobre terrenos cuya capacidad portante es mucho mayor que la necesaria para sostener la cimentación, de otra forma, antes de producirse el vuelco se provocaría el hundimiento del cimientto.

4.6.2 ESTABILIDAD FRENTE AL DESLIZAMIENTO

El contacto de la cimentación con el terreno puede estar sometido a tensiones de corte. Si éstas superan la resistencia de ese contacto se puede producir el deslizamiento entre ambos elementos, cimentación y terreno.

4.6.3 ESTABILIDAD FRENTE AL ASENTAMIENTO

Este fallo del terreno puede ocurrir cuando la carga actuante sobre el terreno, bajo algún elemento del cimientto, supera la carga de hundimiento.

Para el análisis de estabilidad el estribo diseñado se ha considerado dos condiciones:

- Considerando el efecto producido por el sismo.
- Debe ser adecuado su factor de seguridad, con respecto a la rotura por esfuerzo cortante. El asentamiento de la fundación debe ser tolerable y en particular el asentamiento diferencial no debe causar daño apreciable a las estructuras.

4.7 DISEÑO DE LA CIMENTACIÓN

Las cimentaciones tienen como misión transmitir al terreno las cargas que soporta la estructura del puente. De modo general se puede decir que existen dos tipos de cimentación según que principalmente vayan a soportar esfuerzos de compresión pura o que soporten, además, tensiones de tracción, esta consideración afecta al material que va a constituir la cimentación.

El primer caso se corresponde con estructuras sencillas basadas principalmente en muros de carga. Se pueden emplear las cimentaciones denominadas ciclópeas en las que se emplean sillares de piedra u hormigón en masa, sin armadura aunque se recomienda la inclusión de un armado mínimo en su cara inferior con objeto de absorber las tensiones producidas por distintos factores: atado, arriostramiento, asientos diferenciales,

defectos de hormigonado, etc. En el resto de los casos, que constituyen la mayoría, se emplea el hormigón armado. El sitio presenta valores de saturación semejante a 25% y una relación de vacíos del orden del 48%.

Con las muestras así obtenidas, se realizó un plan de ensayos de laboratorio, normados por las ASTM, siendo los utilizados los siguientes:

	VALORES OBTENIDOS DE LAS MUESTRAS		NORMA ASTM
	CALICATA 1	CALICATA 2	
Contenido de agua (%)	10.68	9.81	ASTM D-2216
Granulometría	valores anexo D.		ASTM D-422
Límite líquido	N.P.	N.P.	ASTM D-423
Límite plástico	N.P.	N.P.	ASTM D-424

Cuadro 14. Ensayos a realizarse normados por las ASTM.
Fuente: Normas ASTM
Elaborado: El autor

Todo el Desarrollo de los ensayos realizados se presenta en el Anexo D.

4.7.1 SELECCIÓN DE PARÁMETROS PARA CÁLCULOS.

Para la determinación de los parámetros a ser utilizados para el cálculo se basa en la siguiente tabla

ϕ	N_c	N_q	N_g		ϕ	N_c	N_q	N_g
0	5.7	1	0		26	27.09	14.21	9.84
1	6	1.1	0.01		27	29.24	15.9	11.6
2	6.3	1.22	0.04		28	31.61	17.81	13.7
3	6.62	1.35	0.06		29	34.24	19.98	16.18
4	6.97	1.49	0.1		30	37.16	22.46	19.13
5	7.34	1.64	0.14		31	40.41	25.28	22.65
6	7.73	1.81	0.2		32	44.04	28.52	26.87
7	8.15	2	0.27		33	48.09	32.23	31.94
8	8.6	2.21	0.35		34	52.64	36.5	38.04
9	9.09	2.44	0.44		35	57.75	41.44	45.41
10	9.61	2.69	0.56		36	63.53	47.16	54.36
11	10.16	2.98	0.69		37	70.01	53.8	65.27
12	10.76	3.29	0.85		38	77.5	61.55	78.61
13	11.41	3.63	1.04		39	85.97	70.61	95.03
14	12.11	4.02	1.26		40	95.66	81.27	115.31
15	12.86	4.45	1.52		41	106.81	93.85	140.51
16	13.68	4.92	1.82		42	119.67	108.75	171.99
17	14.6	5.45	2.18		43	134.58	126.5	211.56
18	15.12	6.04	2.59		44	151.95	147.74	261.6
19	16.56	6.7	3.07		45	172.28	173.28	325.34
20	17.69	7.44	3.64		46	196.22	204.19	407.11
21	18.92	8.26	4.31		47	224.55	241.8	512.84
22	20.27	9.19	5.09		48	258.28	287.85	650.67
23	21.75	10.23	6		49	298.71	344.63	831.99
24	23.36	11.4	7.08		50	347.5	415.14	1072.8
25	25.13	12.72	8.34					

Cuadro 15. Ensayos a realizarse normados por las ASTM.
Fuente: Normas ASTM
Elaborado: El autor

4.7.2 DETERMINACIÓN DE LA CAPACIDAD SOPORTANTE.

Para la determinación de la capacidad admisible se procedió a realizar mediante la Teoría de Terzaghi

Capacidad de Carga ultima

$$q_u = 1.3 * c * N_c + Gm * Df * N_q + 0.4 * Gm * B * N_g \quad (4.5)$$

Capacidad de Carga admisible

$$q_a = q_u / FS \quad (4.6)$$

Dónde:

c → cohesión del suelo

N_c → factor de cohesión

Gm → peso específico relativo

Df → profundidad de desplante

N_q → factor de sobrecarga

B → ancho de cimiento

N_g → factor de piso

El valor de la capacidad admisible para diferentes anchos de cimiento corregidos por la presencia de nivel freático serán los siguientes:

B =	2.000	2.500	3.000	3.500	4.000	4.500	5.000	5.500	6.000	m
qc =	72.090	73.903	75.716	77.529	79.341	81.154	82.967	84.780	86.592	Ton/m ²
qa =	24.030	24.634	25.239	25.843	26.447	27.051	27.656	28.260	28.864	Ton/m ²

Cuadro 16. Capacidad admisible del suelo

Fuente: Normas ASTM

Elaborado: El autor

La capacidad admisible para el diseño varía de un lugar a otro y en función del ancho del plinto, por lo cual se indicó en el Cuadro 8, de la capacidad admisible en función del ancho de la cimentación.

CAPÍTULO 5 DISEÑO ESTRUCTURAL

5.1 INTRODUCCIÓN

Para el cálculo estructural de la superestructura es importante mencionar algunos de los aspectos fundamentales que intervienen en el análisis como son:

Las cargas actuantes en los elementos, estados de carga, factores de mayoración para cargas, teorías de diseño, y procedimiento de cálculo basándose en normas y reglamentos.

La infraestructura es la disposición principal de un puente puesto que es la estructura que recibe toda la carga de peso muerto, vivo y de impacto. Su composición está formada por columnas inclinadas y zapatas de cimentación, estos dos elementos característicos del sistema aporticado.

Los condicionamientos externos de un puente predeterminan la geometría y disposición de cargas las que se deben absorber correctamente en los apoyos.

El apoyo al ser un tipo de zapata, tendrá su armadura en los dos sentidos de cálculo longitudinal y transversal, utilizando las fuerzas de empuje por el método de Rankine y el peso propio de la misma.

5.2 CRITERIOS DE DISEÑO

Para el diseño de este puente se desarrolló el requisito para puentes sobre carreteras de la "American Association of State Highway and Transportation Officials", más conocida como AASHTO, estas disposiciones de principios para los puentes han tomado como modelo al código ACI, American Concrete Institute, el ACI prefiere el método de diseño a la resistencia utilizando cargas mayoradas.

"Reglamento para las construcciones de concreto estructural y comentarios" ACI 318-05 y ACI 318R-05.

Antes de la realización de cualquier proyecto, es necesario tomar en cuenta algunos criterios, los cuales se definen a continuación:

- Recubrimientos: AASHTO 8.22, medido del rostro de la barra a la superficie del concreto: 7,00 cm, para cimientos y muros: 5,00 cm, para losas, columnas y vigas: 2,50 cm.
- Longitud de desarrollo: AASHTO 8.24.1.2. Se proporcionará a todas las barras, la longitud necesaria a partir del punto donde se requieren por diseño, siendo la mayor longitud la profundidad efectiva del elemento, 15 diámetros de la barra a la luz / 20.
- Traslapes: AASHTO 8.25. DGC 509.080. Se calculan con base en la longitud de desarrollo establecida en cada caso. Se recomienda el uso de uniones mecánicas para las barras No. 11, de tal modo que desarrolle un 125% del f_y nominal de la barra, siguiendo la especificación AASHTO 8.33.2, evitando localizarlas en los puntos donde se producen esfuerzos de tensión críticos y nunca en una misma línea. Deberán colocarse alternos, a cada 60 cm.
- Ganchos: AASHTO 8.23.2.2. Las dobleces deben ser hechas en frío y un equivalente a 6 diámetros en su lado libre, cuando se trata de 180 grados, o 12 diámetros cuando se trata de 90 grados. Se deben seguir las normas establecidas para manojos de barras respecto a su cantidad, longitud de desarrollo y recubrimientos, siguiendo los lineamientos del artículo 8.21.5 de AASHTO.

5.2.1 ELECCIÓN DEL TIPO DE ESTRUCTURA

La principal característica de los puentes aporticados es la unión rígida entre la superestructura y los pilares. Existen diversos esquemas de pórticos, entre los principales tipos tenemos los siguientes:

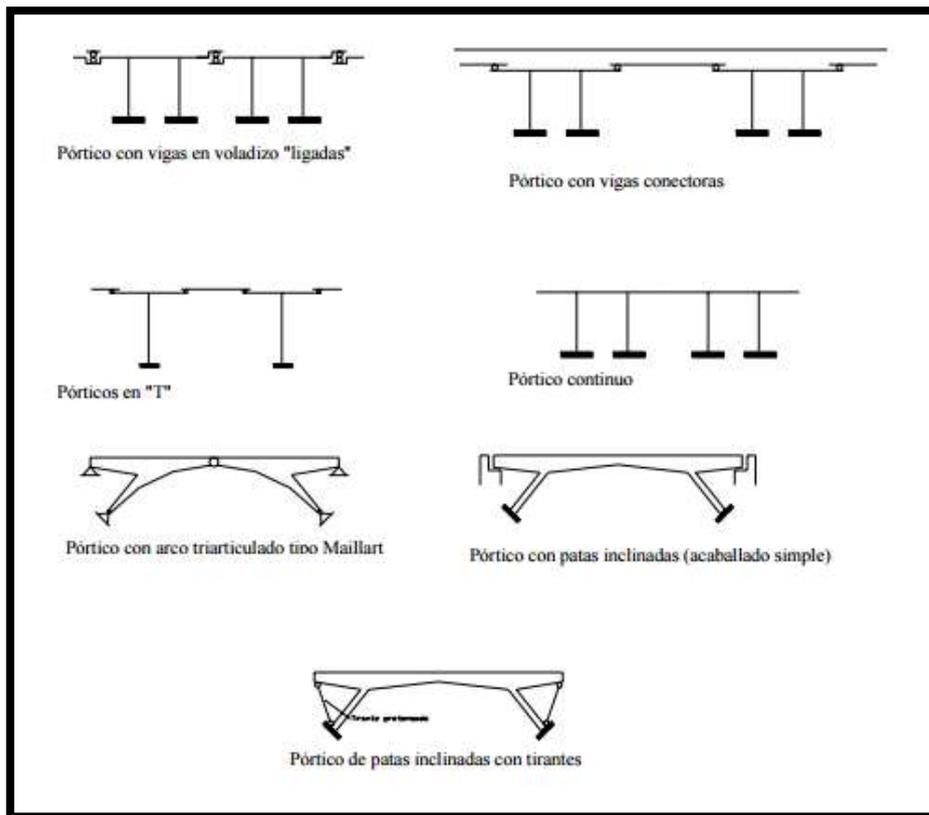


Fig 2. Tipo de Puentes Aporticados

Fuente: Diseño de Puentes, José Eusebio Trujillo Orozco

Elaborado: Diseño de Puentes, José Eusebio Trujillo Orozco

La decisión depende de los factores económicos y de la estabilidad de la obra.

Ventajas:

- Bajo costo de mantenimiento.
- No limitan la velocidad en las curvas.
- Son susceptibles de ser ampliadas.
- Continuidad que permite a la estructura trabajar bien con cargas ocasionales mayores a las de diseño.

5.2.2 SELECCIÓN DE LOS MATERIALES

La superestructura consta de una losa de rodadura, el mismo que es de hormigón armado, que tendrá una resistencia de $f'c = 300 \text{ kg/cm}^2$ y el acero de refuerzo será corrugado con un límite de fluencia $f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$.

Los estribos y columnas inclinadas son de hormigón armado, con lo cual se brinda un mejor trabajo estructural de la plataforma de rodadura.

La luz entre el eje de 2.40m, con tres vigas que se conectan a la caja de los estribos conectados con las bases de neopreno, con el fin de evitar un colapso estructural en el sentido transversal a la vía de circulación.

Se propone sobre la losa estructural de rodadura, construir una capa de protección y uniformización de la calzada, con el fin de evacuar las aguas superficiales y evitar de cierta forma los impactos producidos por las cargas vehiculares.

Los materiales empleados en el diseño y construcción de los elementos estructurales del puente deben regirse a las especificaciones del código ACI318-05.

5.2.2.1 Hormigón armado

El hormigón estructural a emplearse en la construcción de los diferentes elementos de la superestructura tendrá una resistencia cilíndrica a los 28 días de 300 kg/cm².

5.2.2.2 Hormigón replantillo

El hormigón de replantillo se empleará con la finalidad de uniformizar el suelo de cimentación, para lograr una mejor transmisión de las cargas exteriores, así como para facilitar la construcción, fundamentalmente de las zapatas.

El hormigón de replantillo debe tener una resistencia a los 28 días de 140 kg/cm².

5.2.2.3 Acero de refuerzo

El acero de refuerzo a emplearse en el hormigón armado, debe ser corrugado, libre de oxidación y tener un límite de fluencia de 4200 kg/cm², debidamente comprobado con ensayos de laboratorio.

5.2.2.4 Pasamanos

Los pasamanos serán de tubo galvanizado $e=2\text{mm}$ y diámetro $d=3"$. Estos tubos irán soldados a las varillas de las columnas de las barandas de protección.

5.3 TIPOS DE CARGAS

En los puentes se presentan cargas conocidas para cualquier tipo de estructura, las que se presentan a continuación se han considerado para el diseño de los elementos de un puente, seleccionando para cada uno de ellos, a través de las diferentes combinaciones de carga, aquellas cuyos efectos son más significativos:

- Carga Muerta o Peso Propio.
- Carga Viva.
- Impacto o efecto dinámico de la carga viva
- Cargas de viento sobre la superestructura
- Carga de Sismo
- Fuerza de frenado o arranque.
- Presión de tierra
- Fuerzas de origen térmico
- Supresión hidráulica.

5.3.1 CARGA MUERTA O PESO PROPIO (CM)

Estas cargas constan fundamentalmente del peso total de la estructura, incluyendo la calzada, aceras, señales de la vía, tuberías, conductos, cables y otros servicios de utilidad pública; elementos estructurales: estribos, vigas, losas, veredas, capa de protección, barandas de protección y de los rellenos que se sitúan detrás de los muros.

Comprende el peso de toda la estructura, instalaciones y acabados. Esta carga es permanente, por lo que actúa en todas las combinaciones de carga consideradas. En el caso de la superestructura la carga muerta es principalmente el peso de la losa de hormigón armado, la carpeta asfáltica con su espesor, los barandales y aceras.

El cálculo de la carga muerta en general sencillo, para la determinación de dicha carga de la geometría del puente se determina el ancho colaborante, y se determinan los volúmenes de los distintos componentes de la construcción y su multiplicación por los pesos volumétricos de los materiales constitutivos. En su mayoría las cargas muertas se representan por medio de cargas uniformemente distribuidas.

MATERIAL	PESO
HORMIGÓN SIMPLE O ARMADO	2400 kg/m ³
HORMIGÓN CICLÓPEO	2200 kg/m ³
PLANCHAS DE ASFALTO DE 5 CM DE ESPESOR	1800kg/m ³

Cuadro 17. Tipo de material a utilizarse en la losa.

Fuente: El Autor

Elaborado: El Autor

5.3.2 CARGA VIVA (CV)

La carga viva es ocasionada por el paso de vehículos, la especificación AASHTO idealiza una serie de camiones, se consideran dos tipos de cargas las tipo H que representan un camión de dos ejes, y las tipo HS que representan una tractomula de dos ejes con un remolque de un solo eje, estas cargas fueron adoptadas en el año 1944, siendo esta la razón por la que aparecen indicadas como H 20-44 y HS 20-44, La carga de camión o la carga de vía ocupan un ancho de carril de 10 pies (3.05m).

Para el cálculo de momento y cortante se empleará la carga de transito correspondiente al tren de carga del vehículo H 20-44, sin embargo para puentes de luces > a 152m de luz, se emplea el tren de cargas distribuidas, usando las diferentes concentraciones de carga como se muestra en la figura. La carga concentrada más liviana es usada cuando los esfuerzos principales son producidos por flexión, mientras la carga concentrada más alta se usa cuando los esfuerzos principales son producidos por corte.

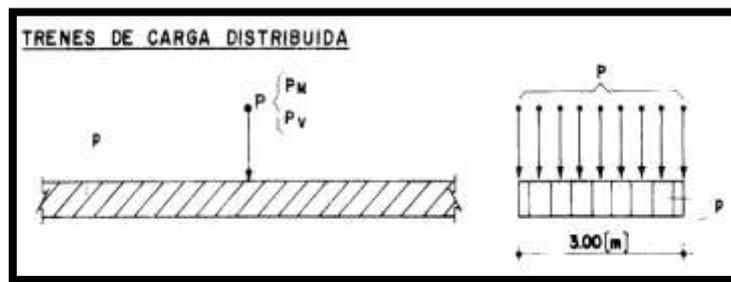


Fig 3. Trenes de carga de distribución.

Fuente: Diseño de Puentes, José Eusebio Trujillo Orozco

Elaborado: Diseño de Puentes, José Eusebio Trujillo Orozco

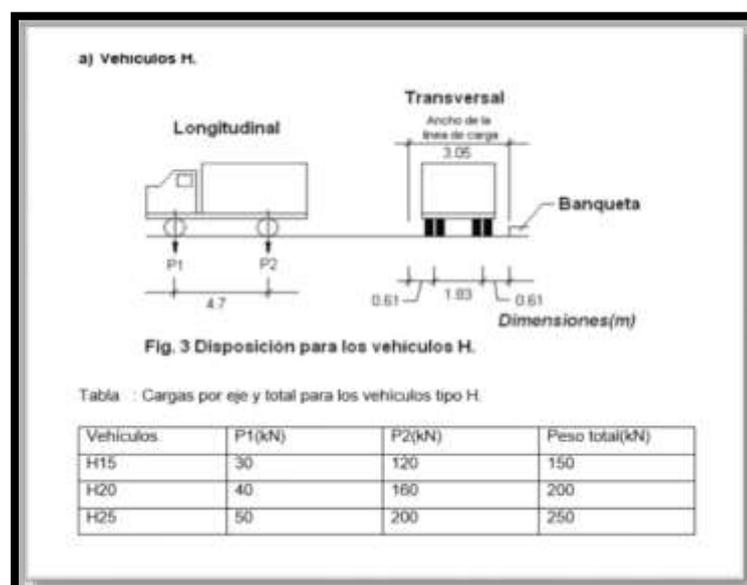


Fig 4. Tren de cargas Tipo H.

Fuente: Puentes, Ing. Jerónimo H. Herrera M

Elaborado: Puentes, Ing. Jerónimo H. Herrera M

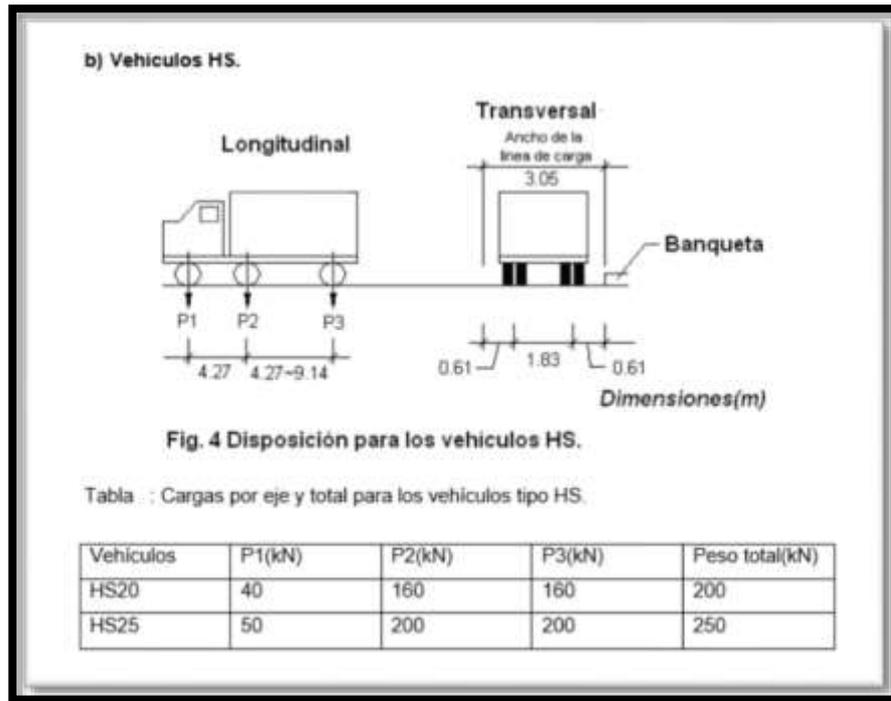


Fig 5. Tren de cargas Tipo HS.

Fuente: Puentes, Ing. Jerónimo H. Herrera M

Elaborado: Puentes, Ing. Jerónimo H. Herrera M

W: Peso combinado de los dos primeros ejes, igual al que tiene el camión tipo "H" correspondiente.

V: Espaciamiento variable de 4.27 a 9.14 m, el espaciamiento que se use producirá los mayores esfuerzos.

- Mayorización del TREN DE CARGAS H25-44.

$P1=0,1(25000) = 2500 \text{ Kg (rueda); } 5000 \text{ Kg (eje)}$ $P2=0,4(25000) = 10000 \text{ Kg (rueda); } 20000 \text{ Kg (eje)}$

- Factor de Mayorización por incremento de carga por Impacto.

$P1=0,1(25000) = 5000 * 1,3 = 6500 \text{ Kg}$

$P2=0,4(25000) = 20000 * 1,3 = 26000 \text{ Kg}$

- Factor de Mayorización por incremento por normativa **ASSHTO**.

$P1=6500 * (5/3) = 10833,33 \text{ Kg}$

$P2=26000 * (5/3) = 43333,33 \text{ Kg}$

5.3.3 REDUCCION DE LAS CARGAS DE TRANSITO

Cuando se carguen simultáneamente todas las vías para el diseño de miembros estructurales constitutivos, los efectos obtenidos por carga viva estarán sujetos a los siguientes factores de reducción.

NUMERO DE VIAS	FACTOR DE
UNA O DOS VIAS	1.00
TRES VIAS	0.90
CUATRO VIAS O MAS	0.75

Cuadro 18. Factor de reducción por carga viva en vías.

Fuente: Puentes, Ing. Jerónimo H. Herrera M

Elaborado: Puentes, Ing. Jerónimo H. Herrera M

5.3.4 OTRAS CARGAS SOBRE LOS PUENTES

También existe el paso de personas y animales en esta zona, este último no es muy apreciable pero existen puntos ganaderos cercanos, este tipo de cargas no es predominante, también en el diseño se deberían considerar vehículos especiales, como por ejemplo el tipo camión que traslada los vehículos nuevos, pero por lo general estos vehículos conectan ciudades principales no hablamos de que vayan en algún momento a cruzar estas rutas.

Para el proyecto de losas se supondrá que el eje vertical de la rueda queda a (0.305) m de la cara del guardarruedas. Si los guardarruedas o los andenes no son usados, el eje de la rueda de la cara del borde, para el diseño de las barandas tenemos los siguientes datos:

W= Carga Peatonal 250 kg/m.

5.3.5 SELECCIÓN DE LAS CARGAS

La AASHTO establece que para los puentes que conectan carreteras interprovinciales deben diseñarse para una carga tipo HS20-44, o como opción para cargas militares de dos ejes distanciados 1.38m; y para puentes que conectan comunidades puede diseñarse con el tipo H20-44, en este caso se usa para un tren H25 - 44.

Dentro de la Norma Ecuatoriana Vial (NEVI-12), las cargas a considerarse sobre la calzada de los puentes se basan en la normas establecidas ASSHTO Standard HB-17, (AASHTO LRFD), pero con las siguientes modificaciones. La carga HS 20-44, cuando predomine el camión Estándar, será incrementada por un factor de la mayoración igual a 1,375. Si predomina la carga distribuida con la concentrada adicional, este factor será igual a 1.25. Esta carga modificada se denomina concentrada adicional, este factor será a 1.25. Esta carga modificada se denomina CAMION – MTOP (antes HS – MOP).

El factor de mayoración variable se fijará de acuerdo a la importancia, ubicación del puente y criterio del ingeniero. La geometría y magnitud de la carga viva HS_44, base de las cargas descritas anteriormente, están contenidas en la siguiente figura.

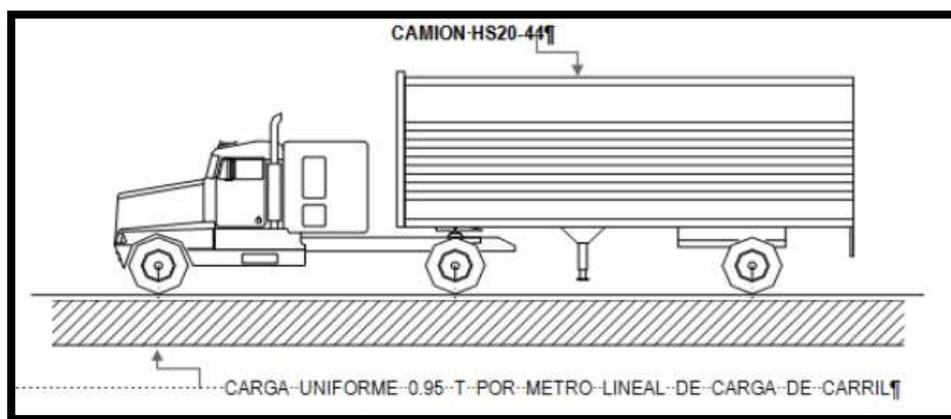


Fig 6. Tren de cargas HS-44
Fuente: NEVI-12
Elaborado: NEVI-12

La carga HL- 93, consiste en la aplicación simultánea del camión estándar HS20-44 y la carga distribuida. Se utilizará solamente para el diseño con las especificaciones AASHTO-LRFD. La figura detalla la carga descrita.

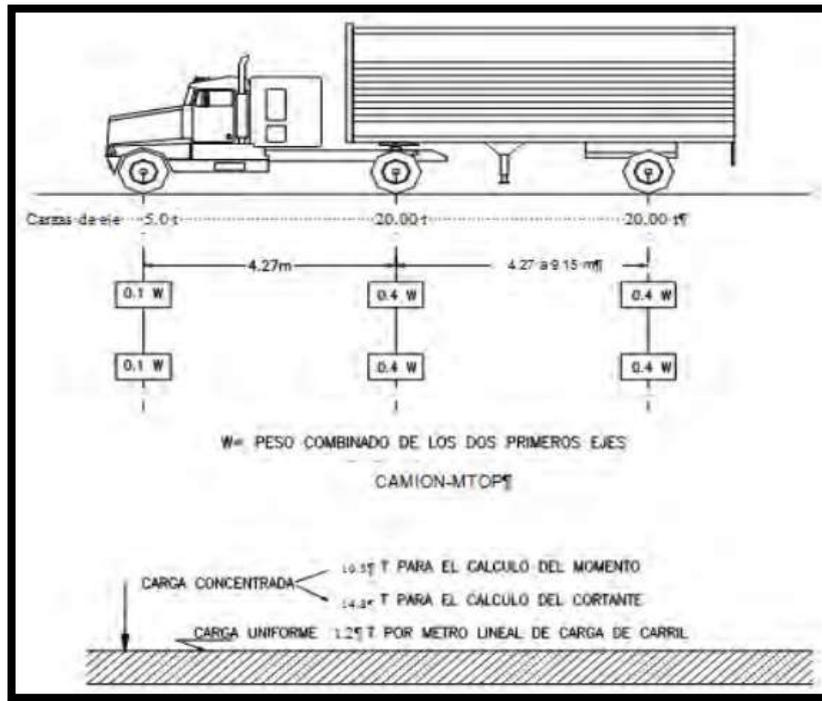


Fig 7. Tren de cargas HS-24 (CAMION MTOP)
Fuente: NEVI-12
Elaborado: NEVI-12

5.3.6 APLICACIÓN DE CARGAS

Estas son las reglas más importantes para la aplicación de cargas AASHTO:

1. Supondremos que el camión ocupa un ancho de 3.05 m, estas cargas deben colocarse en carriles de tráfico de diseño de 3.70 m, en las posiciones y cantidades que se requieran para producir esfuerzos máximos.
2. Cada carga por carril de 3.05m se considerará como unidad y no se usará anchos de carga por carril o fracciones de carga de camiones.
3. La cantidad y posición de las cargas por carril o de las cargas de camión serán las especificadas antes y deben disponerse de tal manera que produzcan los esfuerzos máximos.
4. Se reducen las cargas debido a lo poco probable de la coincidencia de cargas máximas, en nuestro caso en nuestra zona luego de los inviernos agobiantes, con la cota de crecida máxima, por tanto el porcentaje de esfuerzo para nuestro caso es del 100%.

5.3.7 FACTOR DE IMPACTO (I)

Los esfuerzos debidos a la carga viva por el camión MTOP, serán incrementados para las estructuras como: superestructura (incluyendo elementos de marco rígido), pilotes que salgan del terreno y se hallen rígidamente conectados a la superestructura formando un marco rígido, las porciones que sobresalgan del terreno de las pilas de concreto que soportan la superestructura. Este incremento se lo hace en función de los efectos dinámicos vibratorios y de impacto. Este efecto no se debe considerar para estructuras como: estribos, muros de contención, pilas, cimentaciones, andenes, siempre y cuando cumplan con no estar solicitadas rígidamente a la superestructura. Queda entendido que el impacto será considerado como parte de las cargas transferidas de la superestructura a la infraestructura, pero no considerar en las cargas de zapatas, o en aquellas partes de pilas o columnas que están dentro del terreno.

Es el efecto dinámico ocasionado por el movimiento de la carga viva; se aprecia en función de la luz del elemento estructural cargado para producir la mayor acción de la carga viva en ese elemento.

La cantidad permisible en que se incrementan los esfuerzos se expresa como una fracción de los esfuerzos por carga viva y se determinará con la fórmula siguiente:

$$I = \frac{50}{3,28 + 125} \leq 30\% \quad (5.1)$$

Donde:

I= impacto en porcentaje máximo el 30%,
Li = longitud cargada en metros.

5.3.8 FUERZA DE FRENADO (F)

- Método AASHTO

Se considera la fuerza de frenado de acuerdo a la normativa AASHTO, como el 5% del camión de diseño más la carga del carril de diseño:

$$F = 0.05 \{p \cdot L + PM\} N \quad (5.2)$$

Donde:

P: Intensidad de la carga distribuida en ton/m/3m
PM: Carga concentrada para el cálculo de momentos en ton/3m
L: Longitud del puente
N: Número de vías de tránsito

- Método GENERAL

Cuando un vehículo acelera para emprender su marcha o frena para detenerse, se transmiten fuerzas longitudinales a la superficie de rodadura, gracias a la fricción que existe entre los neumáticos y dicha superficie.

La magnitud de la fuerza transmitida depende de la aceleración del vehículo, es decir de la variación de la velocidad por unidad de tiempo.

La fuerza longitudinal máxima proveniente de la aplicación repentina del freno, depende directamente de la velocidad del vehículo en el instante del frenado, de su peso y del tiempo necesario hasta que el vehículo se detenga por completo.

$$I = \frac{W}{g} \left(\frac{\Delta V}{\Delta t} \right) \quad (5.3)$$

Donde:

W: Peso del vehículo, en [Ton]

g: Aceleración de la gravedad, en [m/seg²]

5.3.9 FUERZA CENTRÍFUGA

En las estructuras en curva se tomará en cuenta para el diseño una fuerza radial horizontal, igual al siguiente porcentaje de carga viva, sin impacto, considerando que todas las vías están cargadas.

$$C = \frac{0.7863 s^2}{R} \quad (5.4)$$

Donde:

C: Fuerza centrífuga, como porcentaje de la carga viva, sin impacto. S: Velocidad de diseño, en (km/h)
R: Radio de la curva, en (m)

5.3.10 CARGAS DE VIENTO

Consiste en cargas uniformemente distribuida, aplicada en las áreas expuestas al viento. Las áreas expuestas se obtendrán sumando las áreas de todos los elementos, incluyendo piso y sistemas de barandas, es decir como un corte longitudinal de la estructura.

Las normas ASSHTO, recomienda asumir una velocidad de 170 Km/h, siendo útil en nuestro medio, ya que nuestra zona no está expensa a huracanes como en otros países.

5.3.11 CARGAS SISMICAS

La carga sísmica se toma como un porcentaje de la carga muerta y los empujes de suelos se asumen como empujes activos. No se consideran empujes pasivos con el fin de brindar mayor seguridad a la estructura del puente. Todas estas cargas se suponen que afectan fundamentalmente a la infraestructura.

5.3.12 EMPUJE DE TIERRAS

Esta carga se considera para el cálculo y diseño de los estribos, muros de cimentación. Se supone que no existen empujes hidrostáticos en razón de que éstos se evitarán con la colocación de drenajes o mechinales en las pantallas de los muros, los mismos que evitarán que se genere un nivel freático.

5.3.13 TEMPERATURA

Estas cargas se evitan en la estructura con la construcción de juntas de dilatación, fundamentalmente para la superestructura.

Deberá tomarse en cuenta que los posibles desplazamientos y esfuerzos que puedan causar las variaciones de temperatura; esta variación se fijara de acuerdo al lugar en donde se encuentre localizada la estructura y llevando en consideración el tiempo en que se ejecute la construcción.

El rango de variación en términos generales, es el siguiente:

Clima	Elevación de temperatura	Descenso de temperatura
Moderado	17,7	22,2
Frío	19,4	25
	$\alpha t = 0,0000108/^\circ \text{C}$ Hormigón	

Cuadro 19. Índices de variación de temperatura.

Fuente: Manual de Puentes en Concreto Reforzado, Carlos Vallecilla

Elaborado: Manual de Puentes en Concreto Reforzado, Carlos Vallecilla

5.4 DISEÑO DE LA SUPERESTRUCTURA

Para el cálculo de la superestructura es importante mencionar algunos de los aspectos fundamentales que intervienen en el análisis como son: las cargas actuantes en los elementos, estados de carga, factores de mayoración para cargas, teorías de diseño, y procedimiento de cálculo basándose en normas y reglamentos del Ministerio de Obras Públicas y Transporte las mismas que son basadas en las especificaciones Standard Specifications for Highway Bridges de la American Association of State Highway and Transportation Officials "AASHTO" Standard, y las normas para el concreto reforzado de la American Concrete Institute "ACI".

5.4.1 ANCHO DEL PUENTE

Se debe dimensionar un ancho que cumpla con las condiciones de seguridad y que sea el adecuado para el uso de los vehículos y el paso de los mismos, cumpliendo con los parámetros necesarios. Mediante el levantamiento topográfico se tomó puntos del ancho de la vía existente, y se determinó un ancho de 4.10 m, en sentido paralelo de los muros de cimentación, y un ancho de vía de 6 m en sentido perpendicular al eje de la vía.

5.4.2 DISEÑO DE LA LOSA

El tablero a ser diseñado tiene su armadura principal perpendicular a la dirección del movimiento del tráfico. El mismo tiene la característica de ser fundido en obra y sus materiales básicos son el hormigón armado de resistencia a la compresión de 300 kg/cm² y el acero de refuerzo con un punto de fluencia de 4200 kg/cm².

El tablero se diseña por el método de última resistencia, tomando como factores de reducción de carga para flexión (Φ) 0.90 y corte (Φ) 0.85, el porcentaje máximo de refuerzo a utilizarse es del 75% del porcentaje balanceado (p_b).

Carga Viva:

La fórmula para la combinación de cargas es la siguiente:

$$U = 1.30 CM + 5/3 (CV+I) \quad (5.5)$$

Donde:

U= carga última,
CM= carga muerta,
CV= carga viva,
I= impacto

5.4.2.1 Espesor de la losa

Las normas AASHTO especifican la necesidad de proporcionar rigideces adecuadas a los elementos para limitar las deflexiones o cualquier deformación que pueda afectar adversamente la resistencia o capacidad de servicio de la estructura bajo la acción de las cargas, las mismas normas recomiendan los espesores mínimos, sin descartar la posibilidad de reducir estos espesores, si los cálculos o los ensayos realizados muestran la posibilidad de modificarlos.

El espesor mínimo recomendado para losas continuas de sección constante, con armadura principal perpendicular o paralela a la dirección del tránsito está dado por la siguiente fórmula:

$$t_{min} = \left(0.10 + \frac{s}{30}\right) \geq 16.5 \text{ cm} \quad (5.6)$$

Esp. Losa= L/18

5.4.2.2 Gálibo

Conocer el gálibo de seguridad o la seguridad hidráulica, es importante para evitar un taponamiento en la sección hidráulica de la estructura.

5.4.2.3 Cálculo de momentos

DISEÑO A FLEXIÓN

- MOMENTO POR CARGA PUNTUAL.

Es el momento que se produce por efecto de la carga viva del eje posterior del vehículo estándar de diseño, en nuestro caso el camión MTOP.

Calculamos la constante de momento con la expresión

$$k2 = \frac{8 * P * F * e}{L} \quad (5.7)$$

- MOMENTO POR CARGA REPARTIDA.

Debe considerarse el peso de la losa con un peso específico de 2400 Kg/m³ (espesor de losa), el peso volumétrico de la carpeta asfáltica de espesor de 5cm con una carga de 1800 Kg/m³.

El momento determinado debe afectarse por un factor de 1/10 para momentos positivos y negativos acorde al artículo 8.3.3 del código ACI 318-05 en ausencia de valores específicos en la norma **AASHTO**.

El cálculo de las solicitaciones para el diseño del tablero comprende la determinación del momento por carga muerta por metro lineal del puente.

Calculamos la constante de momento con la expresión:

$$K1 = q1 * L^2 \quad (5.8)$$

A continuación se calcula los esfuerzos máximos de flexión según en términos de carga:

$$MI = 0,05KT \quad (5.9)$$

$$MC = 0,0925KT \quad (5.10)$$

$$MD = 0,05KT \quad (5.11)$$

KT= K1+K2 Es la suma de las constantes de los dos momentos, tanto como carga puntual y carga distribuida.

5.4.2.4 Cálculo de refuerzo

- Armadura de Repartición

Se coloca el refuerzo de repartición para proporcionar distribución lateral de las cargas vivas concentradas, dicho refuerzo se ubica transversalmente a la dirección del refuerzo principal en todas las losas.

La cantidad de refuerzo de repartición será un porcentaje del refuerzo principal, el cual está dado por las siguientes fórmulas:

Para refuerzo principal paralelo al tráfico:

$$\% = \frac{55.2}{\sqrt{S}} \quad \text{Mínimo 50\%} \quad (5.12)$$

Para refuerzo principal perpendicular al tráfico:

$$\% = \frac{55.2}{\sqrt{S}} \quad \text{Máximo 67\%} \quad (5.13)$$

Donde:

% = Porcentaje de la armadura principal correspondiente a la de repartición

S = Separación entre ejes (m)

Cuando se use la armadura principal perpendicular al tráfico, la cantidad especificada como armadura de distribución debe ubicarse en la parte central de la losa, y ha de usarse al menos el 50% de dicha armadura en los otros 2/4 de la losa.

- Esfuerzo a flexión.

$$A_s = 0,0607 * b (d - \sqrt{d^2} - M_u / (114,75 * b)) \quad (5.14)$$

$$A_{min} = 14 / f_y \quad (5.15)$$

- Deformación Elástica.

$$E = 0,14 * W^{1,5} * \sqrt{f'c} \quad (5.16)$$

$$\Delta C = \frac{5 * M_c * L_e^2}{48EI} \quad (5.17)$$

$$\Delta_{norma} = \frac{L_e}{800 a 1000} \quad (5.18)$$

- Esfuerzo Cortante

$$V_n = \frac{V}{\phi} \quad \phi = 0,85 \quad (5.19)$$

- Esfuerzo a cortante que resiste la sección.

$$V_n = 0,5\sqrt{f'c} * bd$$

5.4.3 DISEÑO DE LOS PASAMANOS

Deberán diseñarse barandas en ambos lados de la estructura del puente para protección de los vehículos, y de las persona que transiten, su finalidad es dar seguridad. Se diseñan protecciones laterales vehiculares peatonales, conformadas por una vereda peatonal de hormigón, Pasamanos peatonal con tubería HG 3".

La geometría y el diseño de las protecciones laterales son las mismas que se muestran en los planos estructurales del puente correspondiente al anexo H.

Se consideraran el ancho de veredas con barandales de hormigón armado de colocados cada 1,65 metros.

- Artículo 2.7.1.1.2 de AASHTO: los materiales para los pasamanos pueden ser de concreto, metal o la combinación de ambos.
- Artículo 2.7.1.2.1 de AASHTO: los pasamanos deben estar por lo menos a una altura de 9 pulgadas (5.4m) sobre el nivel de la carpeta de rodadura.

5.4.3.1 Cálculo de la resistencia de los tubos y postes

Los pasamanos serán de tubo galvanizado $e=2\text{mm}$ y diámetro $d=3"$. Estos tubos irán soldados a las varillas de las columnas de las barandas de protección.

Se diseñan protecciones laterales vehiculares peatonales, conformadas por una vereda peatonal de hormigón, Pasamanos peatonal con tubería HG 2".

5.4.3.2 Cálculo de refuerzo

La longitud efectiva de la placa que resiste la carga del poste es igual a:

$$\text{Cuando no existe parapeto} \quad E = 0.8 * X + 1.14 \quad (5.20)$$

$$\text{Cuando hay parapeto} \quad E = 0.8 * X + 1.53 \quad (5.21)$$

Siendo X , la distancia centro a centro de los postes en m. la carga de la baranda y la carga de la rueda no se aplican simultáneamente.

5.4.4 DISEÑO DE LAS VEREDAS

Cuando la acera y las barreras de tránsito forman un solo conjunto, se aplicará la carga de tránsito correspondiente, sobre dichas barreras y concordantemente, se determinarán los esfuerzos en las aceras.

5.4.4.1 Carga Vertical

Para la carga muerta se considera el peso de la acera, de la losa capa de rodadura y barandales, y se toma el voladizo medido del extremo del puente hasta la cara exterior de la viga exterior.

Los pisos de las aceras serán diseñados para una carga viva de 293 Kg/m² de área de acera.

5.4.4.2 Carga Horizontal

Las aceras se diseñarán para resistir una fuerza lateral no menor que 744.1 Kg/m, aplicando esta carga en el superior o a una altura máxima de 20 cm sobre la calzada (espesor de acera).

Determinación del momento flector por metro lineal de acera generado por la fuerza de 744,10 kg/m
Norma
AASHTO.

Determinación del momento resistente de la armadura principal de la losa.

$$Mr = \phi A_s f_y \left(d - \frac{A_s f_y}{2 * 0.85 f'_{c * b}} \right) \quad (5.22)$$

NOTA:

Si el momento flector M_u es menor que el momento resistente del refuerzo principal de la losa no se requiere incrementar acero de refuerzo.

$M_u \text{ pared} > M_u \text{ acera}$.

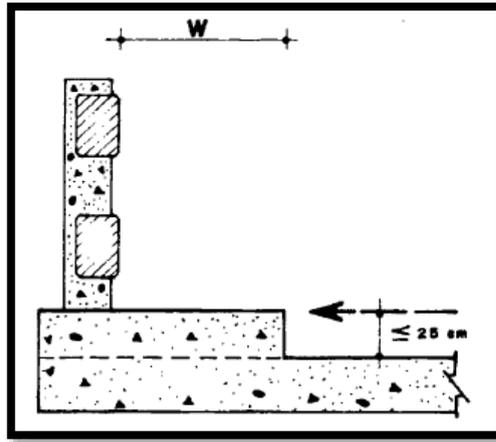


Fig 8. Fuerza lateral en la acera.
Fuente: Puentes, Ing. Jerónimo H. Herrera M
Elaborado: Puentes, Ing. Jerónimo H. Herrera M

5.4.4.2.1 Diseño del voladizo

Diseñada para resistir las cargas producidas por la placa, pavimento, bordillos o andenes, barandas y ductos (si los hay). Además por la carga producida por la llanta trasera del camión de diseño estándar H 25-44 ($P = 7.20Tn$) con impacto, localizada a 30,5 cm de la base del bordillo y distribuida en E (ancho de distribución de la carga concentrada de la llanta, en placas en voladizo con acero perpendicular al tráfico).

5.4.4.3 Integración de carga muerta y carga viva

- Momento Por Carga Viva

$$E = (0,8X + 1,132) \quad [m] \quad (5.23)$$

Siendo X la distancia entre el punto de aplicación de la carga de rueda y la sección analizada de la losa.
 E = Ancho de distribución

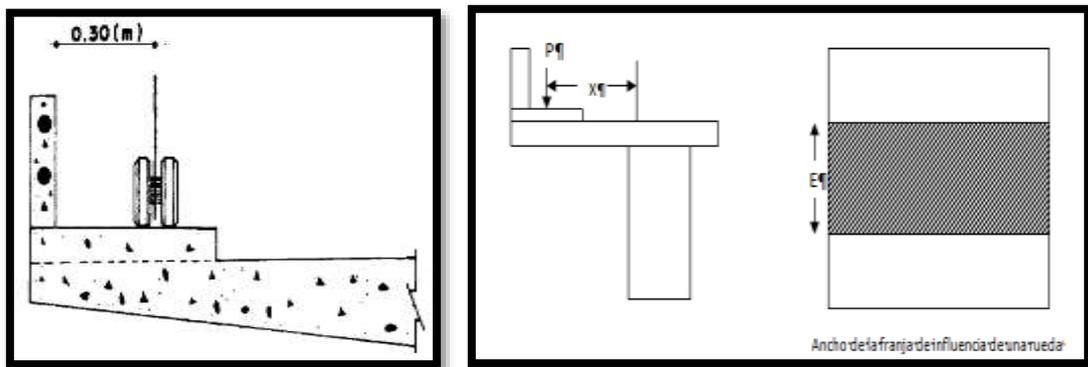


Fig 9. Esquema de ancho de distribución.
Fuente: Puentes, Ing. Jerónimo H. Herrera M
Elaborado: Puentes, Ing. Jerónimo H. Herrera M

El momento flector por unidad de ancho se calculará por medio de la siguiente fórmula:

$$M = \frac{P}{E} X; \quad (P_{20}) \quad (5.24)$$

P20 = 43,33 Ton

Donde:

P20= Peso de la carga del eje más pesado del camión MTOP.

MCV = Momento por carga viva.

Carga viva peatonal = 250Kg/m

Carga viva peatonal = 250Kg/m * ancho acera

Momento Por Carga Muerta

Se considera los siguientes pesos:

PESO LOSA PESO ACERA

PESO BARANDALES

Momento por Impacto: $M_i = I MI$

MCV TOTAL = M carga viva + M carga muerta + M Impacto

Combinación

Ru: Resistencia ultima de diseño

$$Ru = \frac{M_u}{0,9 * b * d^2} \quad (5.25)$$

$$\rho = 0,85 * \frac{f'c}{fy} * \left(1 - \sqrt{1 - 2,36 * \frac{Ru}{f'c}} \right) \quad (5.26)$$

$$\rho_{min} \leq \rho \leq \rho_{max} \quad (5.27)$$

5.4.4.4 Cálculo de refuerzo

- Armadura principal

$$A_s = \rho * b * d \quad (5.28)$$

Armadura principal (transversal)

$$A = \frac{\pi * \phi^2}{4} \quad (5.29)$$

Armadura de distribución (longitudinal)

Para refuerzo principal perpendicular al Tráfico

$$\% = \frac{121.5}{\sqrt{S}} \quad \text{Máximo 67\%} \quad (5.30)$$

Armadura de contracción y temperatura

$$A_{st} > 2,65 \text{ cm}^2 \quad (5.31)$$

$$A_{s \text{ min}} = 0,0018$$

5.4.4.5 Posición límite de las cargas de rueda

En el diseño de las losas, el eje de la carga de rueda deberá suponerse localizado a 30 centímetros del borde de la acera. Cuando no haya aceras a treinta centímetros del borde del pasamano

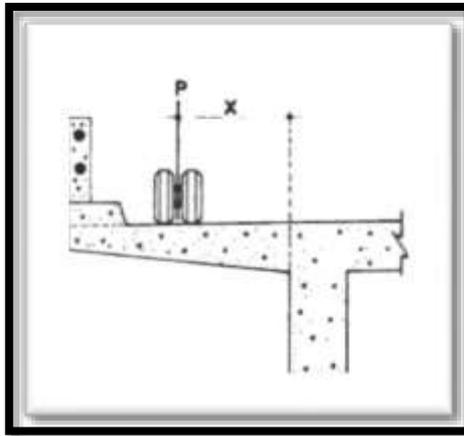


Fig 10. Distancia del eje de la carga de rueda.
Fuente: Puentes, Ing. Jerónimo H. Herrera M
Elaborado: Puentes, Ing. Jerónimo H. Herrera M

- Cuando la carga de rueda haya subido a la acera, se la considerará distanciada a treinta centímetros del borde del pasamano.

- En este caso, al analizar el estado de sollicitación, carga muerta + carga viva con impacto, podrán incrementarse los esfuerzos de trabajo de los materiales hasta el ciento cincuenta por ciento. En diseño a última resistencia el factor de mayoración igual a 1,67 para carga viva con impacto, podrá modificarse a 1,00.

- Cuando las aceras estén protegidas con barreras de tránsito, esta posición de carga de rueda no se considerará.

5.4.5 DISEÑO DE LA LOSA DE FONDO

Para la losa de fondo se considera un sistema de cargas que influyen en el peso de la losa, como la carga repartido del peso propio de la estructura, la carga del agua, y la del peso de la losa de fondo.

Calculamos la constante de momento con la expresión:

$$K = qRN * L^2 \quad (5.32)$$

A continuación se calcula los esfuerzos máximos de flexión según en términos de carga:

$$MI = 0,055KT \quad (5.33)$$

$$MC = 0,0687KT \quad (5.34)$$

$$MD = 0,055KT \quad (5.35)$$

- Esfuerzo a flexión.

$$A_s = 0,0425 * b \left(d - \sqrt{d^2 - \frac{M_u}{(80.325 * b)}} \right) \quad (5.36)$$

Esta es la fórmula simplificada para $f'c=210 \text{ Kg/cm}^2$.

5.5 DISEÑO DE LA INFRAESTRUCTURA

La infraestructura es la disposición principal de un puente puesto que es la estructura que recibe toda la carga de peso muerto, vivo y de impacto. Su composición está formada por pantallas de hormigón armado en cantiliver (muros de contención) y la respectiva zapata de tipo corrida, a estos dos elementos se les conoce como estribo.

La infraestructura transmite a la fundación las cargas de la superestructura, carga muerta propia del diseño, el peso del relleno de los accesos y los muros de cimentación.

5.5.1 DISEÑO DE LOS ALEROS

En los terraplenes para las vías de accesos o en los cortes que se realizan a las inmediaciones de la estructura, se determina según la topografía del suelo del lugar escogido, dándoles las dimensiones necesarias para que el pie del terraplén del enfoque no pueda ser filtrado por las aguas, para evitar corrosión y daños estructurales en la zapata y así pudiendo afectar el buen funcionamiento del puente.

Los aleros tendrán un ancho que va de 0,30 metros a 0,25 metros, un largo de 3,50 metros y una altura de

3,80 metros y baja hasta una altura de 3,00 metros, para que puedan dar un buen soporte al relleno del terraplén.

5.5.2 DISEÑO DE LA VIGA DE APOYO

El dispositivo de apoyos es un órgano de vinculación entre dos elementos estructurales, que tiene la función de transmitir determinados componentes de sollicitación (fuerza o momento) sin movimiento entre los dos elementos; permitir, sin oponer resistencia apreciable, los movimientos relativos entre los elementos (desplazamiento o rotación) en la dirección en la cual no debe transmitirse la componente de sollicitación. Los aparatos de apoyo son los encargados de transmitir las cargas provenientes de la superestructura, hacia la infraestructura, además facilita y garantiza la facilidad de giro y deformaciones que sufre la superestructura del puente.

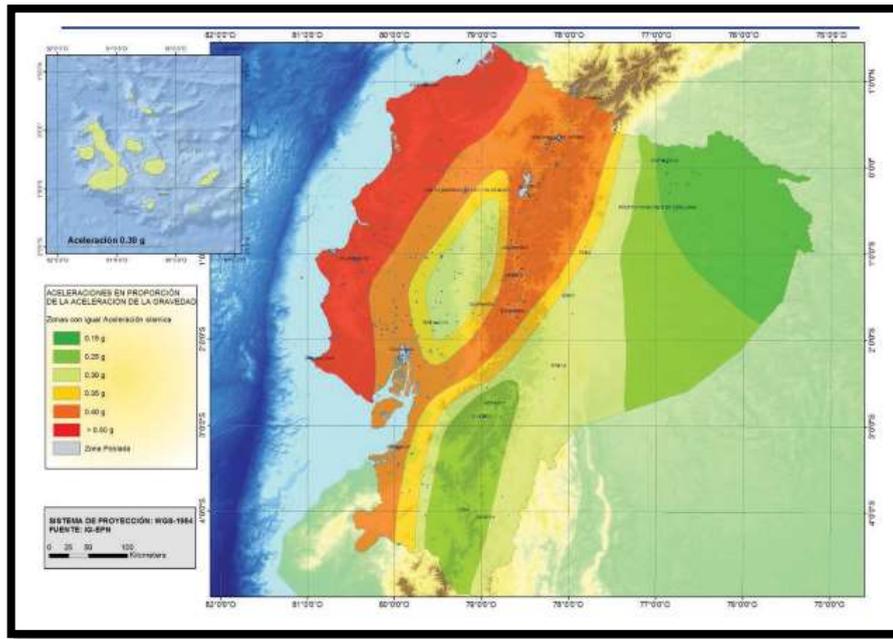


Fig 11. Tabla sísmica del Ecuador
Fuente: Código Ecuatoriano de la Construcción
Elaborado: Código Ecuatoriano de la Construcción

CIUDAD	PROVINCIA	CANTON	PARROQUIA	ZONA
CHORDELEG	AZUAY	CHORDELEG	CHORDELEG	2
CUENCA	AZUAY	CUENCA	CUENCA	2
EL GIRON	AZUAY	GIRON	GIRON	2
EL PAN	AZUAY	EL PAN	EL PAN	2
GUACHAPALA	AZUAY	GUACHAPALA	GUACHAPALA	2
GUALACEO	AZUAY	GUALACEO	GUALACEO	2
NOBON	AZUAY	NABON	NABON	2
OÑA	AZUAY	OÑA	OÑA	2
PAUTE	AZUAY	PAUTE	PAUTE	2
PUCARA	AZUAY	PUCARA	PUCARA	2
SAN FERNANDO	AZUAY	SAN FERNANDO	SAN FERNANDO	2
SANTA ISABEL	AZUAY	SANTA ISABEL	SANTA ISABEL (CHAGUARURCO)	2
SEVILLA DE ORO	AZUAY	SEVILLA DE ORO	SEVILLA DE ORO	2
SIGSIG	AZUAY	SIGSIG	SIGSIG	2
CALUMA	BOLIVAR	CALUMA	CALUMA	3
ECHANDIA	BOLIVAR	ECHEANDIA	ECHEANDIA	3
LAS NAVES	BOLIVAR	LAS NAVES	LAS NAVES	3
CHILANES	BOLIVAR	CHILLANES	CHILLANES	4

Cuadro 20. Poblaciones ecuatorianas y valor del factor Z.
Fuente: Código Ecuatoriano de la Construcción
Elaborado: Código Ecuatoriano de la Construcción

Zona sísmica	I	II	III	IV	V	VI
Valor factor Z	0.15	0.25	0.30	0.35	0.40	≥ 0.50
Caracterización del peligro sísmico	Intermedia	Alta	Alta	Alta	Alta	Muy alta

Cuadro 21. Valores del factor Z en función de la zona sísmica adoptada.
Fuente: Código Ecuatoriano de la Construcción (CEC)
Elaborado: Código Ecuatoriano de la Construcción (CEC)

5.5.3 DISEÑO DE LOS MUROS DE CIMENTACIÓN

Los muros de cimentación son los componentes del puente que soportan la superestructura en los lados extremos, contienen el terraplén de aproximación y transmiten la carga al terreno de cimentación.

El análisis y diseño de este tipo de muros consiste en comprobar que todas sus secciones se encuentren sometidas únicamente a esfuerzos de compresión y de tensión, menores a los establecidos por los códigos de la construcción.

El diseño del muro de cimentación del puente debe considerar que el miembro soporta la superestructura en los lados extremos, contienen el terraplén de aproximación y transmiten la carga al terreno de cimentación, el ancho del estribo, o en su defecto el largo o la longitud más larga del estribo debido a la superestructura, el ancho B de la zapata se va a definir de acuerdo a la Tabla de Capacidad admisible suministrada, los datos de altura para lograr un terreno con una capacidad soportante adecuada.

Para la cimentación del puente se debe considerar, contabilizados desde la superficie libre del terreno, además también se dará un tratamiento de mejoramiento del terreno con una capa de material.

- Esfuerzo en las paredes por empuje del suelo.

$$M_{sup} = 0,0475KT \quad (5.37)$$

$$MC = 0,05KT \quad (5.38)$$

$$M_{inf} = 0,106KT \quad (5.39)$$

- Tensión de compresión lateral en la pared.

$$\gamma_{lat} = \frac{QH}{H+AF} \quad (5.40)$$

Donde:

Q: Carga lateral sobre la pared

H: Altura excéntrica de la pared de

AF: área de influencia

- Esfuerzo de flexión en las paredes.

$$M_{Sup} = 0,05KT \quad (5.41)$$

$$MC = 0,0925KT \quad (5.42)$$

$$M_{Inf} = 0,05KT \quad (5.43)$$

5.5.3.1 Clases de muros de contención

- Muros a gravedad
- Muros de Hormigón Armado

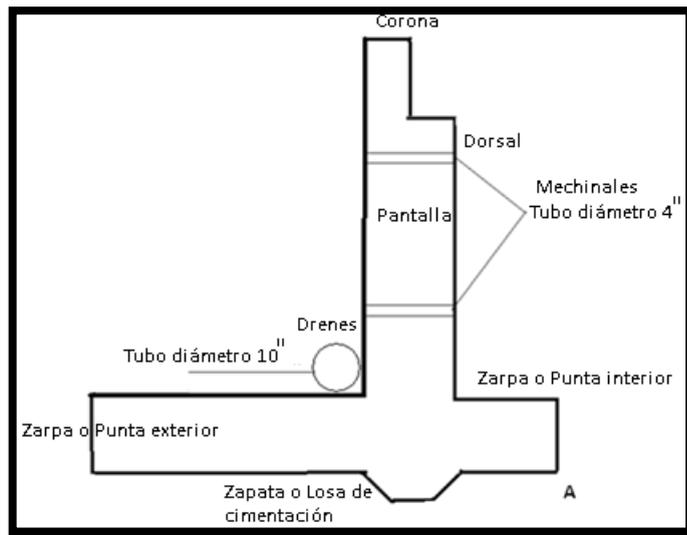


Fig 12. Esquema de un muro de contención.
Fuente: El Autor
Elaborado: El Autor

5.5.3.2 Fuerzas principales que inciden

Las fuerzas sobre el muro de contención son variables, y deben ser analizadas durante el período de construcción y en su vida útil.

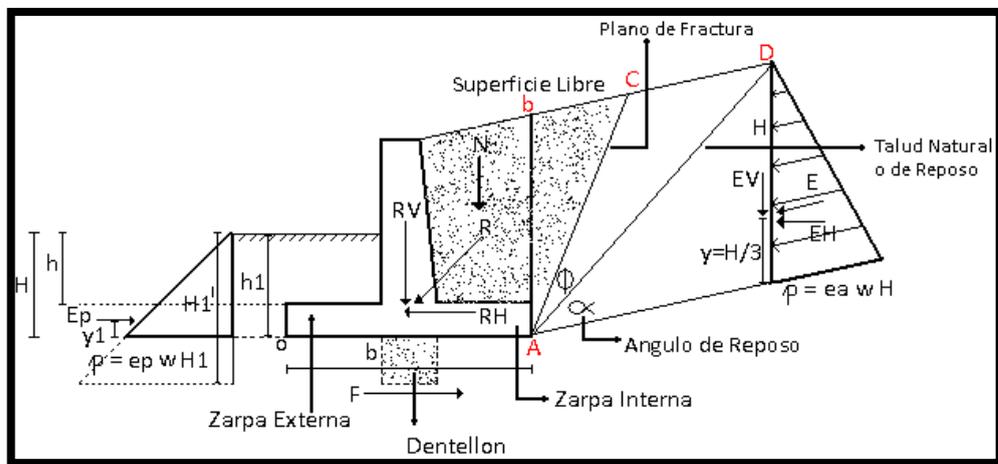


Fig 13. Fuerzas actuantes en un muro de contención.
Fuente: El Autor
Elaborado: El Autor

N: Peso muerto + Material sobre zapata

E: empuje activo del material contra el plano Ab

E': Empuje pasivo

Y: línea de acción de E

y1: línea de acción de E'

5.5.3.4.2 Peso del relleno

El relleno a más de producir empuje, provoca fuerzas verticales que ayudan la estabilidad el muro cuando las secciones no son verticales; esta fuerza actúa en el centro de gravedad de la sección. Para su cálculo se ha dividido en secciones de las cuales se han obtenido sus áreas y centroides para el cálculo de cargas y momentos.

La característica del suelo de relleno considerado en el diseño se presenta en la tabla siguiente:

DATOS SUELO	
Suelo	Material granular suelto
Angulo de fricción ϕ	35
Peso volumétrico (kg/m ³)	2000
σ admisible (kg/cm ²)	2,5

Cuadro 22. Características del suelo de relleno.

Fuente: El Autor

Elaborado: El Autor

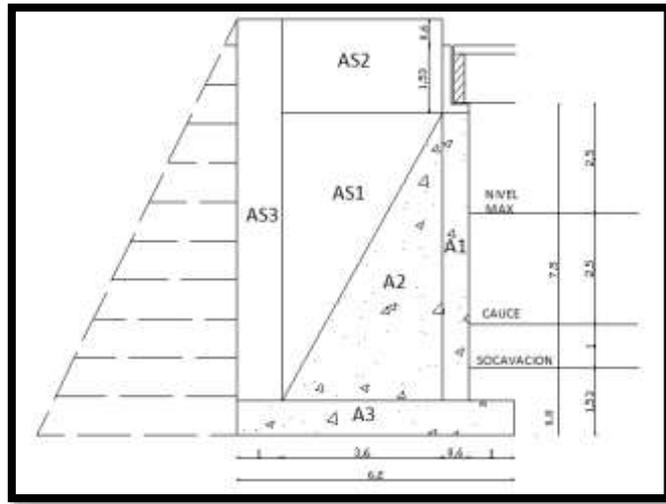


Fig 15. Pesos y momentos determinados para cada elemento identificado en la gráfica del muro

Fuente: Internet, Google

Elaborado: Internet, Google

5.5.3.5 Cargas horizontales

EMPUJE DE TIERRA

5.5.3.5.1 Empuje Activo (E_a)

Es la fuerza más importante que actúa sobre un muro. Para su determinación se ha considerado la Teoría de Rankine para suelos friccionantes.

$$E_a = \frac{ea*w*H}{2} \quad (5.44)$$

La aplicación de la teoría de Rankine para determinar la magnitud del empuje de tierras está sujeta a las siguientes características:

- Desprecia la fricción existente entre el material del muro y el suelo del relleno.
- El respaldo del muro es vertical y la línea de acción de la resultante de la presión de tierras es paralela a la superficie del relleno.

CUADRO: f, ϕ, W (TERZAGUI Y PECK)			
TERRENO	W (Kg/m ³)	Φ (°)	f
Arenas o gravas muy permeables	1760-1920	33-40	0.5-0.6
Arenas o gravas poco permeables	1920-2080	25-35	0.4-0.5
Arenas con limos	1760-1920	23-30	0.3-0.4
Arcilla compacta muy resistente	1600-1920	25-35	0.25-0.4
Arcilla blanda, limos	1440-1760	20-25	0.2-0.3

Cuadro 23. Clasificación de los tipos de suelo.
Fuente: Manual de Puentes en Concreto Reforzado, Carlos Vallecilla
Elaborado: Manual de Puentes en Concreto Reforzado, Carlos Vallecilla

Es común expresar el empuje de tierras de la siguiente forma:

$$P = h_s * W_s * K_a \tag{5.45}$$

En donde:

h_s : Altura total del muro

W_s : Peso específico del suelo

K_a : Coeficiente de Presión Activa y se define como:

$$K_a = \frac{1 - \sin \phi}{1 + \sin \phi} \tag{5.46}$$

En donde:

$\phi \rightarrow$ Angulo de fricción interna = 30°

$\delta \rightarrow$ Angulo de inclinación del talud = 0°

$$K_a = \tan^2 \left(45 - \frac{\delta}{2} \right) \tag{5.47}$$

En ángulo y coeficiente de fricción es característico de cada suelo, como se muestra la siguiente tabla para diferentes tipos de suelos:

SUELO DEL RELLENO	γ_s (Tn/m ³)	ϕ	μ
Granular suelto	1.4	35	0.40
Granular bien compactado	1.7	38	0.50
Granular muy compactado	1.9	45	0.55

Cuadro 24. Características de los tipos de suelo
Fuente: Hormigón reforzado, Roberto Rochel Awad
Elaborado: Hormigón reforzado, Roberto Rochel Awad

Empuje debido a la sobrecarga (E_s). Debido a la seguridad con la que se va a diseñar el muro, se debe tomar las consideraciones más desfavorables para que el peso que se transmite a través del eje trasero del camión H25 - 44 se distribuya en un área de ancho de vía por un metro.

Para considerar el empuje debido a la sobrecarga se recomienda considerar una carga adicional de suelo de 60cm de altura, peso que debe sumarse al empuje producido por él.

5.5.3.5.2 Empuje Pasivo (E_p)

Tiene la configuración similar a la del activo y su valor estará dado por la siguiente expresión:

$$E_p = \frac{ep * w * Kp^2}{2} \quad (5.48)$$

En donde:

h: Altura que produce el empuje pasivo w: Peso específico del suelo

K_p : se define con la siguiente expresión

$$K_p = \cos \delta * \frac{\cos \delta + \sqrt{\cos^2 \delta - \cos^2 \phi}}{\cos \delta - \sqrt{\cos^2 \delta - \cos^2 \phi}} \quad (5.49)$$

5.5.4 CALCULO CONSIDERANDO EL EFECTO DEL SISMO

5.5.4.1 Volcamiento

El vuelco de un muro es producido por la componente horizontal del empuje activo, el empuje adicional generado por efecto del sismo, el cual se ha considerado como el 30% del empuje activo, y la fuerza de supresión en la base del muro.

El peso propio del muro, el empuje pasivo del suelo y la componente vertical del empuje del relleno tienden a equilibrar el efecto del momento del vuelco, por ello se las denomina fuerzas estabilizadoras del muro.

Para evitar que parte del suelo sea solicitado a tracción la resultante que actúa sobre la base del muro debe caer en su tercio central. Y para garantizar la seguridad del muro al volcamiento. El factor de seguridad no debe ser inferior a 1,50, su determinación se realiza de la manera siguiente:

$$FS = \frac{\varepsilon M_{estabilizador}}{\varepsilon M_{volcadorador}} \geq 1,50 \quad (5.50)$$

$$ME \geq 1,5MV$$

MV: Momento Volcador

ME: Momento Estabilizador

MV: Momento Volcador

$$MV = E * \frac{h}{3} \quad (5.51)$$

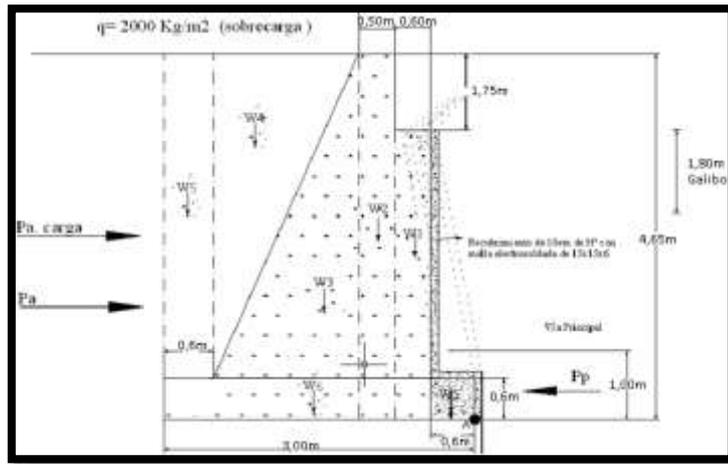


Fig 16. Momentos respecto al centro de la base del muro
Fuente: Internet, Google
Elaborado: Internet, Google

5.5.4.2 Deslizamiento

Para controlar el deslizamiento se considera un factor de seguridad que no debe ser menor a 1.50, para su determinación debe verificarse que las fuerzas de fricción a nivel de la cimentación ($-\sum V$), sean mayores que las acciones horizontales de los empujes ($\sum H$).

$$FS = \frac{\mu \cdot \sum V}{\sum H} \quad (5.52)$$

Donde:

$\sum H$: Suma de cargas horizontales que actúan sobre el muro, está representada por la componente horizontal del empuje del relleno y del empuje pasivo.

$\sum V$: Suma de cargas verticales que actúan sobre la cimentación del muro, está representada por el peso propio del muro y la del suelo localizado sobre él.

μ Coeficiente de fricción entre el muro y el suelo.

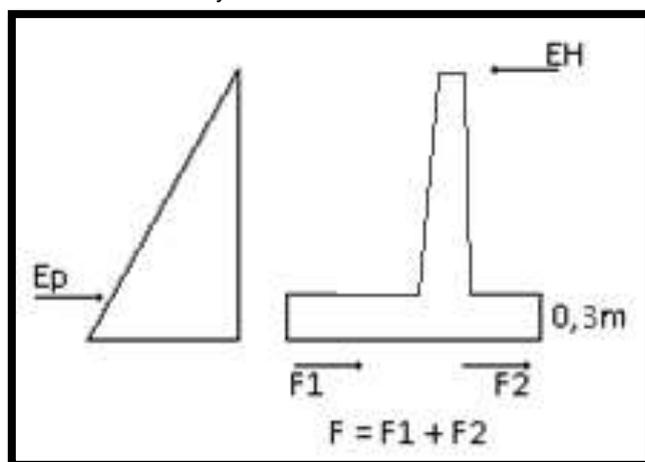


Fig 17. Cargas horizontales y verticales actuantes
Fuente: El Autor
Elaborado: El Autor

Condición de seguridad: $FR \geq 1,5 EH$

$FR = E_p + F F = N \cdot f$
 $\mu = 0,5$ coeficiente de fricción

$$\frac{FR}{EH} \geq 1,5 \quad (5.53)$$

5.5.5.3 Asentamiento

5.5.5.3.1 Capacidad portante

Los esfuerzos transmitidos al terreno deberán ser menores o iguales al máximo esfuerzo permisible que recomiende el estudio de suelos. También es importante enfatizar que además de la capacidad de soporte del suelo debe considerarse la probabilidad de asentamientos de muros, y de los efectos en las construcciones superiores o aledañas, lo que podría sugerir la necesidad de estabilizar el suelo con cemento, por lo que las conclusiones que se derivan de esta investigación no serán aplicables a tales casos.

Estas presiones se determinan mediante la siguiente expresión:

$$\sigma_{max,min} = \frac{\sum Fv}{A} \pm \frac{M_c \cdot y}{I} \quad (5.54)$$

$\sigma_{max,min}$: Esfuerzos actuantes máximo y mínimo

$\sum Fv$: Fuerza vertical total

A: Área

M_c : Sumatoria de momentos en el centro de la base del muro

Y: Distancia del EN. al extremo de la base del muro

I: Inercia

5.5.5.3.2 Excentricidad

Esto es un análisis del lugar en donde actúa la resultante, se determina de la siguiente forma: considerando el peso del puente al asentarse sobre los estribos.

$$x = \frac{\sum M_E - M_D}{P_{Total}} \quad (5.55)$$

$$e = \frac{B}{2} - x \quad (5.56)$$

$$e \leq e_{max} \quad (5.57)$$

$$x = \frac{\sum M_E - M_D}{\sum F_v} \quad (5.58)$$

5.5.5.3 Fuerza vertical total

- Peso del muro y suelo actuante sobre él.
- Carga de la superestructura (por metro lineal de muro).

5.5.5.4 Control de asentamientos

Los asentamientos generados por una estructura son el efecto de la compresión de los estratos del suelo debido a la deformación de sus partículas, a la acomodación de sus partículas o a la expulsión de agua o aire de los espacios vacíos.

Para el cálculo del asentamiento se considera las fórmulas de un asentamiento inmediato, el mismo que es provocado por la deformación elástica del suelo seco o de los suelos húmedos y saturados.

La fórmula utilizada para este cálculo para un cimiento flexible es:

$$\delta_s = \frac{Bq_0}{E_s} (1 - \nu_s^2) \alpha; \text{ centro de la cimentación flexible}$$

El valor de α viene dado por la siguiente ecuación:

$$\alpha = \frac{1}{n} \left[\ln \left(\frac{\sqrt{1+m^2+m}}{\sqrt{1+m^2-m}} \right) + m \ln \left(\frac{\sqrt{1+m^2+1}}{\sqrt{1+m^2-1}} \right) \right] \quad (5.59)$$

Donde:

$m = L/B$

$B =$ ancho de la cimentación

$L =$ longitud de la cimentación

$q_0 =$ fuerza neta por unidad de área

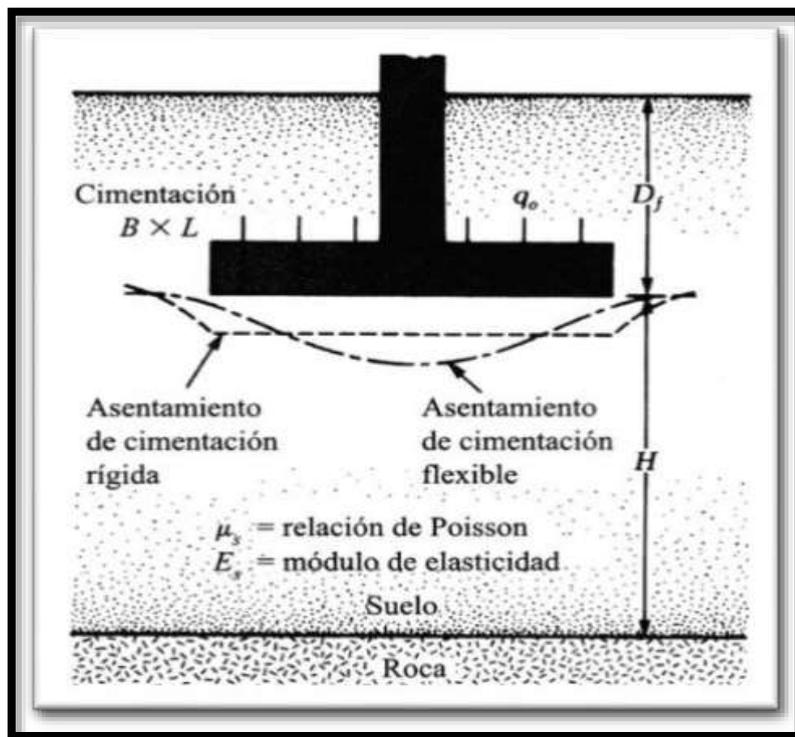


Fig 18. Control de asentamientos

Fuente: Hormigón reforzado, Roberto Rochel Awad

Elaborado: Hormigón reforzado, Roberto Rochel Awad

5.5.5.5 Rangos de parámetros del material para calcular asentamientos

Tipo de suelo	Módulo de elasticidad, E_s (MN/m ²)	Razón de Poisson, μ_s
Arena suelta	10–25	0.20–0.40
Arena de compacidad media	15–30	0.25–0.40
Arena densa	35–55	0.30–0.45
Arena limosa	10–20	0.20–0.40
Arena y grava	70–170	0.15–0.35
Arcilla blanda	4–20	
Arcilla media	20–40	0.20–0.50
Arcilla dura	40–100	

Cuadro 25. Factores de asentamiento según el tipo de suelo.

Fuente: Hormigón reforzado, Roberto Rochel Awad

Elaborado: Hormigón reforzado, Roberto Rochel Awad

Se considera un recubrimiento de 7 cm. debido a que se planea la construcción de un replantillo de hormigón en el lugar donde se colocará la zapata. De no ser así, el recubrimiento debe ser de 7,5 cm, para hormigón asentado directamente sobre el suelo. Para el estribo diseñado se comprobó que los asentamientos inmediatos, para cimientos rígidos y flexibles, no superan los valores admisibles.

En su cálculo intervienen los parámetros de compresibilidad del suelo, como son el módulo de Poisson y el módulo de elasticidad.

5.6 DISEÑO ESTRUCTURAL

Este capítulo se centra en el diseño de todos los elementos constitutivos del puente, iniciando por el conocimiento de la geometría que se detalla a continuación.

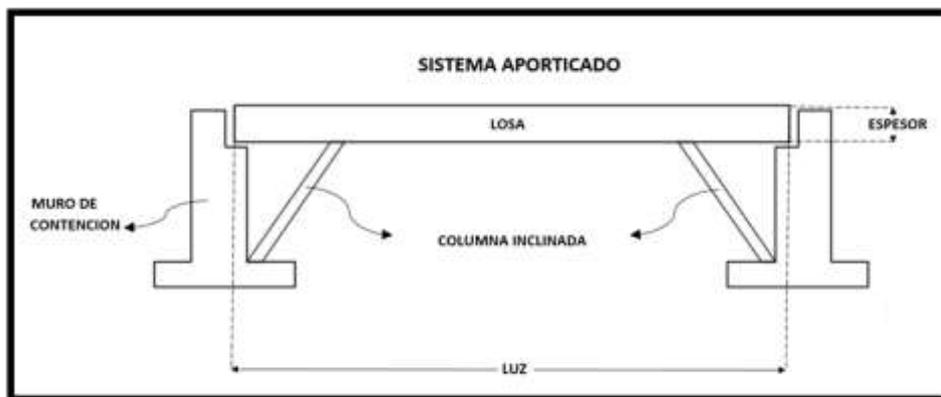


Fig19. Geometría Transversal

Fuente: El autor

Elaborado: El autor

5.6.1 Determinación de Cargas

Una vez determinada la geometría, se procede a la determinación de cargas actuantes sobre la estructura del puente, pudiendo clasificarlas en cargas vivas y cargas muertas.

5.6.1.1 Carga Viva.

La carga viva corresponde a la carga de servicio conformada por los vehículos, peatones, máquinas especiales en movimiento, etc. Según la normativa AASHTO hay dos clases principales de camiones, los denominados con la letra H seguida de un número y los designados con las letras HS, seguidas también de características numéricas; los designados con la letra H tienen solo dos ejes y el número que acompaña a la denominación indica el peso total del camión cargado en toneladas; los caracterizados con las letras HS, son vehículos del tipo cabezales de 3

ejes, de la misma manera, los números que acompañan a la denominación, indica el peso del vehículo en toneladas.

VEHÍCULOS	PESO (TONELADAS, W)	P1 (Kg)	P2 (Kg)
H 15	15 Tn	1500	6000
H 20	20 Tn	2000	8000
H 25	25 Tn	2500	10000

Cuadro 26. Tren de Cargas denominación H
Fuente: Ing. Patricio Vergara
Elaborado: El autor

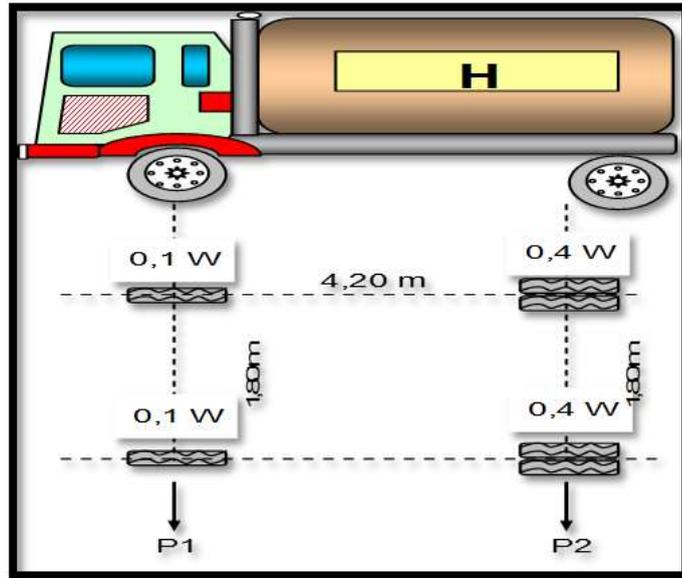


Fig 20. Tren de Carga tipo H
Fuente: Ing. Patricio Vergara
Elaborado: Ing. Patricio Vergara

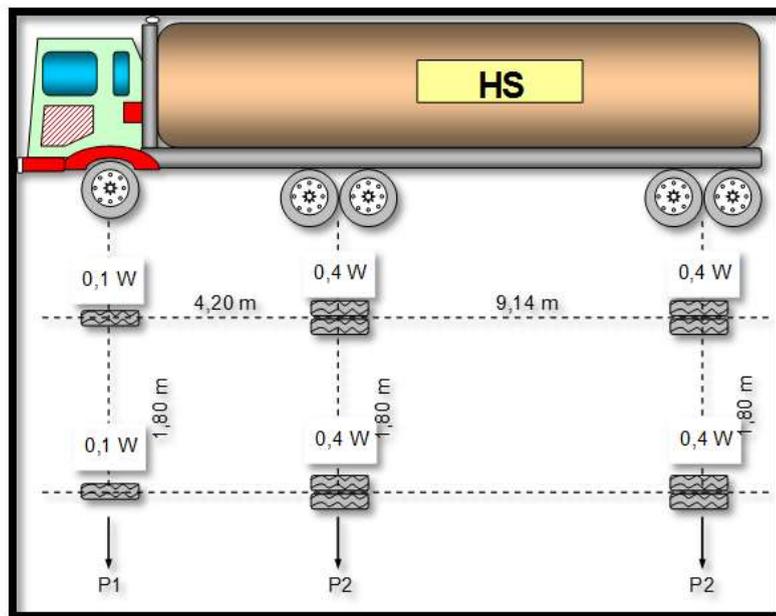


Fig 21. Tren de Cargas denominación HS
Fuente: Ing. Patricio Vergara
Elaborado: Ing. Patricio Vergara

VEHÍCULOS	PESO (TONELADAS, W)	P1 (Kg)	P2 (Kg)	P2 (Kg)
HS 20	20 Tn	2000	8000	8000
HS 25	25 Tn	2500	10000	10000

Cuadro 27. Tren de Cargas denominación HS
Fuente: Ing. Patricio Vergara
Elaborado: El autor

Para el caso particular, por considerarse un puente urbano de un carril que a su vez sirve de vía de enlace para el transporte liviano y ganado, se ha considerado el tren de cargas HS 25, obteniéndose así las siguientes cargas:

- P1 = 2500 Kg
- P2 = 10000 Kg

Dentro de la Norma Ecuatoriana Vial (NEVI-12), está considerada la carga viva AASHTO Standard HB -17 (AASHTO LRFD-SECCION 3), pero con las siguientes modificaciones. La carga HS 20-44, cuando predomine la carga distribuida con la concentrada adicional, este factor será igual a 1.25. Esta carga modificada se denomina CAMION – MTOP (antes HS-MOP). Figuras 6 y 7

5.6.1.1.1 Proceso de Cálculo (Carga Viva).

A continuación se describe paso a paso el proceso de cálculo y manipulación de la carga viva.

- Determinación de Cargas (AASHTO):

$$P_T = 1.3 * D + \frac{5}{3} * (L + I)$$

P_T = Carga total (Kg)
D = Carga Muerta (Kg)
L = Carga Viva (Kg)
I = Impacto

- Determinación del Impacto:

$$I = \frac{50}{3.28 * L + 125}$$

I = Impacto
L = Luz libre (Tramo central, referenciar fig. 23)

$$I = \frac{50}{3.28 * 15 + 125}$$

$$I = 0.287 \approx 0.30$$

- Determinación de Cargas Vivas según formulación

$$P = \frac{5}{3} * (L + I)$$

$$P_1 = \frac{5}{3} (2500 + 0.3 * 2500)$$

$$P_1 = 5416.67Kg$$

$$P_2 = \frac{5}{3} (10000 + 0.3 * 10000)$$

$$P_2 = 21666.67Kg$$

- Aporte de tren paralelo ocasional:

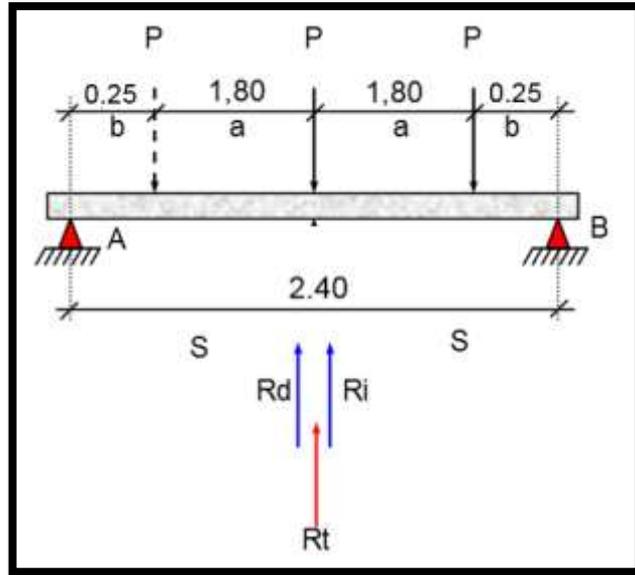


Fig 22. Aporte de tren paralelo ocasional
Fuente: Ing. Patricio Vergara
Elaborado: Ing. Patricio Vergara

$$\Sigma M_C = P * b - R_i * S = 0$$

$$R_i = \frac{P * b}{S}$$

$$\Sigma M_A = -P * b + R_d * S = 0$$

$$R_d = \frac{P * b}{S} * F_c$$

El factor F_c , corresponde a un factor de conteo de casualidad que se suscite la presencia de un tren similar y paralelo, dato tomado de la investigación del Ing. Patricio Vergara Calle, investigación que se resume a continuación:

Tipos de Vías	Factor de Casualidad (Fc)
Tercer Orden	0 – 2%
Segundo Orden	0 – 5%
Primer Orden	3 – 7%
Troncales	7 – 10%

Cuadro 28. Factor de casualidad
Fuente: Ing. Patricio Vergara
Elaborado: El autor

$$R_T = P + R_i + R_d$$

$$R_T = P + \frac{P * b}{S} + \frac{P * b}{S} * F_c$$

$$R_T = P * \left(1 + \frac{b}{S} + \frac{b}{S} * F_c \right)$$

$$R_T = P * \left(1 + \frac{b}{S} * (1 + F_c) \right)$$

Aplicando la fórmula obtenida, se procede a la mayoración de la carga viva.

$$P_{T1} = P_1 * \left(1 + \frac{b}{S} * (1 + F_C)\right)$$

$$P_{T1} = 5416.67 * \left(1 + \frac{0.25}{2.4} * (1 + 0.07)\right)$$

$$P_{T1} = 6020.40 \text{ Kg}$$

$$P_{T2} = P_2 * \left(1 + \frac{b}{S} * (1 + F_C)\right)$$

$$P_{T2} = 21666.67 * \left(1 + \frac{0.25}{2.4} * (1 + 0.07)\right)$$

$$P_{T2} = 24081.60 \text{ Kg}$$

- Determinación del Momento máximo ocasionado por la carga viva.

La posición del tren de cargas que produce al máximo momento es aquella en la cual la carga más pesada y la resultante de todas las cargas aplicadas, equidistan del centro de la luz (Carlos Ramiro Vallecilla Bahena).

1era. Hipótesis.

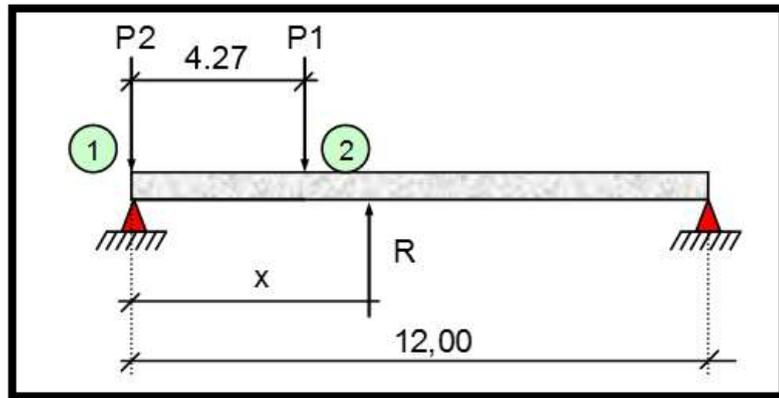


Fig 23. Esquema de la 1era. Hipótesis

Fuente: Ing. Patricio Vergara

Elaborado: Ing. Patricio Vergara

$$\sum M_1 = -P1 * 4.27 + R * x = 0$$

$$\sum F_y = -P2 - P1 + R = 0$$

$$R = P2 + P1$$

$$R = 24081.60 + 6020.40$$

$$R = 30102$$

$$x = \frac{P1 * 4.27}{R}$$

$$x = \frac{6020.40 * 4.27}{30102}$$

$$x = 0.85$$

$$e = 4.27 - 0.85$$

$$e = 3.42$$

$$e_{1/2} = 1.71$$

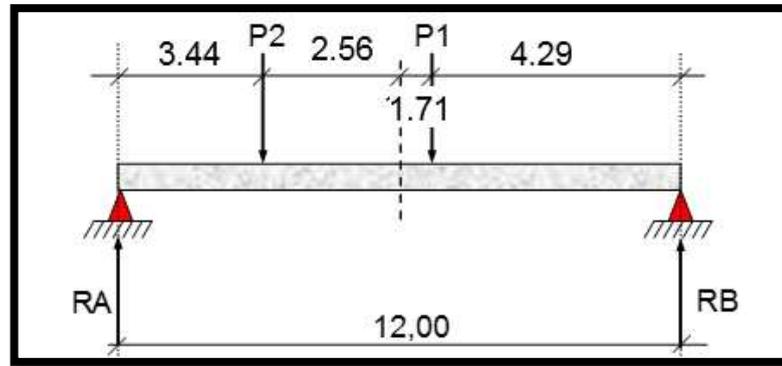


Fig 24. Esquema de presunción de la 1era. Hipótesis

Fuente: Ing. Patricio Vergara

Elaborado: Ing. Patricio Vergara

$$\sum M_A = -P_2 * 3.44 - P_1 * 7.71 + R_B * 12$$

$$R_B = \frac{24081.60 * 3.44 + 6020.40 * 7.71}{12}$$

$$R_B = 10771.50 \text{ Kg}$$

$$R_A = 19330.50 \text{ Kg}$$

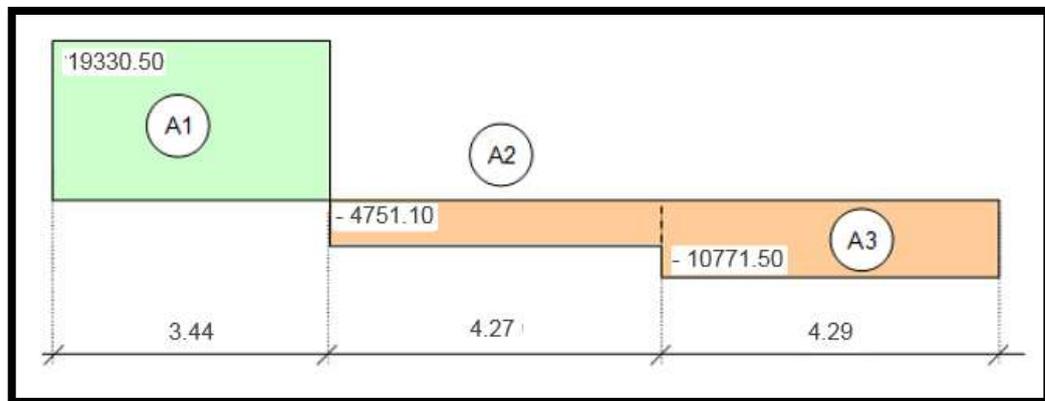


Fig 25. Diagrama cortante, 1era Hipótesis

Fuente: Ing. Patricio Vergara

Elaborado: Ing. Patricio Vergara

$$A1 = 66496.920 \text{ Kgm}$$

$$A2 = 20287.197 \text{ Kgm}$$

$$A3 = 46209.735 \text{ Kgm}$$

$$\text{Mto. Max} = 6649692 \text{ Kgcm}$$

2da. Hipótesis

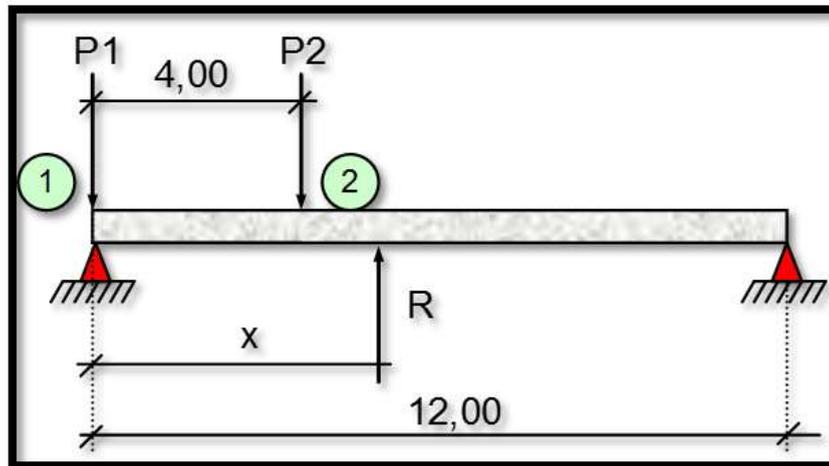


Fig 26. Esquema, 2da. Hipótesis
Fuente: Ing. Patricio Vergara
Elaborado: Ing. Patricio Vergara

$$\sum M_1 = -P2 * 4 + R * x = 0$$

$$\sum F_y = -P1 - P2 + R = 0$$

$$R = P1 + P2$$

$$R = 6020.40 + 24081.60$$

$$R = 30102 \text{ kg}$$

$$x = \frac{P2 * 4}{R}$$

$$x = \frac{24081.60 * 4}{30102}$$

$$x = 3.2$$

$$e = 4 - 3.2$$

$$e = 0.80$$

$$e_{1/2} = 0.40$$

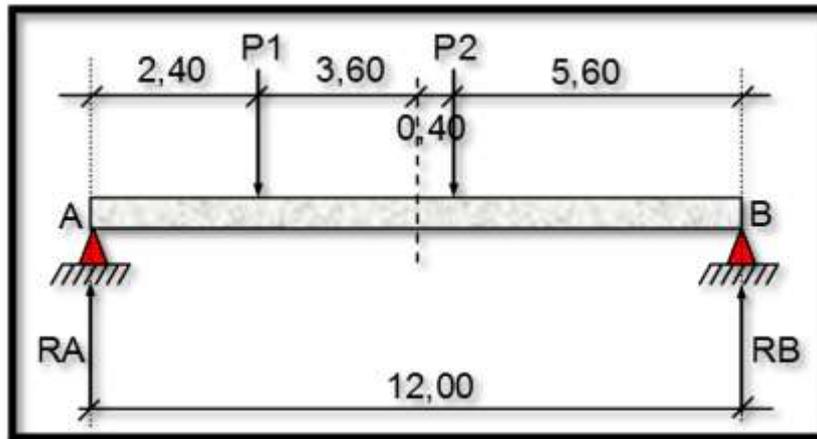


Fig 27. Esquema de presunción de la 2da. Hipótesis
Fuente: Ing. Patricio Vergara
Elaborado: Ing. Patricio Vergara

$$\sum M_A = -P1 * 2.40 - P2 * 6.40 + R_B * 12$$

$$R_B = \frac{6020.40 * 2.4 + 24081.6 * 6.40}{12}$$

$$R_B = 14047.60 \text{ Kg}$$

$$R_A = 16054.40 \text{ Kg}$$

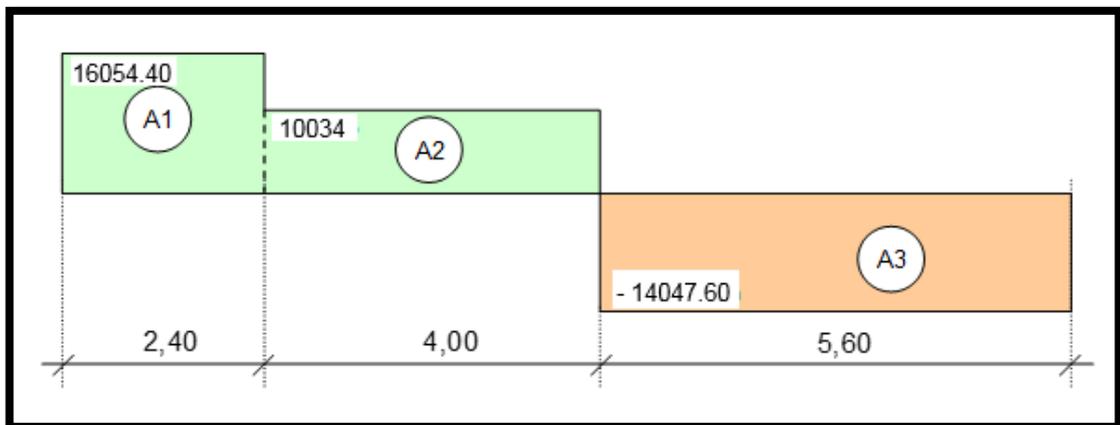


Fig 28. Diagrama cortante, 2da. Hipótesis
Fuente: Ing. Patricio Vergara
Elaborado: Ing. Patricio Vergara

A1 = 38530.56 Kgm
 A2 = 40136 Kgm
 A3 = 78666.56 Kgm
Mto. Max = 78666.56 Kgc

3ra. Hipótesis

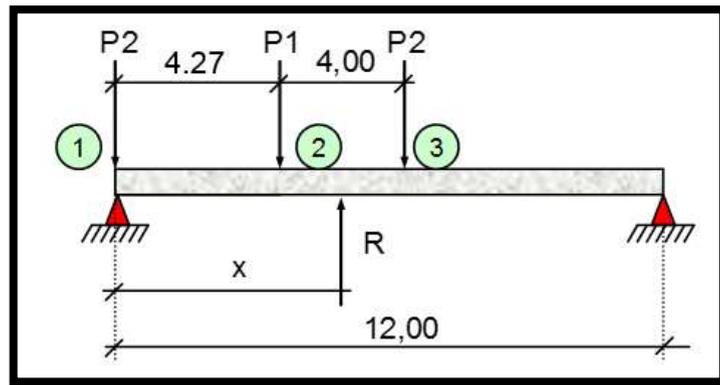


Fig 29. Esquema, 3ra. Hipótesis
Fuente: Ing. Patricio Vergara
Elaborado: Ing. Patricio Vergara

$$\sum M_1 = -P1 * 4.27 - P2 * 8.27 + R * x = 0$$

$$\sum F_y = -P1 - 2P2 + R = 0$$

$$R = P1 + 2P2$$

$$R = 6020.40 + 2 * 24081.60$$

$$R = 54183.60 \text{ Kg}$$

$$x = \frac{P1 * 4.27 + P2 * 8.27}{R}$$

$$x = \frac{6020.40 * 4.27 + 24081.60 * 8.27}{54183.60}$$

$$x = 4.15$$

$$e = 4.2 - 4.15$$

$$e = 0.05$$

$$e_{1/2} = 0.025$$

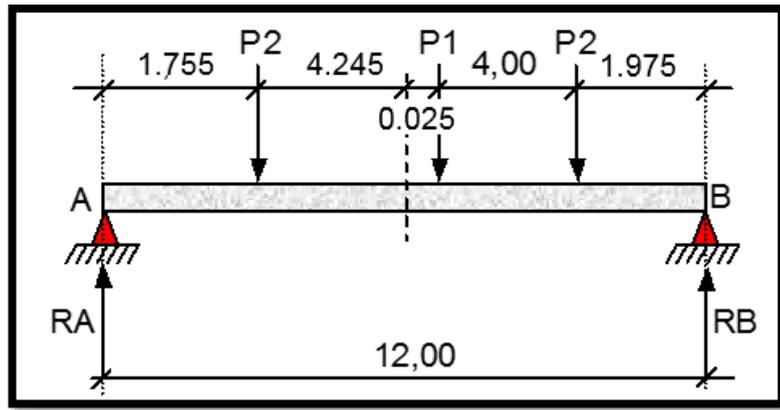


Fig 30. Esquema de presunción, 3ra. Hipótesis
Fuente: Ing. Patricio Vergara
Elaborado: Ing. Patricio Vergara

$$\sum M_A = -P_2 * 1.755 - P_1 * 6.025 - P_2 * 10.025 + R_B * 12 = 0$$

$$R_B = \frac{P_2 * 1.755 + P_1 * 6.025 + P_2 * 10.025}{12}$$

$$R_B = 26662.847 \text{ Kg}$$

$$R_A = 27520.754 \text{ Kg}$$

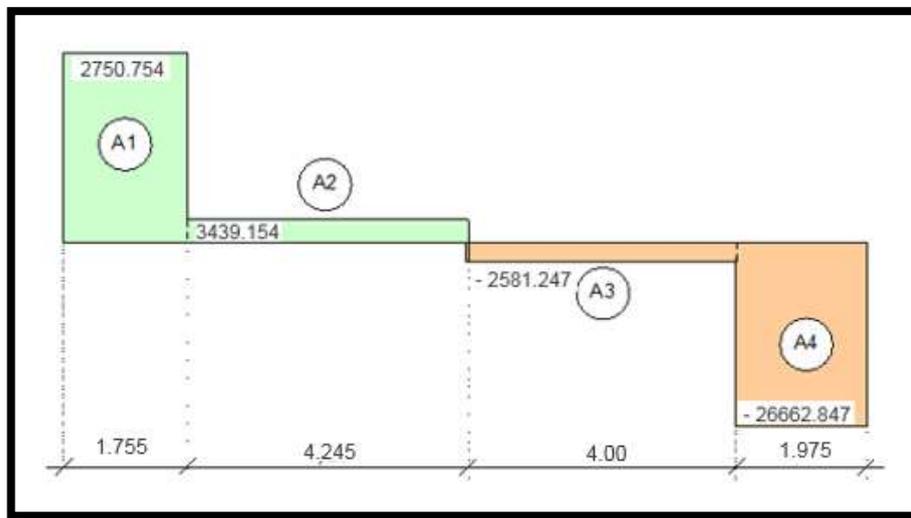


Fig 31. Diagrama cortante, 3ra. Hipótesis
Fuente: Ing. Patricio Vergara
Elaborado: Ing. Patricio Vergara

$$A1 = 48298.923 \text{ Kgm}$$

$$A2 = 14599.209 \text{ Kgm}$$

$$A3 = 10324.988 \text{ Kgm}$$

$$A4 = 52659.123 \text{ Kgm}$$

$$\text{Mto. Max} = 5265912 \text{ Kgcm}$$

4ta. Hipótesis

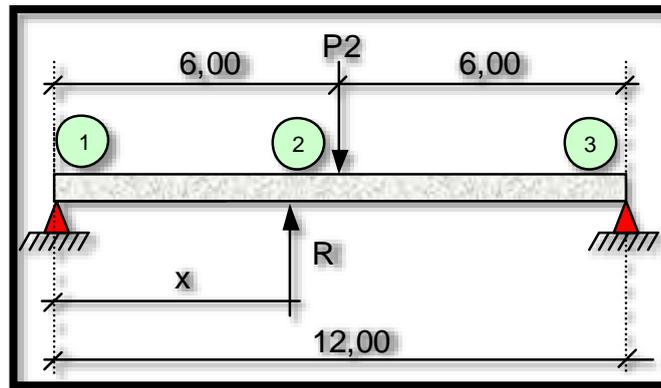


Fig 32. Esquema, 4ta. Hipótesis
Fuente: Ing. Patricio Vergara
Elaborado: Ing. Patricio Vergara

$$\sum M_1 = -P2 * 6.00 + R * x = 0$$

$$\sum F_y = -P2 + R = 0$$

$$R = 24081.60 \text{ Kg}$$

$$x = \frac{P2 * 6.00}{R}$$

$$x = \frac{24081.60 * 6.00}{28158}$$

$$x = 6$$

$$e = 0$$

$$R_A = R_B = 24081.60 * 0.5$$

$$R_A = R_B = 12040.80 \text{ Kg}$$

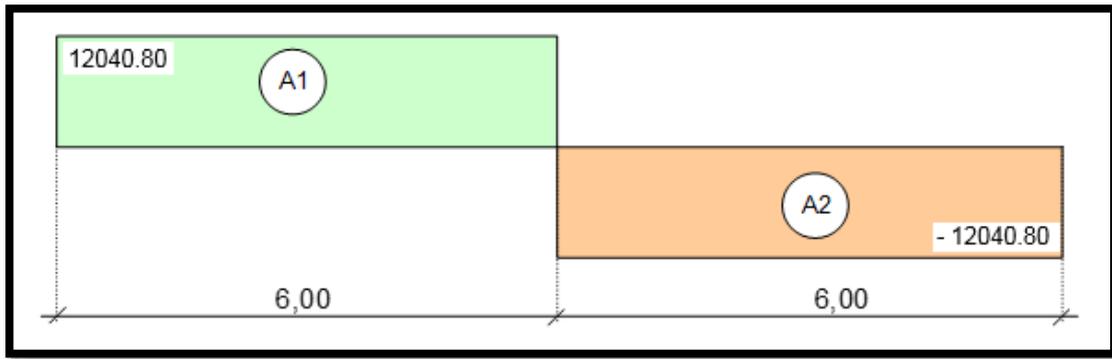


Fig 33. Diagrama cortante, 4ta. Hipótesis

Fuente: Ing. Patricio Vergara

Elaborado: Ing. Patricio Vergara

$A1 = 72244.80 \text{ Kgm}$

$A2 = 72244.80 \text{ Kgm}$

Mto. Max = 7224480 Kgc

Del análisis de las hipótesis, se concluye que el momento máximo tiene lugar en la segunda hipótesis con un valor de **7866656 Kgc**.

Aplicando el método de distribución de momentos por factores (Ing. Patricio Vergara Calle), se tiene:

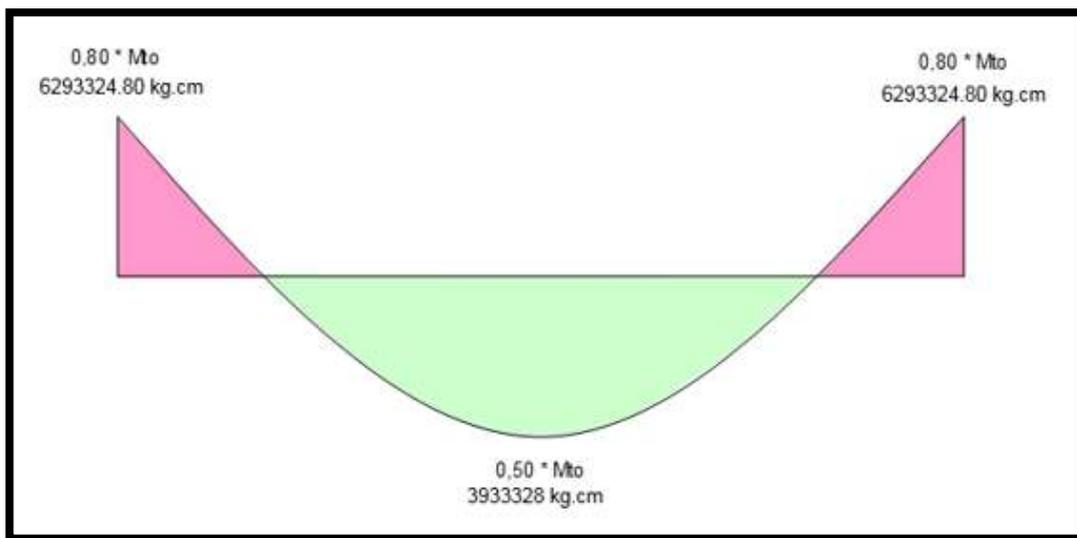


Fig 34. Diagrama de Momentos, carga viva

Fuente: Ing. Patricio Vergara

Elaborado: Ing. Patricio Vergara

- Análisis del esfuerzo cortante máximo, generado por la carga viva.

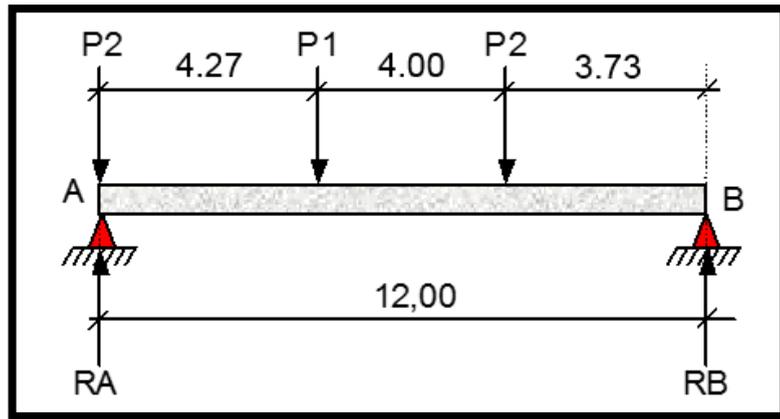


Fig 35. Diagrama de Análisis del cortante, carga viva
Fuente: Ing. Patricio Vergara
Elaborado: Ing. Patricio Vergara

$$\sum M_B = P_2 * 12 + P_1 * 7.73 + P_2 * 3.73 - R_A * 12 = 0$$

$$R_A = \frac{P_2 * 12 + P_1 * 7.73 + P_2 * 3.73}{12}$$

$$R_A = \frac{24081.60 * 12 + 6020.40 * 7.73 + 24081.60 * 3.73}{12}$$

$$R_A = 35445.11 \text{ Kg}$$

5.6.1.2 Carga Muerta.

Se considera como carga muerta al peso propio de la estructura, mismo que podemos descomponerlo en peso del hormigón armado y peso del recubrimiento asfáltico.

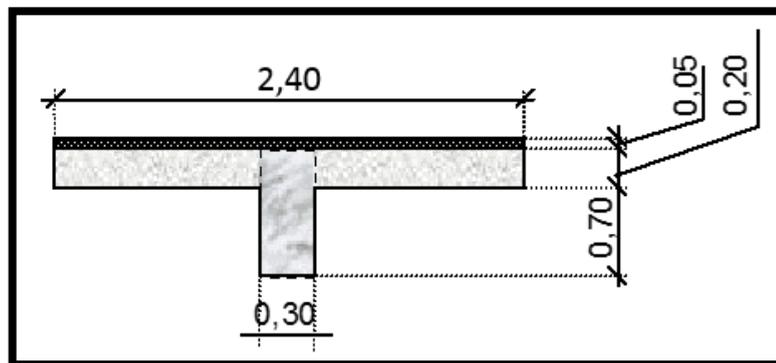


Fig 36. Esquema de chapa de rodadura, losa y viga
Fuente: Ing. Patricio Vergara
Elaborado: Ing. Patricio Vergara

$$P_{HORM} = (2.40 * 0.20 + 0.7 * 0.3) * 2400 * 1.3 = 2152.80 \text{ Kg/m}$$

$$P_{ASF} = \left(\frac{2.40 * 0.05}{2} \right) * 2000 * 1.3 = 156 \text{ Kg/m}$$

$$P_T = 2308.80 \text{ Kg/m}$$

5.6.1.2.1 Proceso de Cálculo (Carga Muerta).

Análisis del momento y cortante generado por la carga muerta

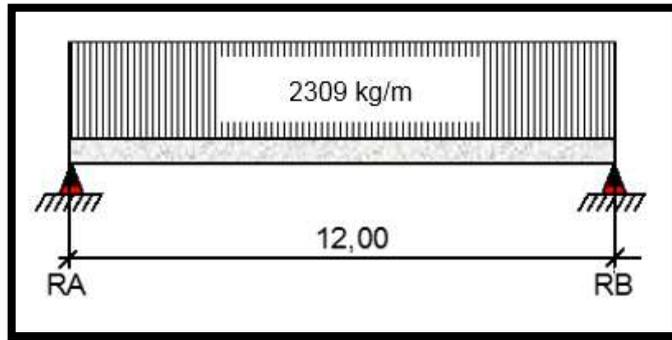


Fig 37. Esquema de carga muerta sobre la viga
Fuente: Ing. Patricio Vergara
Elaborado: Ing. Patricio Vergara

$$M_e = \frac{q * l^2}{8}$$
$$M_e = \frac{2309 * 12^2}{8}$$

$$M_e = 41562 \text{ Kgm} = 4156200 \text{ Kcm}$$

$$R_A = R_B = \frac{2309 * 12}{2}$$

$$R_A = R_B = 13854 \text{ Kg}$$

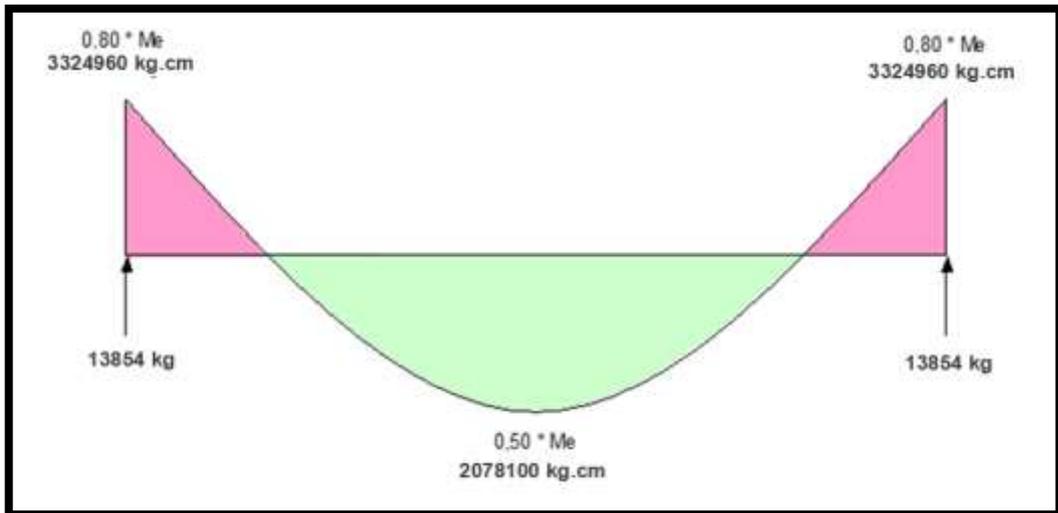


Fig 38. Esquema de momento y cortante, generado por carga muerta
Fuente: Ing. Patricio Vergara
Elaborado: Ing. Patricio Vergara

5.6.1.3 Envolvente de Esfuerzos.

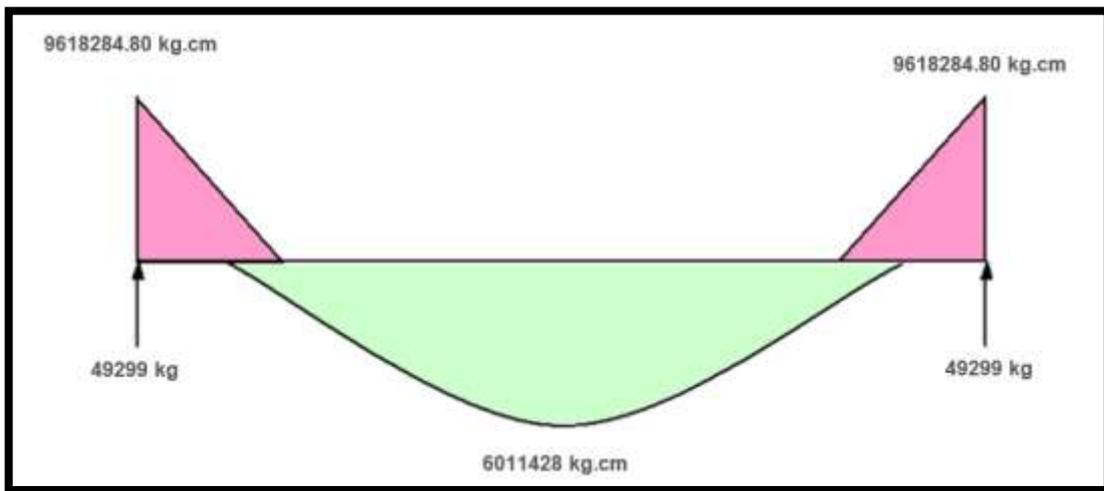


Fig 39. Esquema, sumatoria de esfuerzos
Fuente: Ing. Patricio Vergara
Elaborado: Ing. Patricio Vergara

5.6.2 Diseño de la Viga

La viga se debe sobrellevar sin problema las prestaciones de servicio, por tal motivo se detalla a continuación paso a paso el proceso de diseño y validación de la viga.

5.6.2.1 Deformación Elástica

Si bien es cierto que la viga es un elemento flexible deformable, que libera energía gracias a estas condiciones, también es verdad que dicha flexión está en función de su capacidad de deformación al someterse a carga, sin embargo, un excesivo rango de deformación produce fatiga en el acero y el agrietamiento paulatino del hormigón, de allí la importancia de tomar en cuenta este aspecto para el diseño.

- a) Determinación de la Inercia (Teorema de Stainer)

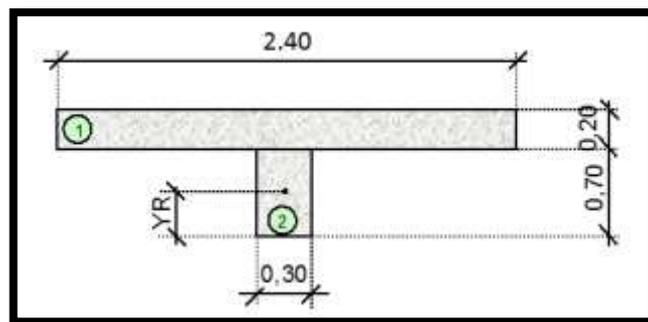


Fig 40. Esquema de cuerpos para el cálculo de la Inercia
Fuente: Ing. Patricio Vergara
Elaborado: Ing. Patricio Vergara

$$Y_R = \frac{A_i * Y_i}{\sum A_i} = \frac{A_1 * Y_1 + A_2 * Y_2}{A_1 + A_2}$$

$$A_1 = 240 * 20 = 4800cm^2$$

$$Y_1 = 80\text{cm}$$

$$A_2 = 30 * 70 = 2100\text{cm}^2$$

$$Y_2 = 35\text{cm}$$

$$\sum A = 6900\text{cm}^2$$

$$Y_R = \frac{4800 * 80 + 2100 * 35}{6900}$$

$$Y_R = 66.30\text{ cm}$$

$$I = \sum I_{xi} + A_i * d_i^2$$

$$I_{x1} = \frac{1}{12} * (240 * 20^3) = 160000\text{ cm}^4$$

$$I_{x2} = \frac{1}{12} * (30 * 70^3) = 857500\text{ cm}^4$$

$$d_1 = Y_1 - Y_R = 80 - 66.30 = 13.70$$

$$d_2 = Y_2 - Y_R = 35 - 66.30 = -31.30$$

$$I = (160000 + 4800 * 13.70^2) + (857500 + 2100 * (-31.30)^2)$$

$$I = 3975761\text{cm}^4$$

b) Comprobación de la deformación elástica

$$\Delta_C = \frac{5 * M_C * L_e^2}{48 * E * I}$$

M_C = Momento Central

L_e = Longitud Equivalente (80% Luz libre)

E = Módulo de elasticidad

I = Inercia

$$L_e = 0.80 * 1200 = 960\text{ cm}$$

$$E = 0.14 * W^{1.5} * \sqrt{f'c}$$

W = Peso del hormigón simple

$f'c$ = Resistencia del hormigón

$$E = 0.14 * 2400^{1.5} * \sqrt{210} = 238536.34\text{ Kg/cm}^2$$

$$\Delta_C = \frac{5 * 6151828 * 960^2}{48 * 238536.34 * 3975761}$$

$$\Delta_c = 0.623 \text{ cm}$$

Según la norma AASHTO para puentes, la deformación elástica sería:

$$\Delta_c = \frac{L_e}{(de\ 800\ hasta\ 1000)}$$

$$\Delta_c = \frac{960}{900} = 1.066 \text{ cm}$$

Por tanto, como $0.623 < 1.066$ cm; se concluye que la viga prediseñada, cumple con la deformación elástica establecida.

5.6.2.1.1 Diseño de cuantías de acero en la viga.

- Diseño de la Viga en los apoyos:

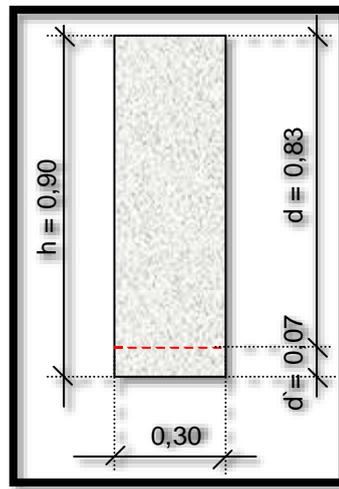


Fig 41. Geometría de la viga prediseñada

Fuente: Ing. Patricio Vergara

Elaborado: Ing. Patricio Vergara

Se calcula el acero de refuerzo, por fórmula (Ing. Patricio Vergara Calle); la formulación es aplicable para hormigón con resistencia de 210 Kg/cm² y se calcula el acero de diseño en los apoyos de la viga.

$$A_d = 0.0425 * b * \left(d - \sqrt{d^2 - \frac{M_u}{80.325 * b}} \right)$$

$$A_d = 0.0425 * 30 * \left(83 - \sqrt{83^2 - \frac{11017664}{80.325 * 30}} \right)$$

$$A_d = 44.45 \text{ cm}^2$$

$$A_{min} = \frac{14}{f_y} * b * d$$

$$A_{min} = \frac{14}{4200} * 30 * 83$$

$$A_{min} = 8.3 \text{ cm}^2$$

Según la normativa ACI, se puede tomar 2 interpretaciones de ρ_b para el cálculo del acero máximo:

$$\begin{aligned}\rho_{\max \text{ sismo}} &= 0.5 * \rho_b \\ \rho_{\max} &= 0.75 * \rho_b \\ A_{\max 1} &= 0.5 * \rho_b * b * d \\ A_{\max 1} &= 0.5 * 0.0212 * 30 * 83\end{aligned}$$

$$A_{\max 1} = 26.39 \text{ cm}^2$$

$$\begin{aligned}A_{\max 2} &= 0.75 * \rho_b * b * d \\ A_{\max 2} &= 0.75 * 0.0212 * 30 * 83\end{aligned}$$

$$A_{\max 2} = 39.59 \text{ cm}^2$$

Como el acero de diseño (44.45 cm^2) es mayor que el acero máximo permisible (39.59 cm^2), debemos modificar la geometría de la viga, para lo cual se plantea la siguiente iteración.

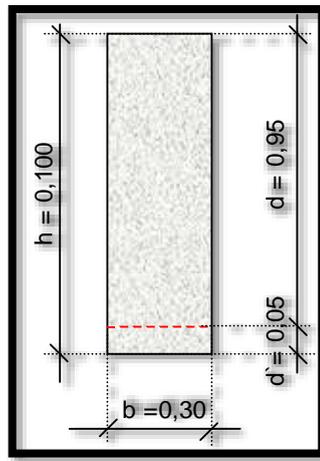


Fig 42. Geometría de la viga prediseñada, 2da. Iteración

Fuente: Ing. Patricio Vergara

Elaborado: Ing. Patricio Vergara

$$A_d = 36.04 \text{ cm}^2$$

$$A_{\max 1} = 30.21 \text{ cm}^2$$

$$A_{\max 2} = 45.31 \text{ cm}^2$$

Como se puede apreciar, al acero de diseño (36.04 cm^2), está dentro de los parámetros permisibles, por tanto se procede a la distribución con acero $\varnothing 20 \text{ mm}$

$$\varnothing 20 \text{ mm} = 3.14 \text{ cm}^2$$

$$\frac{36.04}{3.14} = 11.47 \approx 12 \text{ varillas}$$

- Diseño de la Viga en el tramo central

Por la diferencia de momentos existente entre el tramo central y los apoyos, se trata de ubicar una geometría que satisfaga dichas diferencias para lo cual se procede con una metodología desarrollada por el Ing. Patricio Vergara.

$$d \geq 0.12 * \sqrt{\frac{Mu}{b}}$$

$$d \geq 0.12 * \sqrt{\frac{6886040}{30}}$$

$$d = 57.49 \text{ cm}$$

$$h = d + d' = 57.49 + 5 = 62.49 \approx 65 \text{ cm}$$

Se procede a comprobar si la viga funciona como viga rectangular o viga "T":

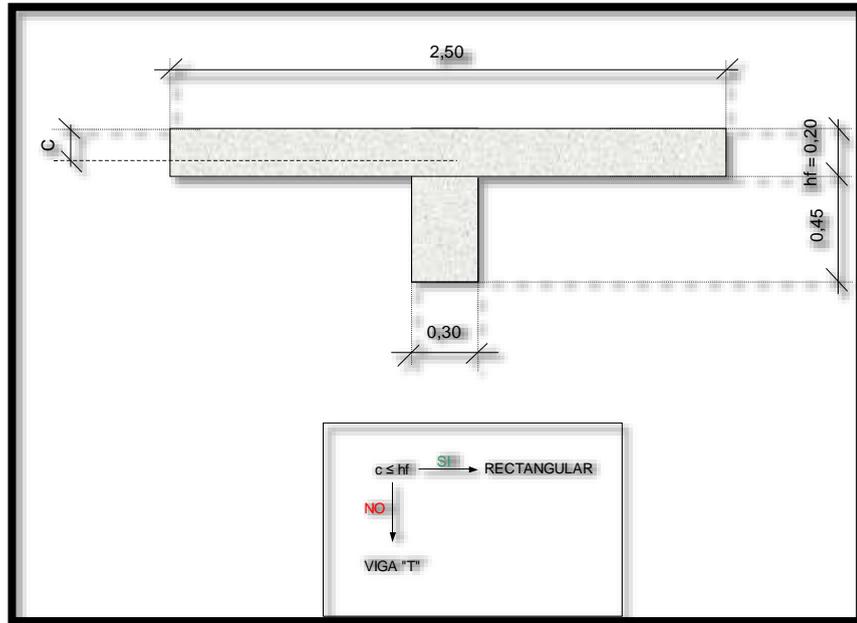


Fig 43. Geometría de la viga prediseñada, tramo central, 1era. Iteración
Fuente: Ing. Patricio Vergara
Elaborado: Ing. Patricio Vergara

$$A_{min} = \frac{14}{f_y} * b * d$$

$$A_{min} = \frac{14}{4200} * 30 * 60$$

$$A_{min} = 6 \text{ cm}^2$$

$$c = \frac{A_s * f_y}{0.85 * \beta * b * f'c}$$

$$c = \frac{6 * 4200}{0.85 * 0.85 * 30 * 210}$$

$$c = 5.53$$

Como $5.53 < 20$, se trata de una viga rectangular, por tanto, se procede al diseño de la viga rectangular con los siguientes datos:

$b = 250 \text{ cm}$

$d = 60 \text{ cm}$

$M_u = 6886040 \text{ Kgcm}$

$$A_d = 31.12 \text{ cm}^2$$

Con la nueva cuantía calculada A_d , se comprueba nuevamente el valor de "c"

$$c = 28.71$$

Como $28.71 > 20$, se trata de una viga "T", por tanto, se procede a modificar la geometría de la viga.

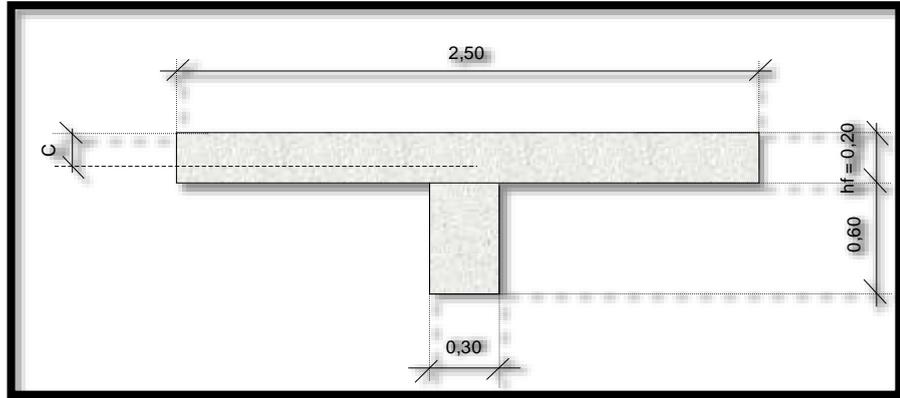


Fig 44. Geometría de la viga prediseñada, tramo central, 2da. Iteración
Fuente: Ing. Patricio Vergara
Elaborado: Ing. Patricio Vergara

$b = 250$ cm
 $d = 75$ cm
 $h = 80$
 $Mu = 6886040$ Kgcm

$$A_d = 24.67 \text{ cm}^2$$

$$c = 22.76$$

Como $22.76 > 20$, se trata de una viga "T", por tanto, se procede a modificar la geometría de la viga, para lo cual recurrimos al diseño geométrico de los apoyos de la viga.

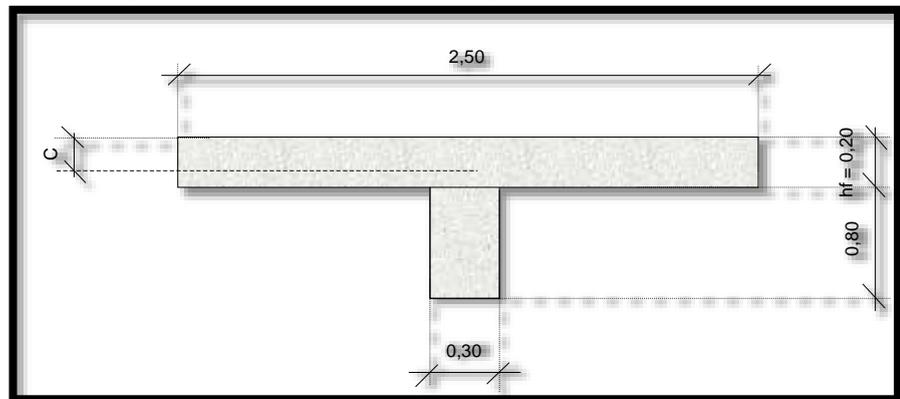


Fig 45. Geometría de la viga prediseñada, tramo central, 3ra. Iteración
Fuente: Ing. Patricio Vergara
Elaborado: Ing. Patricio Vergara

$b = 250$ cm
 $d = 95$ cm
 $h = 100$
 $Mu = 6886040$ Kgcm

$$A_d = 19.36 \text{ cm}^2$$

$$c = 17.86$$

Como $17.86 > 20$, se trata de una viga rectangular, por tanto se calcula el acero mínimo longitudinal requerido

$$A_{min} = \frac{14}{f_y} * b * d$$

$$A_{min} = \frac{14}{4200} * 30 * 95$$

$$A_{min} = 9.5 \text{ cm}^2$$

Utilizando acero \varnothing 20 mm, se calcula el acero longitudinal

$$\frac{9.5}{3.14} = 3.02 \approx 4 \text{ varillas}$$

$$A_{max1} = 0.5 * \rho b * b * d$$

$$A_{max1} = 0.5 * 0.0212 * 30 * 95$$

$$A_{max1} = 30.21 \text{ cm}^2$$

Como se puede apreciar el acero de diseño (19.36 cm²), se encuentra dentro de los parámetros, por lo cual se procede a detallar la cuantía con acero \varnothing 20 mm en el tramo central

$$\frac{19.36}{3.14} = 6.17 \approx 7 \text{ varillas}$$

5.6.2.1.2 Diseño de la viga al esfuerzo cortante.

En esta fase, se comprueba que la resistencia al corte del hormigón (V_c), sea mayor que el cortante de diseño.

$$V_{max} = 49299 \text{ Kg}$$

$$V_c = 0.53 * \sqrt{f'c} * b * d$$

$$V_c = 0.53 * \sqrt{210} * 30 * 95$$

$$V_c = 21889.22 \text{ Kg}$$

$$V_n = \frac{V_{max}}{0.85}$$

$$V_n = \frac{49299}{0.85} = 57998.82 \text{ Kg}$$

Como la resistencia al cortante del hormigón V_c (21889.22 Kg) es menor que el cortante de diseño V_n (57998.82 Kg), la viga necesita refuerzo al cortante en los apoyos.

$$V_s = V_n - V_c$$

$$V_s = 57998.82 - 21889.22 = 36109.604 \text{ Kg}$$

Conocido el cortante actuante V_s (36109.604 Kg), se procede a calcular el espaciamiento de los estribos con una varilla \varnothing 10 mm

$$\varnothing 10 \text{ mm} = 0.78 \text{ cm}^2$$

Debido a la geometría de los estribos en forma de "U", se tiene el área del acero

$$A_v = 2 * 0.78 = 1.56 \text{ cm}^2$$

$$S_{10mm} = \frac{A_v * f_y * d}{V_s}$$

$$S_{10mm} = \frac{1.56 * 4200 * 95}{37417.84}$$

$$S_{10mm} = 16.63 \text{ cm}$$

El espaciamiento "S" entre estribos se recomienda a 1/5 de la luz libre, motivo por el cual se opta por:

$1 \text{ } \varnothing \text{ } 10 \text{ mm c / } 10 \text{ mm}$ a 1/5 de la luz libre

$1 \text{ } \varnothing \text{ } 10 \text{ mm c / } 25 \text{ mm}$ al centro de la luz libre

5.6.3 Diseño de los segmentos extremos de la viga principal (1.50m)

5.6.3.1 Esfuerzos por carga viva.

Consideramos $P_2 = 24081.60 \text{ kg}$ del cálculo de cargas vivas que se realizó con anterioridad

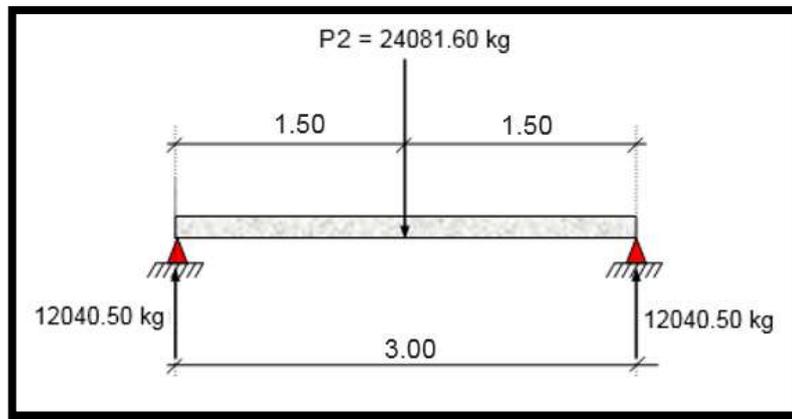


Fig 46. Esquema, Hipótesis de carga
Fuente: Ing. Patricio Vergara
Elaborado: Ing. Patricio Vergara

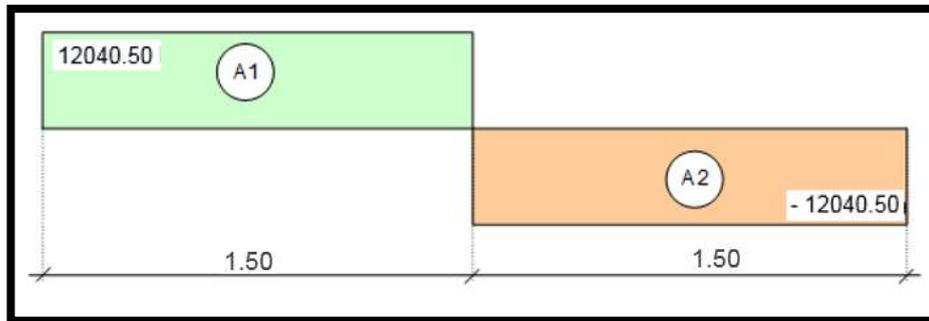


Fig 47. Diagrama, Hipótesis de carga
Fuente: Ing. Patricio Vergara
Elaborado: Ing. Patricio Vergara

$$A1 = A2 = 18060.75 \text{ Kgcm}$$

Mto. Max = 1806075 Kgcm

Aplicando el método de distribución de momentos por factores (Ing. Patricio Vergara Calle), se tiene:

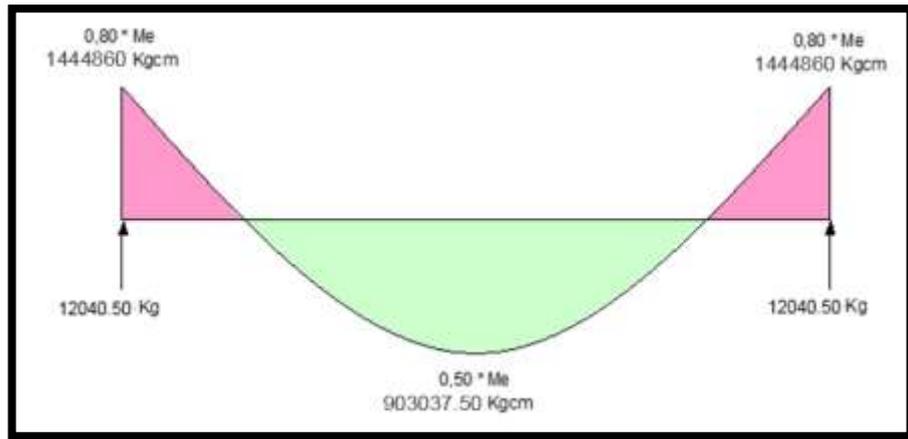


Fig 48. Esquema de momento y cortante, generado por carga viva
Fuente: Ing. Patricio Vergara
Elaborado: Ing. Patricio Vergara

5.6.3.1.1 Proceso de Cálculo (Carga Muerta).

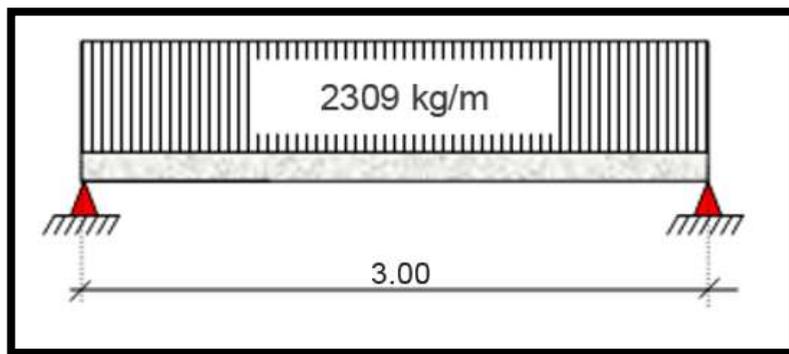


Fig 49. Esquema de carga muerta sobre la viga
Fuente: Ing. Patricio Vergara
Elaborado: Ing. Patricio Vergara

$$M_e = \frac{q * l^2}{8}$$

$$M_e = \frac{2309 * 3^2}{8}$$

$$M_e = 2597.63 \text{ Kgm} = 259763 \text{ Kgcm}$$

$$R_A = R_B = \frac{2309 * 3}{2}$$

$$R_A = R_B = 3464 \text{ Kg}$$

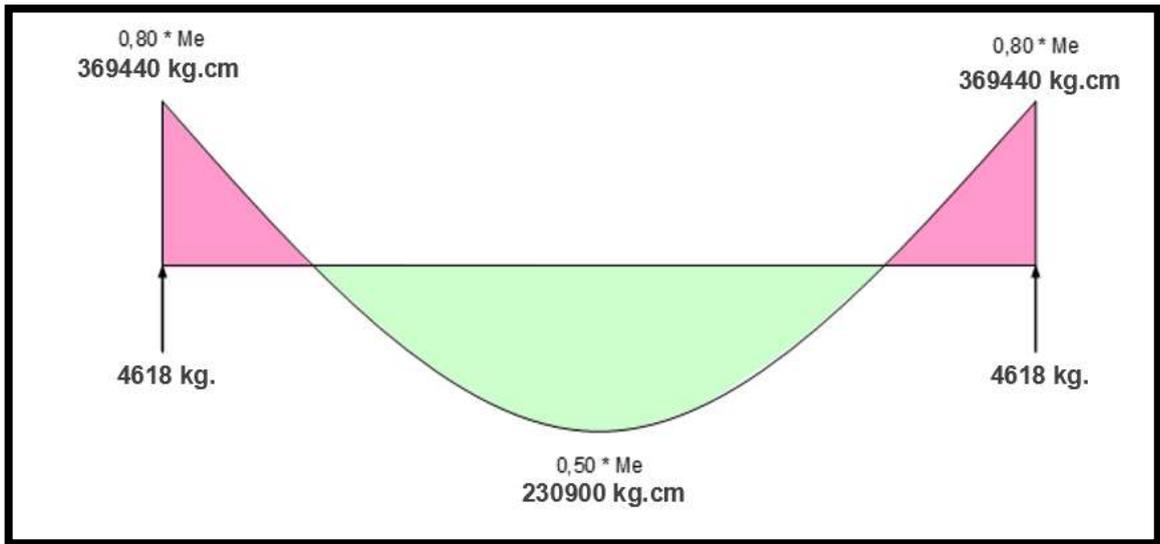


Fig 50. Esquema de momento y cortante, generado por carga muerta
Fuente: Ing. Patricio Vergara
Elaborado: Ing. Patricio Vergara

5.6.3.2 Envolverte de Esfuerzos.

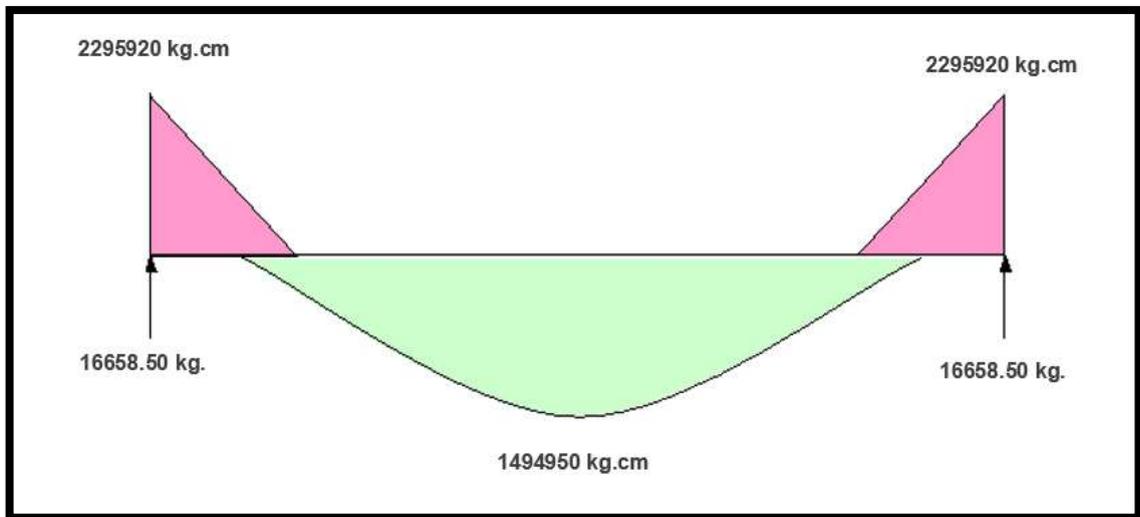


Fig 51. Esquema, sumatoria de esfuerzos, viga pequeña
Fuente: Ing. Patricio Vergara
Elaborado: Ing. Patricio Vergara

5.6.4 Diseño del tramo de viga de extremo (1.50 m)

Se parte de la sección determinada en el tramo central de la viga principal, tal como se detalla a continuación:

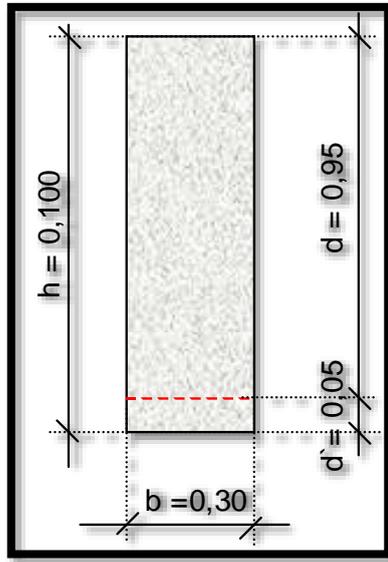


Fig 52. Geometría de la viga prediseñada
Fuente: Ing. Patricio Vergara
Elaborado: Ing. Patricio Vergara

Se calcula el acero de refuerzo, por fórmula (Ing. Patricio Vergara Calle); la formulación es aplicable para hormigón con resistencia de 210 Kg/cm² y se calcula el acero de diseño en los apoyos de la viga.

$$A_d = 0.0425 * b * \left(d - \sqrt{d^2 - \frac{M_u}{80.325 * b}} \right)$$

$$A_d = 0.0425 * 30 * \left(95 - \sqrt{95^2 - \frac{2295920}{80.325 * 30}} \right)$$

$$A_d = 6.57 \text{ cm}^2$$

$$\phi 20 \text{ mm} = 3.14 \text{ cm}^2$$

$$\frac{6.57}{3.14} = 2.09 \approx 3 \phi 20 \text{ mm}$$

Por lo tanto, el tramo de la viga pequeña de 4 mts, se armará con el acero longitudinal del tramo de viga central 12 mts, o sea 3 ϕ 20 mm.

5.6.5 Cálculo y Diseño de la Losa de Rodadura.

Para el cálculo y diseño de la losa de rodadura, suponemos una hipótesis de carga extrema, idealizada en el siguiente esquema:

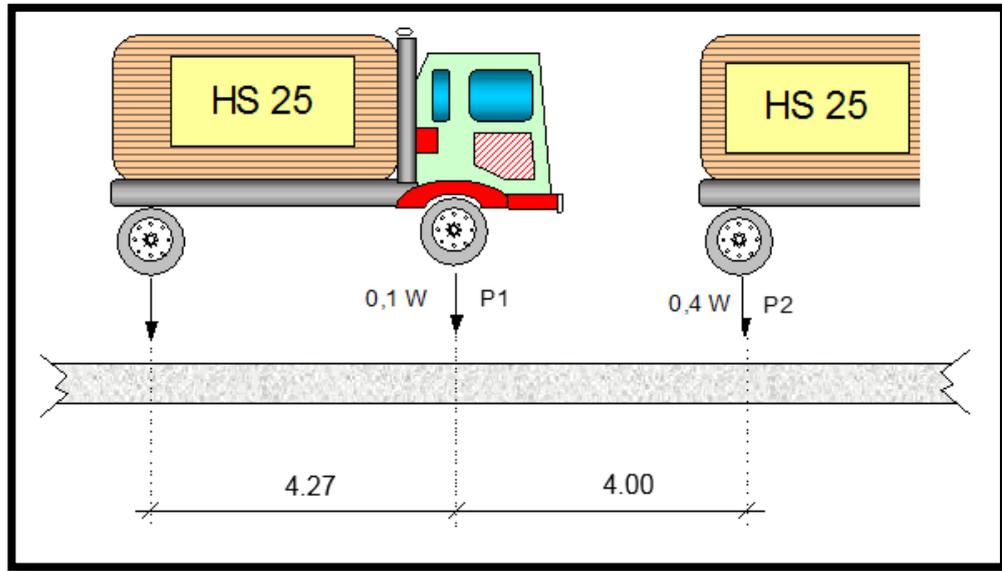


Fig 53. Esquema de carga sobre la losa de rodadura
Fuente: Ing. Patricio Vergara
Elaborado: Ing. Patricio Vergara

Se calculó el área de influencia (A_F)

$$A_F = \frac{4,27 + 4,00}{2} = 4,14 \text{ mts}$$

Se toma una franja longitudinal equivalente al 60% del área de influencia

$$4,14 * 0,6 = 2,48 \approx 2,50 \text{ m.}$$

Determinación de Cargas (AASHTO):

$$P_T = 1,3 * D + \frac{5}{3} * (L + I)$$

P_T = Carga total (Kg)
 D = Carga Muerta (Kg)
 L = Carga Viva (Kg)
 I = Impacto

Determinación del Impacto:

$$I = \frac{50}{3,28 * L + 125}$$

I = Impacto
 L = Luz libre (Tramo central, referenciar fig. 23)

$$I = \frac{50}{3,28 * 2,40 + 125}$$

$$I = 0.376 \approx 0.40$$

Determinación de Cargas Vivas según formulación

$$P = \frac{5}{3} * (L + I)$$

$$P = \frac{5}{3}(10000 + 0.4 * 10000)$$

$$P = 23334 \text{ Kg}$$

Cálculo del momento y cortante generado por carga viva en la losa de rodadura

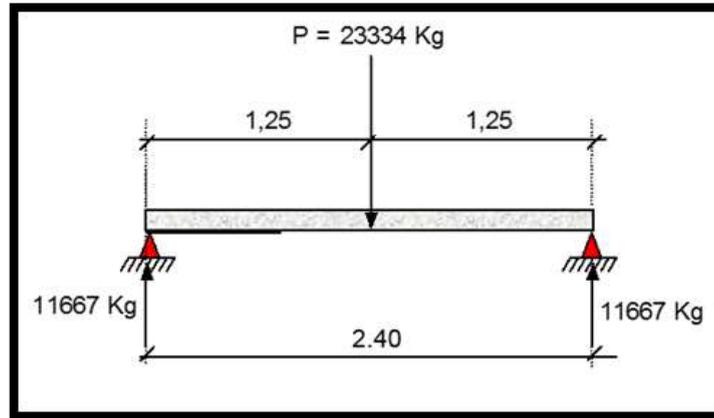


Fig 54. Esquema de carga puntual sobre la losa de rodadura
Fuente: Ing. Patricio Vergara
Elaborado: Ing. Patricio Vergara

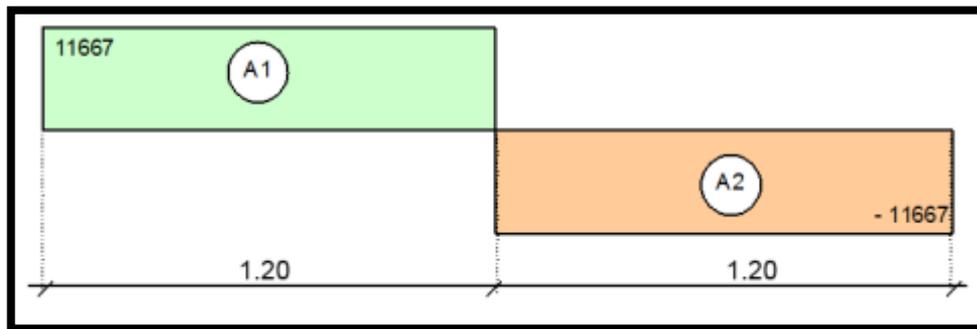


Fig 55. Esquema de Hipótesis de carga sobre la losa de rodadura
Fuente: Ing. Patricio Vergara
Elaborado: Ing. Patricio Vergara

$$A1 = A2 = 14000.40 \text{ Kgm}$$

Mto. Max = 1400040 Kgcm

Aplicando el método de distribución de momentos por factores (Ing. Patricio Vergara Calle), se tiene:

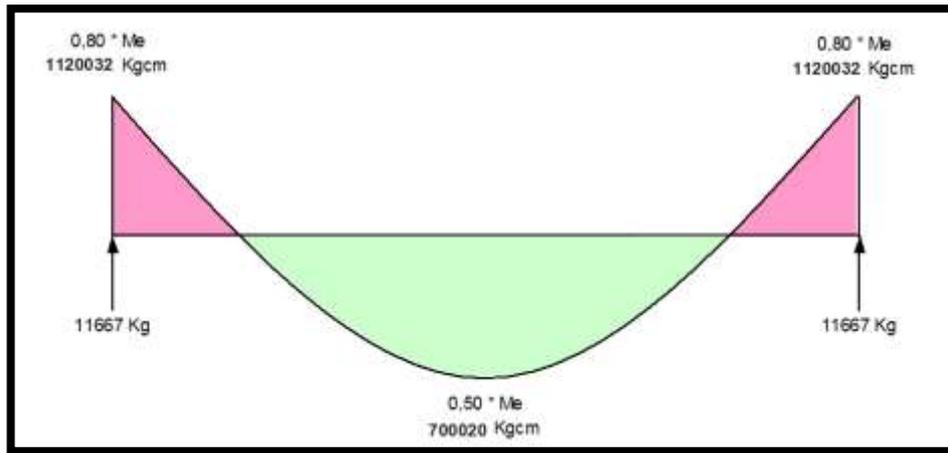


Fig 56. Esquema de momento y cortante, generado por carga en la losa de rodadura
Fuente: Ing. Patricio Vergara
Elaborado: Ing. Patricio Vergara

Cálculo del momento y cortante generado por carga muerta en la losa de rodadura

$$q_l = 2.40 * 0.2 * 2400 * 1.3 = 1497.60 \approx 1498 \text{ Kg/m}$$

$$q_{asf} = \left(\frac{2.40 * 0.05}{2} \right) * 2000 * 1.3 = 156 \text{ Kg/m}$$

$$q_{tot} = 1654 \text{ Kg/m}$$

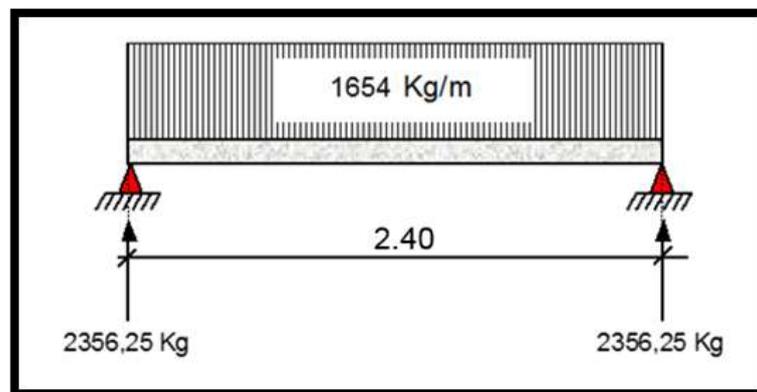


Fig 57. Esquema de carga muerta sobre la losa de rodadura
Fuente: Ing. Patricio Vergara
Elaborado: Ing. Patricio Vergara

$$M_e = \frac{q * l^2}{8}$$

$$M_e = \frac{1654 * 2.4^2}{8}$$

$$M_e = 1190.88 \text{ Kgm} = 119088 \text{ Kgcm}$$

$$R_A = R_B = \frac{1654 * 2.4}{2}$$

$$R_A = R_B = 1984.80 \text{ Kg}$$

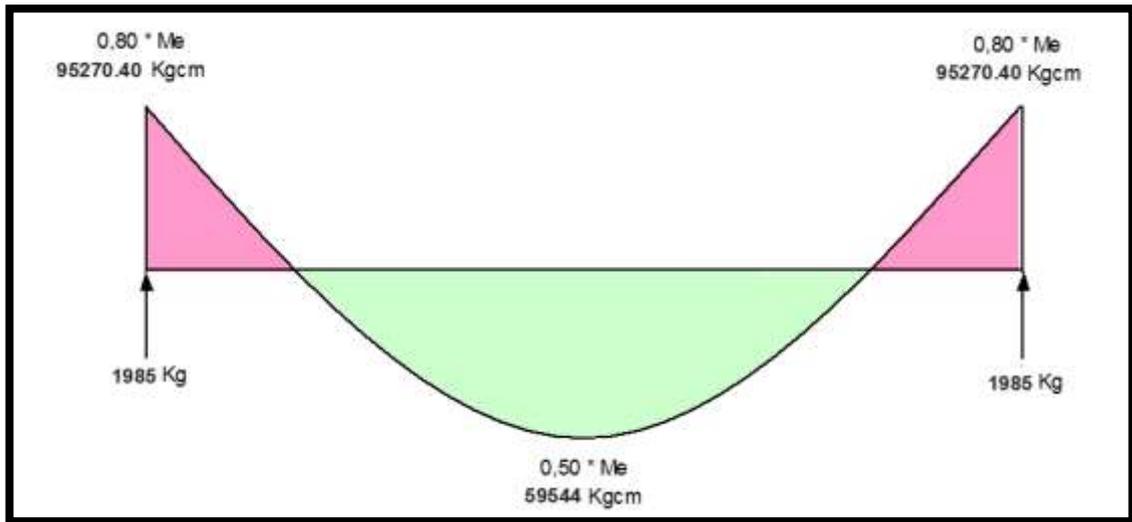


Fig 58. Esquema de momento y cortante generado por carga muerta sobre losa de rodadura
Fuente: Ing. Patricio Vergara
Elaborado: Ing. Patricio Vergara

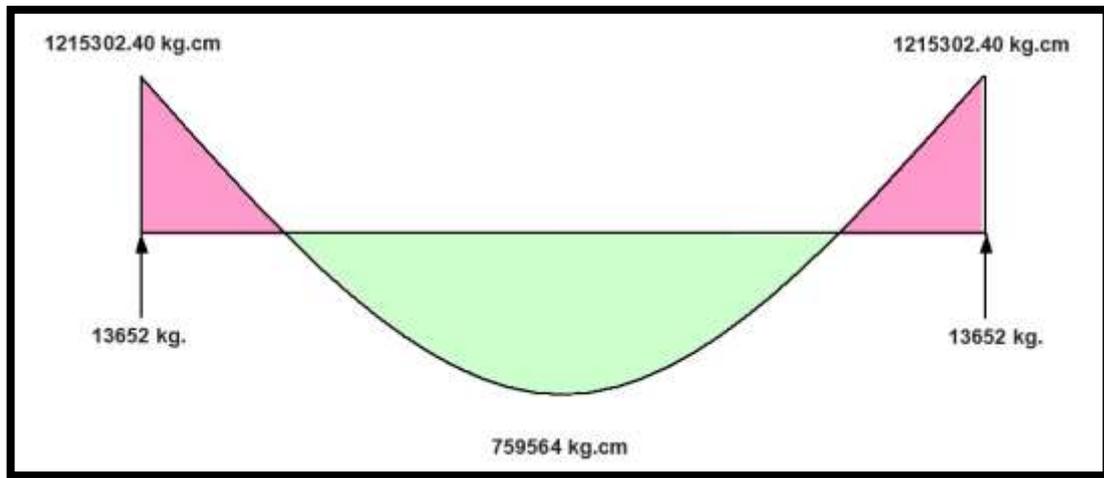


Fig 59. Sumatoria de esfuerzos generado sobre losa de rodadura
Fuente: Ing. Patricio Vergara
Elaborado: Ing. Patricio Vergara

5.6.5.1 Diseño de la Losa de Rodadura.

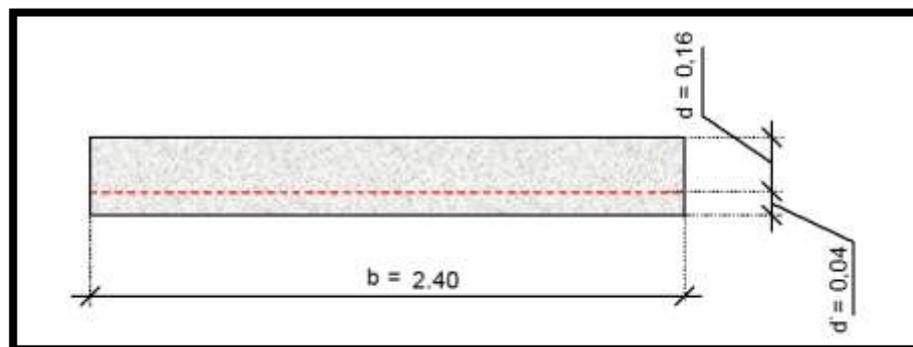


Fig 60. Geometría de la losa de rodadura
Fuente: Ing. Patricio Vergara
Elaborado: Ing. Patricio Vergara

Al tratarse la superficie de la losa de rodadura, se trabaja con un hormigón cuya resistencia alcanza los 300 Kg/cm², por tal motivo se trabaja con la siguiente formulación para encontrar el acero de diseño en los apoyos (Ing. Patricio Vergara Calle):

$$A_d = 0.0607 * b * \left(d - \sqrt{d^2 - \frac{M_u}{114.75 * b}} \right)$$

$$A_d = 0.0607 * 240 * \left(16 - \sqrt{16^2 - \frac{1215302.40}{114.75 * 240}} \right)$$

$$A_d = 21.04 \text{ cm}^2$$

$$A_{min} = \frac{14}{fy} * b * d$$

$$A_{min} = \frac{14}{4200} * 240 * 16$$

$$A_{min} = 12.80 \text{ cm}^2$$

Para el armado de la losa de rodadura, se opta por trabajar con acero \varnothing 12 mm

$$\frac{\varnothing 12 \text{ mm} = 1.13 \text{ cm}^2}{21.04} = 18.62 \approx 19 \varnothing 12 \text{ mm}$$

$$\frac{240}{19} = 12.63 \approx 1 \varnothing 12 \text{ c}/12 \text{ cm}$$

Acero de diseño longitudinal de la losa de rodadura

$$A_d = 0.0607 * b * \left(d - \sqrt{d^2 - \frac{M_u}{114.75 * b}} \right)$$

$$A_d = 0.0607 * 240 * \left(16 - \sqrt{16^2 - \frac{759564}{114.75 * 240}} \right)$$

$$A_d = 12.91 \text{ cm}^2$$

$$A_{min} = \frac{14}{fy} * b * d$$

$$A_{min} = \frac{14}{4200} * 240 * 16$$

$$A_{min} = 12.80 \text{ cm}^2$$

$$\varnothing 12 \text{ mm} = 1.13 \text{ cm}^2$$

$$\frac{12.91}{1.13} = 11.42 \approx 12 \varnothing 12 \text{ mm}$$

$$\frac{240}{12} = 20 \approx 1 \varnothing 12 \text{ c}/20 \text{ cm}$$

Acero de diseño transversal de la losa de rodadura (por efectos de temperatura)

$$A_s = (0.0018 * b * d) * \left(\frac{2}{3}\right)$$

$$A_s = (0.0018 * 240 * 16) * \left(\frac{2}{3}\right)$$

$$A_s = 4.61 \text{ cm}^2$$

$$\varnothing 10 \text{ mm} = 0.78 \text{ cm}^2$$

$$\frac{4.61}{0.78} = 5.91 \approx 6 \varnothing 10 \text{ mm}$$

$$\frac{240}{6} = 40 \approx 1 \varnothing 10 \text{ c}/40 \text{ cm}$$

5.6.5.2 Deformación elástica de la losa de rodadura.

Comprobación de la deformación elástica de la losa de rodadura:

$$\Delta_c = \frac{5 * M_c * L_e^2}{48 * E * I}$$

M_c = Momento Central
 L_e = Longitud Equivalente (80% Luz libre)
 E = Módulo de elasticidad
 I = Inercia

$$L_e = 0.80 * 240 = 192 \text{ cm}$$

$$E = 0.14 * W^{1.5} * \sqrt{f'c}$$

W = Peso del hormigón simple
 $f'c$ = Resistencia del hormigón

$$E = 0.14 * 2200^{1.5} * \sqrt{300} = 250220.38 \text{ Kg/cm}^2$$

$$I = \frac{1}{12} * b * h^3$$

$$I = \frac{1}{12} * 240 * 20^3$$

$$I = 160000 \text{ cm}^4$$

$$\Delta_c = \frac{5 * 759564 * 192^2}{48 * 250220.38 * 160000}$$

$$\Delta_c = 0.07 \text{ cm}$$

Según la norma AASHTO para puentes, la deformación elástica sería:

$$\Delta_c = \frac{L_e}{(de 800 \text{ hasta } 1000)}$$

$$\Delta_c = \frac{192}{900} = 0.21 \text{ cm}$$

Por tanto, como **0.08 < 0.22** cm; se concluye que la prediseñada, cumple con la deformación elástica establecida.

5.6.6 Diseño del Estribo.

5.6.6.1 Estabilidad.

Para el cálculo de la estabilidad del elemento se determinan valores en cuanto a Fuerza Sísmica, Flotación, para su correcto funcionamiento.

Partimos con un prediseño geométrico del estribo, el mismo que será comprado en sus dimensiones al cumplir con la normativa aplicada.

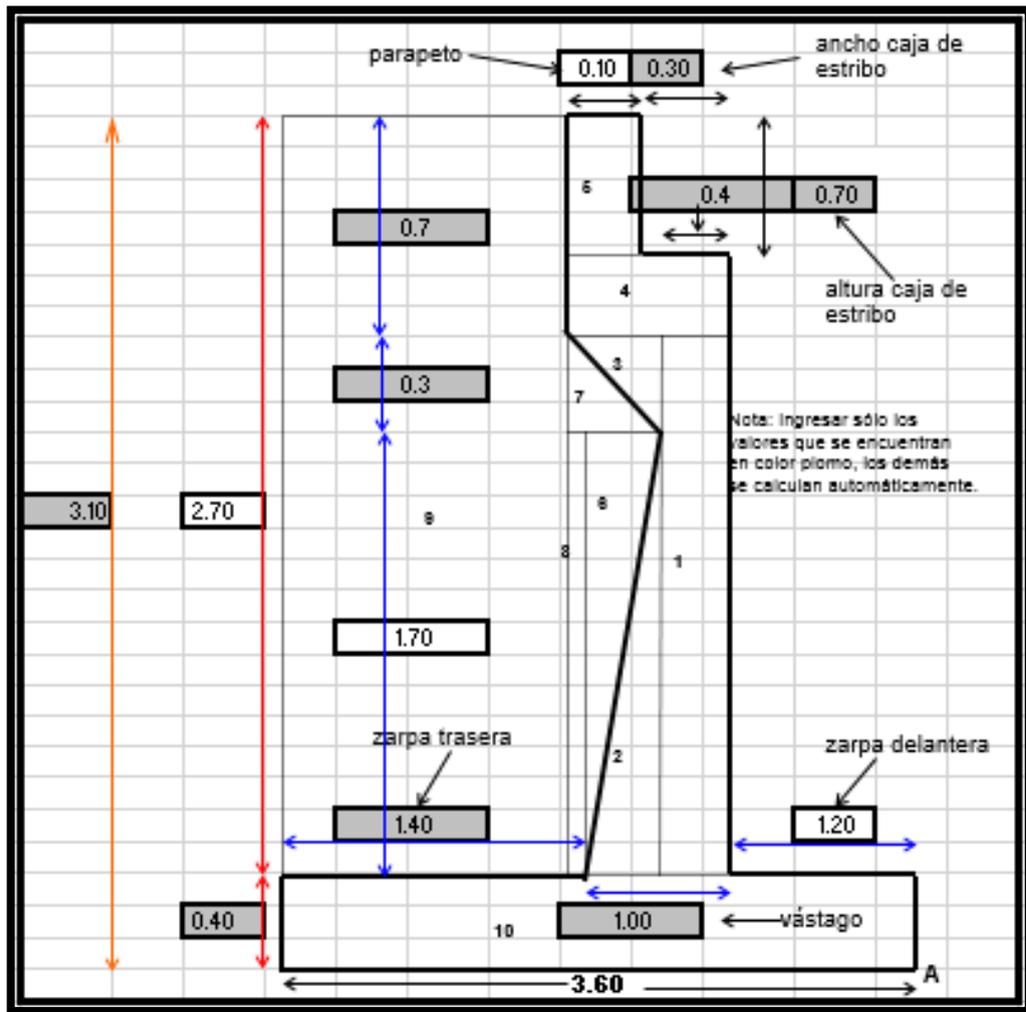


Fig 61. Geometría del estribo

Fuente: El autor

Elaborado: El autor

Datos de diseño :			
Luz del puente		15.00	ml
Ancho del puente		4.10	ml
concreto f_c		300.00	kg/cm ²
fierro f_y		4200.00	kg/cm ²
Peso de la superestructura		0.156	ton
Tipo de camión de diseño		CAMION MTOP	
Carga viva por el tipo de camión		3.0102	ton
Sobrecarga adoptada		0.25	t/m ²
Resistencia admisible del terreno*		1.80	kg/cm ²
Tipo del terreno		1.50	t/m ³
Peso específico del concreto		2.40	t/m ²
Angulo de fricción interna		32.00	°
Nivel Freático (respecto al N.F.Z.)		0.00	ml
Coefficiente de fricción del Suelo		0.50	

Cuadro 29. Datos de diseño del estribo
Fuente: El autor
Elaborado: El autor

5.6.6.1.1 Cargas y Fuerzas (Infraestructura)

Carga	Peso (ton)	Xa	Ma-x (ton-m)	Ya	Ma-y (ton-m)
P1	1.92	1.40	2.69	1.40	2.69
P2	1.22	1.80	2.20	0.97	1.18
P3	0.00	1.60	0.00	2.30	0.00
P4	0.00	1.40	0.00	2.40	0.00
P5	0.17	1.55	0.26	2.75	0.46
P6	0.77	2.00	1.53	1.53	1.17
P7	0.00	1.60	0.00	2.20	0.00
P8	-1.53	1.90	-2.91	1.25	-1.91
P9	8.10	2.60	21.06	1.75	14.18
P10	3.46	1.80	6.22	0.20	0.69
total	14.10		31.06		18.46

Cuadro 30. Cargas y Fuerzas
Fuente: El autor
Elaborado: El autor

5.6.6.1.2 Cargas y Fuerzas (Superestructura)

Carga Muerta	D=	0.01902439 t/m
Carga Viva	L=	2.242097561 t/m

5.6.6.1.3 Resultados Encontrados

Caso	Grupo	Esfuerzos sobre el terreno		Seguridad al Volcamiento			Seguridad al Deslizamiento			
Estribo solo	I	rmax =	3.58	Correcto	Factor	6.28	Correcto	Factor	1.79	Correcto
		rmin =	4.25	Correcto						
Estribo Cargado	I	rmax =	4.42	Correcto	Factor	7.01	Correcto	Factor	2.08	Correcto
		rmin =	4.67	Correcto						
Estribo Cargado	II	rmax =	3.94	Correcto	Factor	5.44	Correcto	Factor	1.68	Correcto
		rmin =	3.90	Correcto						
Estribo Cargado	III	rmax =	5.41	Correcto	Factor	6.05	Correcto	Factor	1.88	Correcto
		rmin =	3.68	Correcto						
Estribo Cargado	VII	rmax =	4.04	Correcto	Factor	5.26	Correcto	Factor	1.51	Correcto
		rmin =	3.81	Correcto						

Cuadro 31. Resultado de Analisis de grupos

Fuente: El autor

Elaborado: El autor

5.6.6.2 Diseño de Armadura

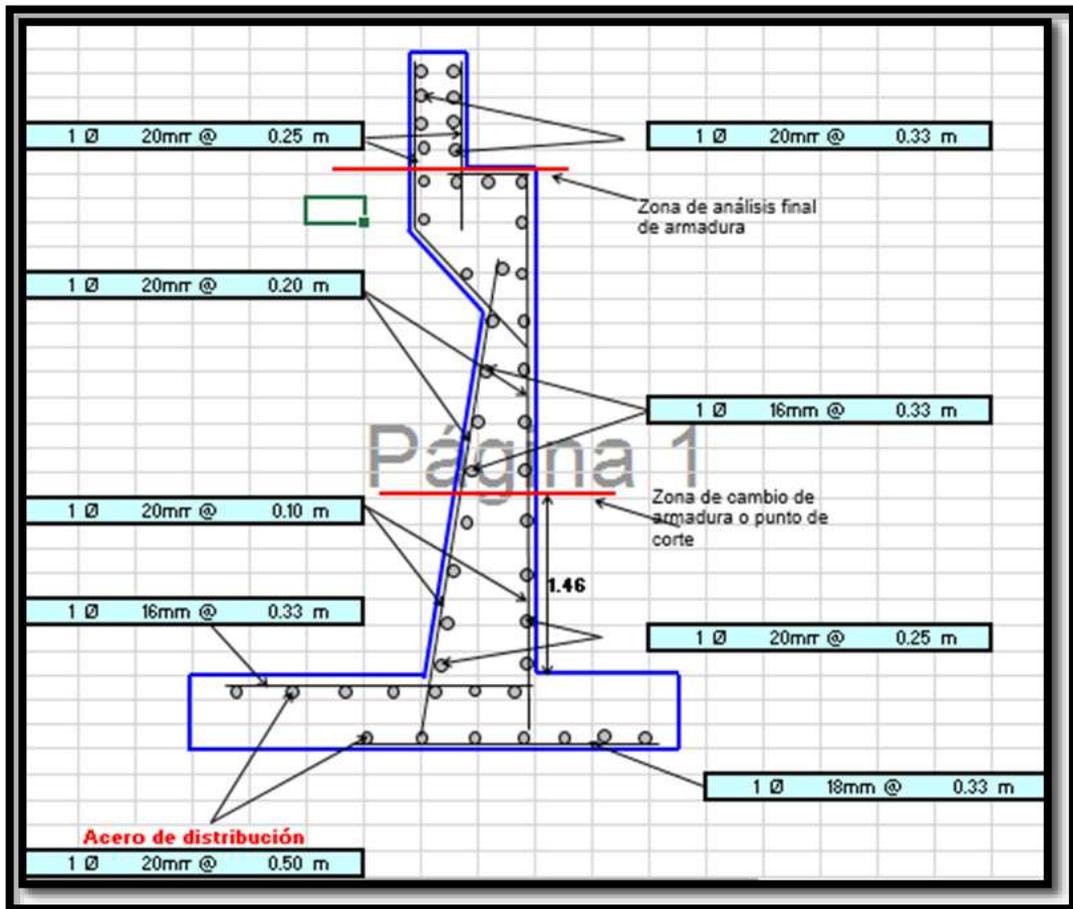


Fig 62. Diseño de armadura

Fuente: El autor

Elaborado: El autor

5.6.6.3 Diseño de la zapata

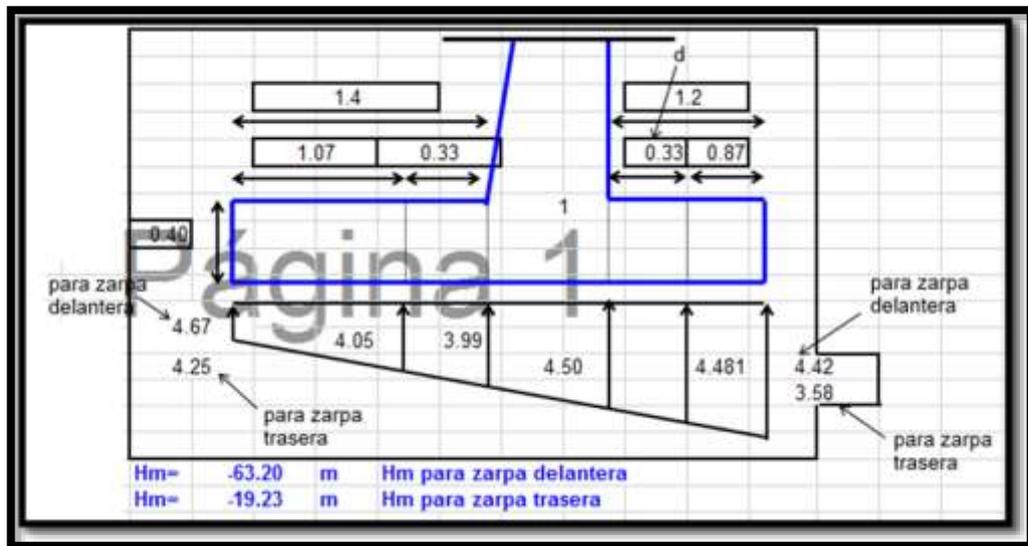


Fig 63. Diseño de zapata
Fuente: El autor
Elaborado: El autor

Todos los cálculos requeridos para el diseño de los elementos del estribo se realizó en una hoja de cálculo, la misma que se presenta en el Anexo E.

5.6.7 Cálculo y diseño de la columna inclinada.

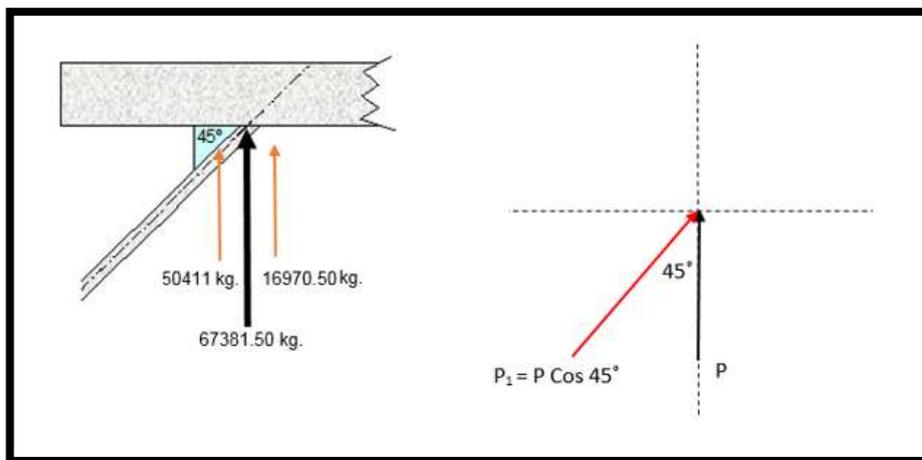


Fig 64. Análisis de cortante y diagrama de columna
Fuente: Ing. Patricio Vergara
Elaborado: El autor

Del esquema anterior, se suman los cortantes tanto del tramo de viga pequeño (1.50 mts) así como del tramo grande (12.00 mts) obteniéndose un cortante resultante total actuante en el punto de anclaje de la viga inclinada, por descomposición de fuerzas se obtiene las cargas actuantes sobre las columnas inclinadas.

Con respecto a la viga inclinada, se diseña su geometría (Ing. Patricio Vergara)

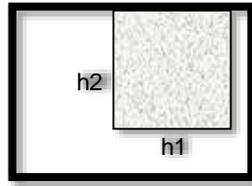


Fig 65. Geometría parcial de la columna inclinada
Fuente: Ing. Patricio Vergara
Elaborado: Ing. Patricio Vergara

$$h_1 = h_2 = 0.12 * \sqrt{P_n}$$

$$P_n = \frac{P}{0.7}$$

P = Carga axial a lo largo de la viga inclinada
Pn = Carga axial mayorada de la viga

$$P_n = \frac{67381.5 * \cos 45^\circ}{0.7}$$

$$P_n = 50567.12 \text{ kg.}$$

$$h_1 = h_2 = 0.12 * \sqrt{50567.12}$$

$$h_1 = h_2 = 26.98$$

$$A = h_1 * h_2$$

$$A = 26.98 * 26.98 = 727.92 \text{ cm}^2$$

Es necesario que la viga inclinada mantenga armonía geométrica con respecto a la viga principal, por tal motivo asumimos que h1 medirá 30 cm, por lo tanto:

$$A = h_1 * h_2$$

$$727.92 = 30 * h_2$$

$$h_2 = 24.26 \text{ cm} \approx 25 \text{ cm} \rightarrow 40 \text{ cm}$$

Para el cálculo de la longitud de la columna inclinada se aplica el Teorema de Pitágoras, ya que disponemos del extremo de la viga de 1.50m y la altura del estribo de 3.10m, los tres elementos forman un triángulo rectángulo, como se indica en la figura:

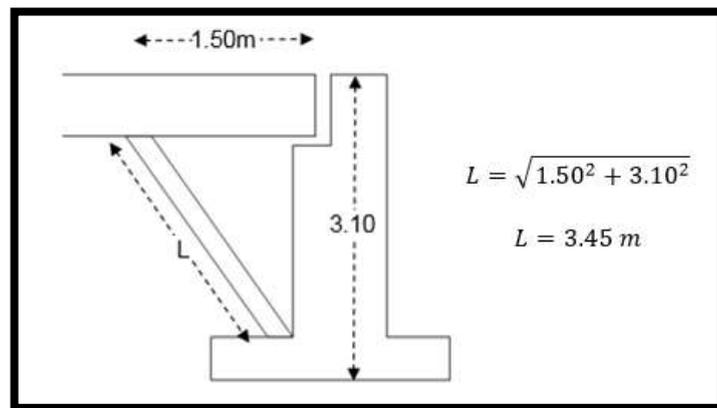


Fig 66. Sección losa, viga, columna inclinada y estribo
Fuente: El autor
Elaborado: El autor

Toda la información consolidada en planos se presenta en el Anexo H.

CAPÍTULO 6 RESUMEN DE ESTUDIOS DE IMPACTO AMBIENTAL POR LA INFRAESTRUCTURA

6.1 INTRODUCCIÓN

Los impactos ambientales, son cualquier cambio en el medio ya sea adverso o beneficioso, como resultado total o parcial de los aspectos ambientales de una organización, que en general nos ayuda a atenuar los impactos generados por la construcción de una obra y luego mitigarlos.

El impacto ambiental, lo que indica no es que no se debe alterar la naturaleza (casi imposible en obras de ingeniería), pero si tratar en lo posible de cuidar lo que más podamos. Y en caso que sea inevitable la remoción de la naturaleza, tratar de dar una solución, para arreglar lo alterado.

6.2 ACCIONES DE PROYECTO

Se refiere a determinar las fases del proyecto, y dentro de estas que actividades van a impactar el ambiente.

- Planificación / Diseño
- Construcción
- Operación y Mantenimiento
- Clausura o Abandono.

La evaluación de los impactos ambientales en lo referente a puentes y carreteras se lo realiza mediante la ficha ambiental que proporciona el Ministerio del Ambiente.

6.3 DIAGNÓSTICO DEL MEDIO AMBIENTE

El diagnóstico ambiental es un proceso que se realiza para mejorar la imagen medioambiental de una empresa ante la sociedad. Surge ante la presión que cada vez más sufren los gobiernos por los electores para que decidan a controlar y elegir alternativas de inversión.

Etapas del diagnóstico ambiental:

- 1 Elaborar un Diagnóstico Ambiental centrado en detectar aquellos puntos “más flacos” en amigabilidad con el medioambientalmente.
- 2 Selección de las áreas urgentes a mejorar.
- 3 Hacer un análisis de la viabilidad económica de efectuar las mejoras necesarias.
- 4 Definición de un plan de acción medioambiental adaptado a las necesidades de la empresa en TODAS LAS ETAPAS.

El diagnóstico ambiental le permite a la empresa la oportunidad de encaminar sus pasos hacia objetivos como la norma ISO-14001 o similar.

La evaluación de los impactos ambientales en lo referente a puentes y carreteras se lo realiza mediante la ficha ambiental que proporciona el Ministerio del Ambiente.

La ficha ambiental proporcionada, se encuentra en el anexo F.

6.4 IDENTIFICACIÓN DE IMPACTO

Se deberá identificar en todos los procesos productivos y procesos en general, la relación de estos con el medio ambiente y su impacto. La identificación de los aspectos ambientales y la evaluación de los impactos ambientales asociados es un proceso que se puede tratar en las siguientes etapas:

6.4.1 ETAPA 1

- Seleccionar una actividad, un producto o un servicio.
- La actividad, el producto o el servicio seleccionado debería ser lo bastante grande para permitir un examen significativo y lo bastante pequeño para poder ser comprendido en forma suficiente.

6.4.2 ETAPA 2

- Identificar aspectos ambientales de la actividad del producto o del servicio.
- Identificar la mayor cantidad de aspectos ambientales posibles asociados a la actividad, el producto o el servicio seleccionado.

6.4.3 ETAPA 3

- Identificar los aspectos ambientales.
- Identificar la mayor cantidad posible de impactos ambientales reales y potenciales, positivos y negativos, asociados a cada aspecto identificado

6.4.3.1 Impacto compatible

Si el impacto tiene poca intensidad, recuperándose el medio por sí mismo sin medidas correctoras e inmediatamente tras el cese de la acción.

6.4.3.2 Impacto moderado

Si la recuperación, sin medidas correctoras intensivas, lleva cierto tiempo.

6.4.3.3 Impacto severo

Si la recuperación exige un tiempo dilatado, incluso con la actuación de medidas correctoras.

6.4.3.4 Impacto crítico

Si se produce una pérdida permanente de las condiciones ambientales sin posible recuperación, incluso con la adopción de prácticas o medidas correctoras.

6.5 PLAN DE MANEJO AMBIENTAL

El Plan de Manejo Ambiental (PMA) está orientado a lograr que el Estudio de Impacto Ambiental logre las medidas necesarias para neutralizar y controlar las alteraciones e impactos negativos que las actividades

de construcción de las obras civiles podrían causar a los factores del entorno ambiental localizados en el área de influencia, en cuanto se refiere a los factores físicos, bióticos, paisajísticos, socio – económicos y culturales.

6.6 PLAN DE MONITOREO

A continuación se describen cada una de las medidas a ser observadas por el constructor y verificadas por el fiscalizador y dueño del proyecto:

6.6.1 MEDIDA NO. 1 PLAN DE COMPENSACIÓN POR EXPROPIACIONES (Si las hay).

- Objetivo.- Efectuar las compensaciones debido a las expropiaciones que se deberán realizar para ejecutar la obra del puente Río Rircay.
- Posibles Impactos Negativos:
 - Afectaciones en las márgenes de la quebrada Punguhuaycu a la altura del sitio del puente.
 - Protestas de los propietarios de tierras.
- Estrategia y Actividades a Utilizar. La entidad deberá ejecutar el proceso de expropiación (Si la hay), en base a la información preparada por la consultora y los costos establecidos.

6.6.2 MEDIDA NO. 2 INTEGRACIÓN PAISAJISTICA.

- Objetivo.- Proponer los aspectos relevantes de la integración paisajística del proyecto en el entorno al puente y el sector.
- Posibles Impactos Negativos:
 - Afectaciones a las especies de árboles existentes en el área de influencia directa del proyecto.
 - Pérdida de especies de flora endémicas del bosque seco, si las hubiere.
- Estrategias y Actividades a Realizar:
 - Implantación del programa de Integración Paisajística.
 - Reforestación.

6.6.3 MEDIDA NO. 3 INSTALACIÓN Y OPERACIÓN DEL CAMPAMENTO.

- Objetivo.- El campamento instalado en la unidad albergará además de los obreros, las maquinarias y material para la construcción, distribuidos de la mejor manera a una distancia considerable por el Constructor y el Fiscalizador.
- Posibles Impactos Negativos:
 - Alteración de la calidad del agua de la quebrada Punguhuaycu.

- Contaminación que afectará la calidad del aire.
- Afectación a la salud, seguridad de trabajadores y ciudadanos.
- Estrategias y Actividades a Realizar:
 - No arrojar basura y materiales contaminantes al cauce de la quebrada.
 - Señalizar los sitios de depósito de los desechos y señales de construcción para los pobladores.

6.6.4 MEDIDA NO. 4 OPERACIÓN DE MAQUINARIAS Y EQUIPOS.

- Objetivo.- Calibrar equipos y maquinaria para evitar exceso de producción de gases contaminantes por la quema de combustible.
- Posibles Impactos Negativos:
 - Contaminación del aire
 - Contaminación del suelo
 - Contaminación del agua.
 - Impacto al Paisaje.
- Estrategias y Actividades a Realizar:
 - Calibrar equipos y maquinaria.
 - Colocar el material de desbroce y nivelación en sitios autorizados por la fiscalización.
 - No arrojar los materiales de desbroce y corte de taludes a la pendiente de la quebrada Punguhuaycu.

6.6.5 MEDIDA NO. 5 EXCAVACIÓN Y RELLENO DE OBRAS DE DRENAJE.

- Objetivo.- Calibrar adecuadamente los equipos utilizados, colocar los materiales no utilizados en el sitio recomendado por el fiscalizador.
- Posibles Impactos Negativos:
 - Calidad del aire.
 - Contaminación del suelo.
 - Contaminación del agua.
 - Impacto a la flora.
- Estrategias y Actividades a Realizar:

- Cortar el material vegetal en el área especificada.
- No intervenir la vegetación arbórea.
- No arrojar los materiales de excavación a la quebrada Punguhuaycu.

6.6.6 MEDIDA NO. 6 EXPLOTACIÓN DE MATERIALES.

- Objetivo.- Explotar adecuada y necesariamente los materiales pétreos a usarse, y colocar los materiales en el sitio recomendado por el fiscalizador.
- Posibles Impactos Negativos:
 - Contaminación del aire.
 - Contaminación del suelo.
 - Contaminación del agua. -Socioeconómico.
- Estrategias y Actividades a Realizar:
 - Calibración de la maquinaria que se utilizará en la explotación de materiales.
 - Reducir el área de explotación del material.
 - No arrojar los materiales de remoción superficial a la quebrada Punguhuaycu.

6.6.7 MEDIDA NO. 7 TRANSPORTE Y DESCARGA DE MATERIALES EN OBRA.

- Objetivo.- Desalojar los materiales y escombros en un sitio alejado de la ciudad, en donde no tenga ninguna interacción con el lugar en donde exista población, y siendo debidamente necesario colocar los materiales en una escombrera recomendado por el fiscalizador.
- Posibles Impactos Negativos:
 - Contaminación del aire.
 - Contaminación del agua.
 - Socioeconómico.
- Estrategias y Actividades a Realizar:
 - Cubrir con lona los camiones que transportan el material.
 - No arrojar materiales sobrantes en las laderas del valle de la quebrada Punguhuaycu y a sus alrededores.
 - Para dar seguridad a los trabajadores dotar de artículos de seguridad.

6.6.8 MEDIDA NO. 8 SEGURIDAD E HIGIENE OPERACIONAL.

Objetivo.- El Contratista deberá establecer las zonas de seguridad para el personal en cada cambio de turno. Por lo tanto es responsabilidad de cada encargado entregar la información pertinente al encargado de turno entrante, la misma que deberá incluir la ubicación de la zona de seguridad, previamente señalizada y con barreras, tomando en cuenta los aspectos como:

- Instruir a los trabajadores.
- Reparar los equipos en lugares recomendados.
- Tener programas para prevenir accidentes.
- Proveer de equipos de protección personal, etc.

Estrategias y Actividades a Realizar: Medidas de mitigación del PMA.

De los implementos de protección personal (IPP) específicos para cada labor, se debe proporcionar utensilios para:

- Protección de la cara y los ojos.
- Protección de manos.
- Protección del sistema respiratorio.
- Protección contra caídas.
- Protección para trabajo en altura.
- Protección de pies.

6.6.9 MEDIDA NO. 9 PLAN DE CONTROL DE MATERIALES DE CONSTRUCCION Y MATERIAL DE DESALOJO.

- Mitigación:
 - La disposición del material de desalojo será en el lugar autorizado por la autoridad ambiental competente.
 - Está totalmente prohibido disponer el material de desalojo y los desechos de la construcción en los sistemas de drenaje de las aguas lluvias. No se permitirá que permanezcan al lado de las zanjas, materiales sobrantes de las excavaciones o de las labores de limpieza.
 - El área de almacenamiento y cargue de material de rellenos, deberá tener la protección y control necesarios.
 - El tiempo de almacenamiento no debe ser mayor de 24 horas cuando se utilice el espacio público. La ubicación del material excavado no debe interferir las labores de la obra y las labores cotidianas del sector.

6.6.10 MEDIDA NO. 10 CONTROL DEL RUIDO.

- Mitigación:

Realizar el mantenimiento adecuado de la maquinaria, equipos y vehículos de manera que el ruido generado por la operación de los mismos no excedan las normas ambientales vigentes, como el Reglamento de Ruido de la Ley de Gestión Ambiental.

- Exigir la utilización de silenciadores en los escapes de los vehículos, maquinaria y equipo.
- No se permitirá la utilización de bocinas o pitos accionados por sistema de compresor de aire.
- Se deberá utilizar un dispositivo de sonido de alerta automático de reversa.

- Prevención de riesgos de trabajo

Para garantizar la adecuada protección de los obreros es importante observar la aplicación de las siguientes normas y procedimientos:

- Observar el cumplimiento del reglamento de seguridad e higiene del trabajo del IESS.
- En caso de que se trabaje en épocas de lluvias, los trabajadores deberán ser provistos por el Constructor de botas pantaneras y ropa impermeable.

- Manipuleo de Herramientas:

- Deberán chequearse periódicamente todas las herramientas manuales que se empleen: cabos, palas picos, combos, etc.
- Los trabajadores cuando utilicen herramientas manuales, deberán mantener una distancia mínima de 2m entre sí.

6.7 PRESUPUESTO

Se debe dar un cumplimiento legal de la obra en donde el estudio de Impacto Ambiental genere ahorros; **OBRA CIVIL + PLAN DE MANEJO AMBIENTAL = PRESUPUESTO REFERENCIAL.**

Se debe obtener los permisos respectivos y los acuerdos de comunidad para conseguir la licencia ambiental y evitar duplicar costos en la aplicación de medidas de mitigación de impacto ambiental.

Aquí el gasto se convierte en inversión, una evaluación de impactos ambientales depende de la magnitud, lugar, tiempo y costo.

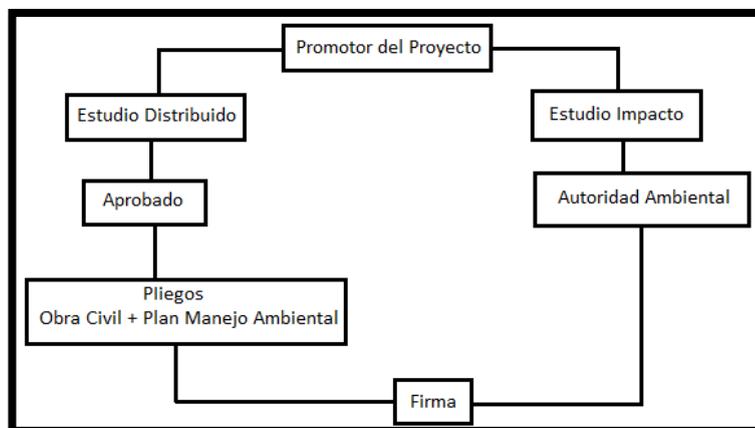


GRAFICO Nº 5. Costos y beneficios de la E.I.A

Fuente: Materia de Impacto Ambiental

Elaborado: El Autor

- **Factores Ambientales**

Se ha identificado los ámbitos del ambiente, lo social, económico, y técnico, pudiendo ser aumentados o disminuidos de acuerdo a las características y complejidad del proyecto y del medio.

Parámetros a identificar en cada uno de los ámbitos:

Ambiental

- Ciclo Hidrológico
- Flora
- Fauna
- Nivel freático
- Cercanía de aguas superficiales
- Calidad de aire

Social

- Centros poblados en un radio de 5 km
- Uso del suelo
- Niveles socioeconómico
- Nivel de educación
- Salud
- Calidad de vida

Económico

- Dotación del agua
- Costo del terreno
- Distancia de Transporte
- Costo de construcción
- Metodología de la tarificación
- Rentabilidad

Técnico

- Calidad de agua
- Topografía del terreno
- Diseño Hidráulico
- Metodología de construcción
- Disponibilidad de materiales
- Tipo de suelo.

Toda la información de Estudio de Impacto Ambiental, va detallado en la ficha ambiental.

CAPÍTULO 7 ESPECIFICACIONES TÉCNICAS GENERALES Y PARTICULARES

7.1 ESPECIFICACIONES DEL PROYECTO

Las especificaciones técnicas son un conjunto de disposiciones que norman las exigencias sobre los materiales a utilizar en determinada actividad, las pruebas de control de calidad en las diferentes etapas de la construcción y las modalidades para la medida y el pago de la obra ejecutada. También incluyen una descripción de los procedimientos más usuales y lógicos para construir las obras de manera que éstas se ajusten a los requisitos especificados.

Se puede afirmar que las especificaciones son las “reglas del juego” en cuanto a que en ellas se define cómo hacer las cosas y qué usar en la construcción de tal manera que la obra en sí quede “bien hecha”.

En el caso de la realización de estudios, o construcción de obras, éstas forman parte integral del proyecto y complementan lo indicado en los planos respectivos y en el contrato. Son muy importantes para definir la calidad de los acabados.

Las Especificaciones Técnicas hacen referencia a:

- Especificaciones nacionales oficiales; Reglamentos nacionales de construcciones de cada país.
- Manual de Normas ASTM (American Society for Testing and Materials). Manual de Normas ACI (American Concrete Institute).
- Dependiendo del tipo de obra, hacen referencia también a: Manual de Normas AASHTO (American Association of State Highway and Transportation Officials), Manual de Normas AISC (American Institute of Steel Construction), Standard Specifications for Construction of Roads and Bridges on Federal Highway Projects del Departamento de Transportes de los E.U.A. Manuales y normas propias de cada país o región en particular (NIC 2000; el Manual SIECA, etc).

7.2 ASPECTOS ADMINISTRATIVOS Y LEGALES

El estudio legal y administrativo hacen parte de los pasos fundamentales que se deben seguir para la preparación, formulación, ejecución y evaluación de un proyecto de inversión de obra, acompañado de otros pasos igualmente importantes como son: Los estudios de viabilidad, comercial, técnico, de gestión, de impacto ambiental y financiera, los cuales generan información para adelantar el ciclo del proyecto y constituyen la fuente básica para cualquier tipo de sistematización que apoye la toma de decisiones con respecto al proyecto.

7.3 LOGÍSTICA GENERAL

- Aplicar los fundamentos del trabajo en equipo por proyectos.
- Identificar los factores fundamentales de la administración de recursos en un proyecto de capacitación.
- Definir los procesos para selección, contratación y evaluación de proveedores.
- Calcular los costos del proyecto y el retorno de la inversión en capacitación.
- Definir los lineamientos para la gestión de la calidad en un proyecto.
- Conocer la nueva tecnología, sus posibilidades y limitaciones.
- Identificar los principales componentes de una solución y sus principales características.
- Aplicar los fundamentos de la planificación a la evaluación de proyectos.
- Identificar los criterios de construcción de herramientas para poder adaptar o recrear las mismas de acuerdo a las necesidades del proyecto.
- Diseñar nuevas herramientas adecuadas a las distintas metodologías de capacitación.

Entre las logísticas aplicables se puede identificar la evaluación y selección de las Especificaciones técnicas que se presentan y que han sido tomadas del Manual de Normativas Viales del MTOP.

Especificaciones Técnicas Generales:

7.3.1 ESTRUCTURAS

SECCION HORMIGON ESTRUCTURAL

Descripción.- Este trabajo consistirá en el suministro, puesta en obra, terminado y curado del hormigón. Este trabajo incluye la fabricación, transporte, almacenamiento y colocación de vigas losas y otros elementos estructurales prefabricados. El hormigón para estructuras estará constituido por cemento Portland, agregado fino, agregado grueso, aditivos, si se requiere, y agua, mezclados en las proporciones especificadas.

Materiales. El hormigón y los materiales utilizados para su elaboración satisfarán los requisitos señalados en las Secciones 801 a 805.

Dosificación, Mezclado y Transporte y Pruebas del Hormigón.

Dosificación.- La mezcla de hormigón deberá ser correctamente dosificada y presentará condiciones adecuadas de trabajabilidad y terminado. Será durable, impermeable y resistente al clima.

7.3.1.1 Calidad del hormigón

El hormigón debe diseñarse para ser uniforme, trabajable, transportable, fácilmente colocable y de una consistencia aceptable para la Fiscalización (dócil). Para obtener buena docilidad del hormigón se deberá evitar usar áridos de formas alargadas y con aristas. El contenido de cemento, relación máxima agua/cemento permitida, máximo revenimiento y otros requerimientos para todas las clases de hormigón a utilizarse en una construcción, deberán conformar como requisitos indispensables de las especificaciones técnicas de construcción.

Cuando la resistencia a la compresión está especificada a los 28 días, la prueba realizada a los 7 días deberá tener mínimo el 70% de la resistencia especificada a los 28 días. La calidad del hormigón debe permitir que la durabilidad del mismo tenga la capacidad de resistencia a lo largo del tiempo, frente a agentes y medios agresivos.

Mezclado y Transporte.- El mezclado y transporte del hormigón satisfará los requerimientos y exigencias.

7.3.1.2 Obra falsa y encofrada

Encofrados.- Todos los encofrados se construirán de madera o metal adecuados y serán impermeables al mortero y de suficiente rigidez para impedir la distorsión por la presión del hormigón o de otras cargas relacionadas con el proceso de construcción. Los encofrados se construirán y conservarán de manera de evitar torceduras y aberturas por la contracción de la madera, y tendrán suficiente resistencia para evitar una deflexión excesiva durante el vaciado del hormigón. Todas las esquinas expuestas deberán ser achaflanadas. Previamente al vaciado del hormigón, las superficies interiores de los encofrados estarán limpias de toda suciedad, mortero y materia extraña, y recubiertas con aceite para moldes.

Todos los encofrados se construirán y mantendrán según el diseño de tal modo que el hormigón terminado tenga la forma y dimensiones indicadas en los planos y esté de acuerdo con las pendientes y alineaciones establecidas. La forma, resistencia, rigidez, impermeabilidad, textura y color de la superficie en los encofrados usados deberá mantenerse en todo tiempo. Cualquier madera torcida o deformada deberá corregirse antes de volver a ser usada. Los encofrados que sean rechazados por cualquier causa, no se volverán a usar.

Los laces o uniones de los distintos elementos de los encofrados serán sólidos y sencillos, de modo que su montaje y desmontaje se verifiquen con facilidad.

Vaciado y juntas de construcción.

Vaciado.- Todo el hormigón será colocado en horas del día, y su colocación en cualquier parte de la obra no se iniciará si no puede completarse en dichas condiciones. La colocación durante la noche se podrá realizar sólo

con autorización por escrito del Fiscalizador y siempre que el Contratista provea por su cuenta un sistema adecuado de iluminación. No se colocará el hormigón mientras los encofrados y la obra falsa no hayan sido revisados por el Fiscalizador.

Los métodos de colocación y compactación del hormigón serán tales como para obtener una masa uniforme y densa, evitando la segregación de materiales y el desplazamiento de la armadura. El hormigón deberá vaciarse lo más exactamente posible en su posición definitiva. No se permitirá que el hormigón caiga libremente de más de 1.20 metros o que sea lanzado a distancias mayores de 1.50 metros. Ha de colocarse en capas horizontales de espesor uniforme, consolidando cada una antes de colocar la otra. Las capas no deberán exceder de 15 a 30 centímetros de espesor, para miembros reforzados, y de 45 centímetros de espesor, para trabajos en masa, según la separación de los encofrados y la cantidad de acero de refuerzo. Todo el hormigón será vibrado, a criterio del Fiscalizador, y con equipo aprobado por él. La vibración deberá ser interna, y penetrará dentro de la capa colocada anteriormente para asegurar que toda la masa se haga homogénea, densa y sin segregación.

Colocación del hormigón.

Temperatura de colocación del hormigón

La temperatura del hormigón colocado en sitio, en caso de losas de puentes y losas superiores en contacto con el tráfico no deberán exceder de 29°C, para otras estructuras la temperatura de fundición deberá especificarse en los planos. Para iniciar un plan de fundición en condiciones de alta temperatura, se deberá seguir el siguiente plan:

1. Selección de los ingredientes del hormigón para minimizar el calor de hidratación.
2. Colocar hielo o ingredientes fríos para el hormigón.
3. Controlar la relación A/C del concreto a colocarse.
4. Usar protección para controlar el aumento del calor.

El contratista dispondrá de instrumentos de medición de temperatura, y debe hacerlo en las fundiciones tanto en la superficie como en la parte interior del hormigón.

Tiempos de transporte del hormigón

Los máximos intervalos de tiempos entre la colocación del cemento para la dosificación y colocación del hormigón en los encofrados se deberán regir por la siguiente tabla:

TEMPERATURA DEL HORMIGON (en el sitio)	TIEMPO MAXIMO (sin retardante) minutos	TIEMPOMAXIMO (1) (con retardante) minutos
HORMIGON NO AGITADO		
Sobre 27°C	15	30
Inferior 27°C	30	45
HORMIGON AGITADO		
Sobre 32°C	45	75
Entre 24° y 32°C	60	90

Cuadro 32. Temperatura de hormigón en transporte.
Fuente: Hormigón reforzado, Roberto Rochel Awad
Elaborado: El autor

TEMPERATURA: TIEMPOS REQUERIDOS

Dosificación normal del retardante.

Colocación del hormigón en la cimentación y sub-estructura.

Como regla general, el hormigón no podrá ser colocado en la cimentación hasta que el fondo y las características de la misma hayan sido inspeccionados. El fondo de la cimentación por ningún motivo debe contener agua. La fundición de estribos de hormigón deberá ser fundida monolíticamente entre juntas de construcción, las mismas que deberán estar definidas para toda la estructura antes del inicio de la fundición. El hormigonado de muros se lo realizará en forma continua, a menos que se indique otra cosa en los planos. El hormigón se dejará fraguar por lo menos 12 horas antes de colocar el hormigón en el cabezal, y éste no se colocará hasta que se hayan removido los moldes de las columnas e inspeccionado el hormigón colado en ellas, salvo que el Fiscalizador autorice otro procedimiento. La carga de la superestructura no se la dejará descansar sobre las columnas hasta que haya transcurrido por lo menos 14 días después del hormigonado, a menos que el Fiscalizador permita otro procedimiento.

La secuencia de hormigonado en losas, estará indicada en los planos o en las disposiciones especiales. Los dientes para corte u otros medios utilizados para asegurar la unión adecuada de vigas y losas, deberán ser aprobados por el Fiscalizador.

Los barandales y parapetos no serán hormigonados hasta que los encofrados o cerchas del tablero hayan sido retirados, a menos que el Fiscalizador lo autorice. Los moldes deberán ser lisos y perfectamente construidos y alineados, de manera que el hormigón no se dañe al desencofrar.

Juntas de construcción.- Debido a una emergencia, puede ser necesario detener la colocación del hormigón sin haberse terminado una sección de trabajo programada; en este caso, se realizará una junta de construcción. Una vez interrumpido el vaciado del hormigón, se quitarán todas las acumulaciones de mortero salpicadas sobre las armaduras y superficies de los encofrados, poniendo especial cuidado en que el material removido no se deposite sobre el hormigón sin fraguar y ni lo afecte en lo mínimo la adherencia hormigón-hierro.

Se cuidará que las juntas de construcción queden normales a la dirección de los máximos esfuerzos de compresión y donde sus efectos sean menos perjudiciales.

Remoción de encofrados.- Para determinar el momento de la remoción de los encofrados, se tomará en cuenta la localización y características de la estructura, los materiales usados en la mezcla, el clima y otras condiciones que influyen en el fraguado del hormigón. En ningún caso deberán retirarse los encofrados, hasta que el hormigón de la estructura en construcción pueda soportar todas las cargas previstas. Esta determinación se hará en base de la resistencia a la compresión o a la flexión que, a su vez, será comprobada mediante el ensayo de cilindros o viguetas curados bajo las mismas condiciones que las reinantes para la estructura.

7.3.1.3 Acabados

Acabado de losas de puentes.- El acabado del hormigón en los tableros de puentes consistirá en el apisonado y enrasado de la superficie de hormigón, hasta que tenga una textura uniforme y rugosa, conformándose a la sección transversal, pendiente y alineamiento señalados en los planos. El Contratista deberá usar el equipo mecánico para el acabado, con la utilización de equipo manual para trabajos complementarios. El vaciado del hormigón en los tableros de puentes, no se permitirá hasta que el Fiscalizador compruebe que se dispone de los materiales necesarios para cubrir la sección propuesta, dentro del plazo establecido, y que el personal que opera las máquinas de acabado y curado se encuentren en la obra y en condiciones satisfactorias.

Se comprobará igualmente que las máquinas de acabado puedan desplazarse sobre toda la superficie por hormigonarse y que los alisadores puedan cubrir hasta los extremos de los encofrados.

A menos que el Contratista proporcione una iluminación adecuada, el vaciado del hormigón deberá programarse para que las operaciones de acabado puedan ser terminadas durante las horas de luz diurna.

El hormigón para losas de puentes se colocará en un frente, aproximadamente, paralelo al eje del puente, a menos que otro procedimiento sea permitido por el Fiscalizador. La cantidad de hormigón que se coloque estará limitada a aquella que pueda ser alisada y acabada, antes de iniciarse el fraguado, con la condición de que el hormigón para losas de puentes no será colocado más allá de 3 metros por delante del apisonador.

Los alisadores longitudinales, ya sean éstos operados a mano o a máquina, se usarán de manera que su eje longitudinal sea paralelo a la línea central del puente, con movimientos longitudinales y transversales, alisando las áreas superiores y removiendo el exceso de hormigón a las áreas bajas. Cada pasada sucesiva del alisador deberá traslaparse con la anterior, en la mitad de su longitud, continuándose el proceso hasta obtener una superficie uniforme. Como operación final de acabado, se dará a la superficie una textura estriada, por medio de una escoba de fibra rígida o una tira de arpillera.

7.3.1.4 Hormigón Ciclópeo

Descripción.- Este trabajo consistirá en la mezcla de hormigón de cemento Portland y piedra colocada en forma adecuada, de acuerdo a las presentes especificaciones, en concordancia con lo indicado en los planos y lo ordenado por el Fiscalizador.

Materiales.- El hormigón ciclópeo estará constituido por hormigón de cemento Portland, clase B y por un 40 por ciento de piedra, salvo que en los planos o disposiciones especiales se señalen otras características. La piedra para el hormigón ciclópeo deberá satisfacer las exigencias.

Procedimiento de trabajo.- El hormigón ciclópeo se formará por la colocación alternada de capas de hormigón de cemento Portland y piedras, que quedarán rodeadas y embebidas completamente en el hormigón. Las piedras serán saturadas con agua antes de su colocación.

El hormigón de cemento Portland se dosificará, mezclará y transportará conforme a las exigencias previstas. El hormigón ciclópeo será apisonado con el equipo adecuado o mediante vibrador, según ordene el Fiscalizador. Las superficies terminadas deberán ser lisas y estar en concordancia con lo señalado en los planos o fijado por el Fiscalizador. Los agujeros para drenaje y descarga se ejecutarán de acuerdo con los detalles señalados en los planos o por el Fiscalizador.

Medición y pago.

Medición.- Las cantidades a pagarse por estos trabajos serán los metros cúbicos de hormigón simple o ciclópeo satisfactoriamente incorporados a la obra. Cualquier deducción por objetos embebidos en el hormigón o volúmenes de agujeros de drenaje, será efectuado de acuerdo a lo indicado por el Fiscalizador.

Las cantidades de acero de refuerzo serán medidas para el pago. No se harán mediciones ni pagos por concepto de encofrados, obra falsa o andamio, arrastre de aire en el hormigón, formación de agujeros de drenaje, ni acabado de superficies.

Pago.- Las cantidades determinadas en la forma indicada en la subsección anterior, se pagarán a los precios contractuales para los rubros más adelante designados y que consten en el contrato.

Estos precios y pagos constituirán la compensación total por suministro de materiales, mezclado, transporte, colocación, acabado y curado del hormigón simple o ciclópeo para estructuras, alcantarillas, construcción de juntas, u otros dispositivos en el hormigón para instalaciones de servicio público, construcción y retiro de encofrados y obra falsa, así como por mano de obra, equipo, herramientas, materiales y operaciones conexas en la ejecución de los trabajos descritos en esta subsección.

Nº del Rubro de Pago y Designación Unidad de Medición

Hormigón estructural de cemento Portland, Clase A (*) Hormigón estructural de cemento Portland, Clase B (*)
Hormigón estructural de cemento Portland, Clase C (*) Hormigón estructural de cemento Portland, Clase D (*)
Hormigón Ciclópeo. Metro cúbico (m³)

(*) (Indicar resistencia del hormigón en Kg/cm²)

La clase de hormigón a utilizarse es 503 (1) Hormigón Estructural de Cemento Portland, Clase A f'c=280 Kg/cm².

7.3.2 ACERO

Descripción.- Este trabajo consistirá en el suministro y colocación de acero de refuerzo para hormigón de la clase, tipo y dimensiones señalados en los documentos contractuales.

Materiales.- Las barras corrugadas de acero de refuerzo, las mallas de alambre de acero de refuerzo y el alambre y barras lisas de acero, satisfarán las exigencias previstas.

Existen cuatro clases de acero de refuerzo: barras corrugadas, mallas de alambre, alambre y barras lisas de acero, las cuales deberán satisfacer los requisitos establecidos en las normas INEN 101, INEN 102, INEN 103, INEN 104.

7.3.2.1 Acero de refuerzo

Este ítem norma el suministro y colocación del acero corrugado y liso, en lo referente a secciones y detalles están deberán constar en los planos. El refuerzo debe cumplir los requisitos técnicos del INEN.

Procedimiento de trabajo.

Almacenamiento y conservación.- Antes de pedir el material, las planillas de armaduras serán sometidas por el Contratista a la aprobación del Fiscalizador y no se hará ningún pedido de materiales hasta que dichas planillas estén aprobadas.

El acero de refuerzo deberá ser almacenado en plataformas u otros soportes adecuados, de tal forma que no esté en contacto con la superficie del terreno. Deberá protegérselo, hasta donde sea posible, para evitar daños mecánicos y deterioro por oxidación.

Preparación, doblado y colocación del refuerzo.- Las barras y el alambre de acero serán protegidos en todo tiempo de daños y, cuando se los coloque en la obra, estarán libres de suciedad, escamas sueltas, herrumbrado, pintura, aceite u otra sustancia inaceptable.

Doblado.- Las barras se doblarán en la forma indicada en los planos. Todas las barras se doblarán en frío, a menos que permita el Fiscalizador otra cosa. Ninguna barra parcialmente empotrada en el hormigón será doblada, a menos que así lo indiquen los planos o lo permita expresamente el Fiscalizador. Los radios para el doblado deberán estar indicados en los planos.

Colocación y amarre.- Las barras de acero se colocarán en las posiciones indicadas en los planos, se las amarrará con alambre u otros dispositivos metálicos en todos sus cruces y deberán quedar sujetas firmemente durante el vaciado del hormigón. El espaciamiento de la armadura de refuerzo con los encofrados se lo hará utilizando bloques de mortero, espaciadores metálicos o sistemas de suspensión aprobados por el Fiscalizador. No se permitirá el uso de aparatos de plástico, madera o aluminio. El recubrimiento mínimo de las barras se indicará en los planos.

Espaciamiento y protección del refuerzo

Se normaran por el reglamento de Diseño del A.C.I. 318.- Espaciamiento límites para refuerzos, 7.7 protección del hormigón para el acero de refuerzo. Las barras en su ubicación no deberían variar más de 1/12 del espaciamiento entre cada una de ellas. Por ningún motivo el recubrimiento mínimo a la superficie del refuerzo será menor a 25 mm. y se guiarán por las indicaciones de los planos.

Empalmes.- Las barras serán empalmadas como se indica en los planos o de acuerdo a las instrucciones del Fiscalizador. Los empalmes deberán hacerse con traslapes escalonados de las barras. El traslape mínimo para barras de 25 mm. será de 45 diámetros y para otras barras no menor de 30 diámetros.

Medición y Pago.

Medición.- Las cantidades a pagarse por suministro y colocación del acero de refuerzo, de acuerdo a lo descrito en esta sección, serán los kilogramos de barras de acero y los metros cuadrados de malla de alambre aceptablemente colocados en la obra. El alambre de refuerzo que se use como armadura de refuerzo, será medido a razón de 0.008 kg. por centímetro cúbico.

Los pesos de las barras de acero de refuerzo, se determinarán según lo indicado en las normas INEN respectivas. Los pesos que se miden para el pago incluirán los traslapes indicados en los planos o aprobados por el Fiscalizador.

La medición de la malla de alambre, colocada como refuerzo del hormigón, comprenderá el área cubierta, sin compensación por traslapes. No se medirán para el pago el alambre u otro material utilizado para amarrar o espaciar el acero de refuerzo.

El peso de la armadura de refuerzo de barandas no se medirá para el pago, cuando las barandas se paguen en base al metro lineal.

Si hay sustitución de barras a solicitud del Contratista, y como resultado de ella aumenta la cantidad del acero, sólo se pagará la cantidad especificada.

Las cantidades determinadas en la forma indicada en el numeral anterior, se pagarán a los precios del contrato para los rubros más adelante designados y que consten en el contrato. Estos precios y pagos constituirán la compensación total por suministro y colocación del acero de refuerzo, incluyendo mano de obra, equipo, herramientas, materiales y operaciones conexas en la ejecución de los trabajos descritos en esta sección.

Nº del Rubro de Pago y Designación Unidad de Medición
Acero de refuerzo en barras (*).....Kilogramo (Kg.)
Acero de refuerzo de malla de alambre (**)......Metro cuadrado (m2)

(*) (Indicar esfuerzo a la fluencia)

(**) (Indicar tipo de malla)

El Acero que se utiliza es: Acero de refuerzo en barras, $f_y=4200$ Kg/cm².

7.3.2 MATERIALES

7.3.3.1 Hormigón de cemento portland.

Generalidades.

Objetivos.- La presente especificación tiene por objeto establecer los requisitos que debe cumplir el hormigón de cemento Portland, para su utilización en la construcción de piezas estructurales de este material.

Alcance y limitaciones.- Esta especificación se aplica a toda estructura o elemento que requiera para su construcción, hormigón de cemento Portland.

Clases de hormigón.- Con la finalidad de establecer una guía en el uso de las diferentes clases de hormigón, cuando no se indican en los planos, se recomienda usar el Cuadro 20.

Fabricación del Hormigón.

Almacenamiento de agregados.- El manipuleo y almacenamiento de agregados para hormigones se hará en forma tal que se evite la segregación de los tamaños componentes o la mezcla con materiales extraños. Los agregados que provengan de diferentes fuentes de origen no deberán almacenarse juntos, y cada tamaño o fracción de agregado deberá almacenarse separadamente. No se emplearán los agregados que, durante su manipuleo o transporte, se mezclaren con tierra o material extraño.

Almacenamiento de materiales

El cemento, y agregados livianos, deben permanecer siempre en lugares ventilados y ubicados de tal manera que la Fiscalización, pueda chequear fácilmente. Deben ser almacenados de tal manera que se asegure la conservación de sus cualidades y aptitudes para la obra. Los materiales de almacenamiento, aún cuando hayan sido aprobados antes de ser almacenados, deben ser inspeccionados antes que se utilicen en la obra, todos los materiales tienen que ser manejados con precaución evitando que se pierdan o deterioren sus propiedades de diseño.

Almacenamiento de agregados.

Cuando el almacenamiento de los agregados del concreto se realiza a mano, lo más importante es prevenir la contaminación con otros materiales. Para el uso de los agregados es conveniente no remover por lo menos 15 cm. de la parte inferior. El agregado debe ser almacenado en el menor tiempo posible para reducir el contenido libre de humedad. Para asegurar un concreto uniforme, los agregados almacenados deberían mantenerse en un razonable contenido de humedad uniforme.

Mezclado y Transporte.

Generalidades.- En lo que sigue, se referirá a los procedimientos y normas de mezcla y transporte del hormigón, a los cuales se sujetará estrictamente el Contratista, bajo el control del Fiscalizador. El equipo y los procedimientos para mezclar, transportar y colocar el hormigón, deberán hacerse conocer al Fiscalizador por lo menos 10 días antes de comenzar el trabajo, para su aprobación.

Hormigón mezclado en obra.- Los materiales se colocarán en el tambor de la mezcladora, de modo que una parte del agua de amasado se coloque antes que los materiales secos; a continuación, el orden de entrada a la mezcladora será: parte de los agregados gruesos, cemento, arena, el resto del agua y finalmente el resto de los agregados gruesos.

El agua podrá seguir ingresando al tambor hasta el final del primer cuarto del tiempo establecido para el mezclado. Los aditivos inclusores de aire deberán agregarse al agua, en las cantidades especificadas en el diseño, en la forma aconsejada por su fabricante o durante el tiempo fijado por el Fiscalizador.

* Valores referenciales para el diseño.

El tambor de la mezcladora se operará a la velocidad recomendada por el fabricante y dentro de la capacidad especificada por él. El tiempo de mezclado en ningún caso deberá sobrepasar los 5 minutos. El tiempo de mezclado se medirá desde el momento en que todos los ingredientes, excepto el agua, se hayan introducido al tambor. La mezcladora deberá disponer de dispositivos adecuados para el control del tiempo de mezclado.

No se permitirá el exceso de mezclado ni el re amasado que requiera de adición de agua para conservar la consistencia requerida. La capacidad mínima de una mezcladora será la equivalente a la de un saco de cemento.

El volumen de una mezcla de hormigón deberá prepararse para una cantidad entera de sacos de cemento, excepto cuando se utilice cemento al granel. Los sacos de cemento que por cualquier razón hayan sido parcialmente usados o que contengan cemento endurecido serán retirados. La mezcladora deberá limpiarse periódica y minuciosamente, de manera que se asegure una correcta preparación del hormigón cuando se reanude la operación.

Transporte de la mezcla.- La entrega del hormigón para estructuras se hará dentro de un período máximo de 1,5 horas, contadas a partir del ingreso del agua al tambor de la mezcladora; en el transcurso de este tiempo la mezcla se mantendrá en continua agitación. El vaciado del hormigón se lo hará en forma continua, de manera que no se produzca, en el intervalo de 2 entregas, un fraguado parcial del hormigón ya colocado; en ningún caso este intervalo será más de 30 minutos.

Cantidad de agua y consistencia.- El agua será medida en volumen o al peso. Si el agua se dosifica por volumen, se incluirá un tanque auxiliar desde el cual se llenará el tanque de medición del agua. Dicho tanque de medición estará equipado con una toma y válvulas exteriores para obtener una correcta medida o cualquier otro dispositivo que garantice una rápida y exacta cantidad del agua entregada por el tanque auxiliar. Para mantener la relación agua/cemento, manteniendo la misma consistencia del hormigón, se deberá considerar el contenido de agua propio de los agregados, ya que el agua superficial o agua libre entra como una adición al agua total de la mezcla.

Curado del Hormigón.

Disposiciones comunes a todos los métodos de curado.- Para el curado correcto del hormigón es necesario que no se permita la evaporación del agua de la mezcla, hasta que el hormigón haya adquirido su resistencia.

El contratista debe informar a la Fiscalización, los métodos propuestos para el curado; deben proveerse de equipos y materiales en cantidad adecuada, con anterioridad al colocado del hormigón. Todo hormigón debe ser curado para períodos de cuatro 4 días excepto los indicados en la siguiente tabla:

DESCRIPCIÓN	TIPO DE CEMENTO	DIAS REQUERIDOS PARA EL CURADO
Las superficies superiores de losas de puentes, las losas superiores de alcantarillas sujetas al tráfico directo y hormigón para recubrimiento	I o III	8
	II o I/II*	10
	Todos los tipos con agregados livianos	10
Hormigón para pilotes	Todos	6

Cuadro 33. Días requeridos para el curado de hormigón.

Fuente: Hormigón reforzado, Roberto Rochel Awad

Elaborado: Hormigón reforzado, Roberto Rochel Awad

* Cumplirán los requisitos de los dos tipos:

Humedecimiento con agua.- El agua para curado del hormigón debe ser limpia, libre de aceites, álcalis, ácidos, sales, azúcar, materia orgánica, y debe cumplir además con los requisitos de la norma INEN 1108. Las aguas potables sí son consideradas satisfactorias. Dentro de lo posible, todas las superficies de hormigón deben mantenerse a una temperatura de más de 10 grados centígrados y en condición húmeda, mediante rociados convenientemente espaciados, por lo menos durante los 7 primeros días después de su colocación, si se ha usado cemento Portland normal, o durante 3 días, si el cemento empleado es de fraguado rápido.

Conservación de los encofrados en su lugar.- Si el curado se efectúa sin retirar los moldes o encofrados, éstos deberán permanecer en su lugar un mínimo de 7 días después de la colocación del hormigón.

Protección del Hormigón.

Generalidades.- Bajo condiciones lluviosas, la colocación del hormigón se interrumpirá, antes de que la cantidad de agua en la superficie provoque un escurrimiento o lavado de la superficie de hormigón, a menos que el Contratista proporcione una protección adecuada contra daños.

Protección de las estructuras de hormigón.- Todas las estructuras de hormigón se mantendrán a una temperatura no menor de 7 grados centígrados, durante las 72 horas posteriores a su colocación, y a una temperatura no menor de 4 grados centígrados durante 4 días adicionales.

Resistencia y Otros Requisitos.

Generalidades.- Los requisitos de resistencia a la compresión del hormigón consistirán en una resistencia mínima que deberá alcanzar el hormigón antes de la aplicación de las cargas, y si éste es identificado por su resistencia, en una resistencia mínima a la edad de 28 días. Las varias resistencias que se requieran son especificadas en los planos.

Resistencia del Hormigón.- La resistencia a la compresión del hormigón se determinará en base al ensayo establecido en las normas AASHTO T 22 o ASTM C 39, y la resistencia a la flexión se determinará en base al ensayo establecido en las normas AASHTO T 97 (ASTM C 78) o AASHTO 198 (ASTM C 496) con especímenes de hormigón elaborados y curados de acuerdo con los métodos que se indican en la norma AASHTO T 23 (ASTM C 31) o T 126 (ASTM C 192).

Para cada ensayo de resistencia deben elaborarse por lo menos dos especímenes de ensayo (cilindros o vigas) elaborados con material tomados de la misma mezcla de hormigón. Un ensayo será el resultado del promedio de las resistencias de los especímenes ensayados a la edad especificada. Si un espécimen muestra evidencia de baja resistencia con respecto a los demás, debido a un muestreo, manejo, curado o ensayo inadecuados, se debe descartar y la resistencia de los especímenes restantes será considerada como resultado del ensayo.

Para el caso de resistencia a la compresión:

El promedio de todos los conjuntos de tres resultados de ensayos consecutivos de resistencia debe ser igual o superior a la resistencia especificada f'_c ; y, ningún resultado individual de resistencia puede estar 3.5 Mpa por debajo de la resistencia especificada f'_c .

Para el caso de resistencia a la tracción por flexión:

El promedio de todos los conjuntos de tres resultados de ensayos consecutivos de resistencia debe ser igual o superior al Módulo de Rotura (MR) especificado; y, ningún resultado individual de resistencia puede estar 0,5 Mpa por debajo del MR especificado.

CEMENTO PORTLAND

Objetivos.- Esta especificación tiene como objeto determinar las características y requisitos que debe cumplir el cemento Portland.

Cemento portland

Las normas establecidas por el MOP bajo los lineamientos del INEN regirán para todos los procesos constructivos y cuando se requiere alguna especificación no contemplada en esta norma se deberá considerar los requerimientos del AASHTO M 85 "PORTLAND CEMENT", con sus modificaciones: a), b) y c).

Alcance y limitaciones.- Esta especificación se aplica a todos los Tipos de cemento Portland indicados en el numeral 802-1.04. correspondientes a la norma INEN 152.

Definiciones específicas.- Cemento Portland es el producto que se obtiene de la pulverización del clinker, el cual está constituido esencialmente por silicatos de calcio hidratado, adicionado con agua o sulfato de calcio o los dos materiales, en proporciones tales que cumplan los requisitos químicos relativos a las cantidades máximas de anhídrido sulfúrico y pérdidas por calcinación.

Tipos de cemento.- El cemento Portland se clasifica en 5 Tipos que, de acuerdo con la norma INEN 152, son los siguientes:

TIPO I Cemento de uso general, al que no se exigen propiedades especiales.

TIPO II Para uso en construcciones de hormigón expuestas a la acción moderada de sulfatos o cuando se requiere de moderado calor de hidratación.

TIPO III Para usarse en construcciones de hormigón, cuando se requiere de alta resistencia inicial.

TIPO IV Para usarse en construcciones de hormigón, cuando se requiere bajo calor de hidratación.

TIPO V Para usarse en construcciones de hormigón, cuando se requiere de alta resistencia a la acción de los sulfatos.

Requisitos.- El cemento Portland debe cumplir con los requisitos químicos y físicos establecidos en las Tablas 2.1, 3.1 y 3.2 de la norma INEN 152, de acuerdo al Tipo del cual se trate.

El cemento deberá almacenarse en un depósito adecuado que lo proteja de la intemperie, para reducir a un mínimo su hidratación durante el almacenamiento y de tal manera que permita un fácil acceso para la inspección e identificación adecuadas.

El cemento se podrá entregar envasado en sacos o a granel. Si se entrega ensacado, cada saco tendrá una masa neta de 50 kg., y se acepta hasta una diferencia del 1% de ésta. Si la entrega es a granel, el proveedor certificará la cantidad entregada, mediante balanzas calibradas periódicamente por el INEN.

Ensayos y Tolerancias.- Todos los ensayos y tolerancias referentes a los requisitos químicos y físicos que deben cumplir los 5 Tipos de cemento Portland, se basarán en las normas INEN correspondientes, de acuerdo a lo que indica la norma INEN 152. La comprobación del cemento se referirá a:

TIPO DE ENSAYO	ENSAYO INEN
Análisis químico	INEN 152
Finura	INEN 196, 197
Tiempo de fraguado	INEN 158, 159
Consistencia normal	INEN 157
Resistencia a la compresión	INEN 488
Resistencia a la flexión	INEN 198
Resistencia a la tracción	AASHTO T-132

Cuadro 34. Tipos de ensayos para cemento Portland según la norma INEN.

Fuente: Hormigón reforzado, Roberto Rochel Awad

Elaborado: Hormigón reforzado, Roberto Rochel Awad

Si los resultados de las pruebas efectuadas no satisfacen los requisitos especificados, el cemento será rechazado.

AGREGADOS PARA HORMIGÓN Generalidades:

Objetivos.- El objetivo de esta especificación es determinar los requisitos que deben cumplir los áridos para ser utilizados en la preparación de hormigón de cemento Portland.

Alcance y limitaciones.- Esta especificación comprende los áridos naturales y los obtenidos por trituración de grava o piedra naturales.

Definiciones específicas.- Tamaño máximo del agregado: Es la menor dimensión nominal de la abertura del tamiz INEN a través del cual pasa toda la cantidad del árido (INEN 694).

Árido.- Material granular que resulta de la disgregación y desgaste de las rocas, o que se obtiene mediante la trituración de ellas.

Árido grueso.- Árido cuyas partículas son retenidas por el tamiz INEN 4,75 mm. (Nº 4).

Árido fino.- Árido cuyas partículas atraviesan el tamiz INEN 4,75 mm y son retenidas en el tamiz INEN 75 mm (Nº 200).

Árido Grueso.

Descripción.- Los agregados gruesos para el hormigón de cemento Portland estarán formados por grava, roca triturada o una mezcla de éstas que cumpla con los requisitos de la norma INEN 872. Los agregados se compondrán de partículas o fragmentos resistentes y duros, libres de material vegetal, arcilla u otro material inconveniente, sin exceso de partículas alargadas o planas.

Requisitos.- Salvo que las especificaciones particulares designen otra cosa, los agregados para el hormigón de cemento Portland cumplirán las exigencias granulométricas, de acuerdo a lo establecido en la norma INEN872.

Ensayos y Tolerancias.- Las exigencias de granulometría serán comprobadas por el ensayo granulométrico INEN 696.

El peso específico de los agregados se determinará de acuerdo al método de ensayo INEN857

Los agregados gruesos no podrán contener material o sustancias perjudiciales que excedan de los porcentajes, según INEN 872.

El peso unitario del agregado se determinará de acuerdo al método de ensayo INEN 858.

Los agregados gruesos deberán tener un porcentaje de desgaste no mayor de 50 a 500 revoluciones, determinado según los métodos de ensayo especificados en las normas INEN 860 y 861.

Los agregados gruesos no deberán experimentar una desintegración ni pérdida total mayor del 12 % en peso, cuando se los someta a cinco ciclos de la prueba de durabilidad al sulfato de sodio, según lo especificado en la norma INEN 863.

TAMIZ INEN Abertura Cuadrada (mm)	TAMIZ ASTM (plg)	Porcentaje en masa que debe pasar por los tamices INEN indicados en la columna (I) para ser considerado como arido grueso de Grado:									
		A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
		90 - 37,5 (mm)	6,3 - 3,75 (mm)	6,3 - 4,75 (mm)	37,5 - 4,75 (mm)	26,5 - 4,75 (mm)	19 - 4,75 (mm)	13,2 - 4,75 (mm)	9,5 - 2,36 (mm)	53 - 26,5 (mm)	37,5 - 19 (mm)
106		100									
90		90-100									
75	3		100								
63	2 1/4	25-60	90-100	100						100	
53			35-70	95-100	100					90-100	100
37,5	1 1/2	0-15	0-15		95-100	100				35-70	90-100
26,5				35-70		95-100	100			0-15	20-55
19	3/4	0-5	0-5		35-70		90-100	100			0-15
13,2				10-30		25-60		90-100	100	0-5	
9,5	3/8				10-30		20-55	40-70	85-100		0-5
4,75	No. 4			0-5	0-5	0-10	0-10	0-15	10-30		
2,36	No. 8					0-5	0-5	0-5	0-10		
									0-5		

Cuadro 35. Requisitos de Graduación del árido grueso.

Fuente: Norma INEN 872

Elaborado: Norma INEN 872

LÍMITES PARA LAS SUSTANCIAS PERJUDICIALES EN EL ÁRIDO GRUESO PARA EL HORMIGÓN DE CEMENTO PORTLAND		
SUSTANCIA PERJUDICIAL	% MAX EN MASA	METODO DE ENSAYO INEN **
Terrones de arcilla y partículas desmenuzables.		
a) Para hormigón sometido a abrasión	5	698
b) Para cualquier otro hormigón	10	
Material más fino que el tamiz INEN 75 µm (Nº 200). *		
a) Para hormigón sometido a abrasión	1	697
b) Para cualquier otro hormigón	1	
Partículas livianas.		
a) Para hormigón sometido a abrasión	0,5	699
b) para cualquier otro hormigón	1	
Resistencia a la abrasión		
a) Para hormigón sometido a abrasión	50	860
b) Para cualquier otro hormigón	50	861
Resistencia a la disgregación (pérdida de masa después de 5 ciclos de inmersión y secado)		
a) Si se utiliza sulfato de magnesio	18	863
b) Si se utiliza sulfato de sodio	12	

Cuadro 36. Límites para las sustancias en el árido grueso en el hormigón.

Fuente: Norma INEN 872

Elaborado: Norma INEN 872

En el caso de áridos gruesos triturados, si el material más fino que el tamiz INEN 75 µm es polvo resultante de trituración, libre de arcilla o esquisto, el porcentaje se puede aumentar a 1.5.

** El método propuesto por el INEN es obligatorio.

Las muestras para los ensayos deben ser representativas de la naturaleza y características o condiciones de los materiales que se encuentran en los yacimientos naturales, en los depósitos comerciales o en obra, según corresponda; y deben tomarse siguiendo los requisitos de muestreo que se especifican en la norma INEN 695.

Árido Fino.

Descripción.- Los agregados finos para hormigón de cemento Portland estarán formados por arena natural, arena de trituración o una mezcla de ambas. Los agregados finos se compondrán de partículas resistentes y duras, libres de material vegetal u otro material inconveniente.

Los agregados finos provenientes de diferentes minas o fuentes de origen no podrán ser almacenados conjuntamente; se los colocará en depósitos separados, a distancias suficientes, para evitar posibles mezclas entre los materiales de diferentes depósitos.

Requisitos.- Los agregados finos para el hormigón de cemento Portland, deberán cumplir los requerimientos de granulometría especificados en el Cuadro.25, de acuerdo con la norma INEN 872 (Tabla 1).

REQUISITOS DE GRADACION DEL ARIDO FINO	
TAMIZ	PORCENTAJE QUE PASA
9,5 mm (3/8")	100
4,75 mm (N° 4)	95 - 100
2,36 mm (N° 8)	80 - 100
1,18 mm (N° 16)	50 - 85
600 mm (N° 30)	25 - 60
300 mm (N° 50)	10 - 30
150 mm (N° 100)	2 - 10

Cuadro 37. Requisitos de graduación del árido fino

Fuente: Norma INEN 697

Elaborado: Norma INEN 697

Ensayos y Tolerancias.- Las exigencias de granulometría serán comprobadas por el ensayo granulométrico especificado en la norma INEN 697.

El peso específico de los agregados se determinará de acuerdo al método de ensayo estipulado en la norma INEN 856.

El peso unitario del agregado se determinará de acuerdo al método de ensayo determinado en la norma INEN 858.

El árido fino debe estar libre de cantidades dañinas de impurezas orgánicas, para lo cual se empleará el método de ensayo INEN 855. Se rechazará todo el material que produzca un color más oscuro que el patrón.

LÍMITES DE LAS SUSTANCIAS PERJUDICIALES EN EL ÁRIDO FINO PARA EL HORMIGÓN DE CEMENTO PORTLAND		
SUSTANCIA PERJUDICIAL	% MAX EN MASA	METODO DE ENSAYO INEN **
Material más fino que el tamiz INEN 75 mm*		
a) Para hormigón sometido a abrasión	3	697
b) Para cualquier otro hormigón	5	
Terrones de arcilla y partículas desmenuzables	3	698
Partículas livianas (carbón y lignito)		
a) Cuando la apariencia superficial del hormigón es de importancia	0,5	699
b) Para cualquier otro hormigón	1,0	
Cloruros como Cl		
a) Para hormigón simple	1,0	
b) Para hormigón armado	0,4	865
c) Para hormigón preesforzado	0,1	
Sulfatos como SO ₄	0,6	865
Partículas en suspensión después de 1 hora de sedimentación	3	864

Cuadro 38. Límites de sustancias perjudiciales en el árido fino para el hormigón.

Fuente: Norma INEN 855

Elaborado: Norma INEN 855

En el caso de arena de trituración, si el material más fino que el tamiz INEN75 mm consiste en polvo resultante de trituración, libre de esquistos y arcilla, los límites pueden aumentarse a 5 y 7%, respectivamente.

** El método propuesto por el INEN es obligatorio.

ACERO DE REFUERZO

Generalidades.

Objetivos.- La presente especificación tiene por objeto la determinación de los requisitos que debe cumplir el refuerzo previsto para el hormigón armado, ya se use en estructuras o en pavimentos rígidos.

Definiciones Específicas.- Las siguientes definiciones se aplican de manera específica para el acero de refuerzo:

Barras.- Elementos cilíndricos largos, que conforman el refuerzo de las obras que se construyen en hormigón armado. En estas especificaciones, se emplean las palabras barra y varilla indistintamente, y con el mismo significado.

Acero de refuerzo

Este ítem norma el suministro y colocación del acero corrugado y liso y las secciones y detalles deberán constar en los planos. El refuerzo debe cumplir los requisitos técnicos establecidos por el INEN y en caso de no existir, recurrir a las siguientes recomendaciones establecidas por el ASTM.

Si no se especifica en los planos, el acero de refuerzo deberá ser de grado 400 y todas las barras de refuerzo serán corrugadas y estarán regidas por las siguientes recomendaciones:

- ASTM A 615, Grados 300 o 400.
- ASTM A 617, Grado 400.
- ASTM A 616, Grado 400, (barras ASTM A 616 deberán ser suministradas como barras rectas y no dobladas).
- ASTM A 706, Grados 400.
- Barras lisas.- Barras lisas para pavimentos deberían tener un valor mínimo de esfuerzo a la cadencia de 400

Mega pascales. (Barras lisas mayores de 15 metros de largo; deberán cumplir con los requisitos ASTM 36).

Refuerzos en espiral.- Podrán ser lisas o corrugadas o alambres, del mínimo tamaño o diámetro indicando en los planos.

Requisitos.- Todas las barras de refuerzo, para su colocación en obra, deberán estar libres de defectos de fabricación como fisuras, poros, etc.; además no presentarán óxido, aceite, grasas y, en general, impurezas o contaminantes que puedan afectar su perfecta adherencia al hormigón.

Los Cuadros 27 y 28, resumen los principales requisitos que debe cumplir el acero de refuerzo, tanto en sus dimensiones como en sus características resistentes:

DIÁMETRO mm.	AREA mm ²	PERÍMETRO mm.	MASA Kg/m.
6	28	18.9	0.22
8	50	25.1	0.39
10	79	31.4	0.62
12	113	37.7	0.89
14	154	44.0	1.21
16	201	50.3	1.58
18	254	56.5	2.00
20	314	62.8	2.46
22	380	69.1	2.98
25	491	75.8	3.85
28	616	88.0	4.83
32	804	100.5	6.31

Cuadro 39. Dimensiones de los aceros de refuerzo.

Fuente: Norma INEN 807, Tabla 2.1

Elaborado: Norma INEN 807

Los valores señalados en la Tabla 807-2.1., son NOMINALES. Ver las correspondientes Normas INEN para variaciones y tolerancias.

Norma INEN	Grado	Resistencia a la Tracción N/mm ² *	Límite de Fluencia N/mm ² *	Alargamiento en %	DIÁMETRO DEL MANDRIL **		
					Ensayo de Doblado		
					d < 14 mm.	d < 22 mm.	d < 22 mm.
101	A - 36	360 (37)	235 (24)	25	1.5 d	2.0 d	2.0 d
	A - 43	430 (44)	275 (28)	22	3.0 d	3.0 d	3.0 d
	A - 51	510 (52)	353 (36)	21	3.0 d	3.0 d	3.0 d
102	A - 28	275 (28)	432 (44)	22	3.0 d	3.5 d	5.0 d
	A - 42	411 (42)	618 (63)	15	3.5 d	5.0 d	7.0 d
103	AT - 41	615	410 (42)	14.5	2.0 d	2.0 d	2.0 d
104	AT - 49	750	490 (50)	14.5	2.0 d	2.0 d	2.0 d
	AT - 59	900	590 (60)	14.5	2.0 d	2.0 d	2.0 d

Cuadro 40. Características de los aceros de refuerzo.

Fuente: Norma INEN 106

Elaborado: Norma INEN 106

* Entre paréntesis el valor agregado en Kg/mm²

** d = diámetro de la barra

Ensayos y Tolerancias.- El acero de refuerzo se inspeccionará y muestreará en el lugar de aprovisionamiento, siguiendo lo recomendado en la norma INEN 106.

PIEDRA PARA MAMPOSTERIA Y HORMIGON CICLÓPEO Generalidades.

Objetivos.- La presente especificación tiene por objeto la determinación de los requisitos que debe cumplir la piedra que se emplea en la construcción de mamposterías y en hormigón ciclópeo.

Piedra para Hormigón Ciclópeo.

Descripción.- La piedra para hormigón ciclópeo deberá provenir de depósitos naturales o de canteras; será de calidad aprobada, sólida, resistente y durable, exenta de defectos que afecten a su resistencia, y estará libre de material vegetal, tierra u otros materiales objetables. Toda piedra alterada por la acción de la intemperie o que se encuentre meteorizada, será rechazada.

Ensayos y Tolerancias.- La piedra para hormigón ciclópeo tendrá una densidad mínima de 2.3 gr/cm³, y no presentará un porcentaje de desgaste mayor a 40 en el ensayo de abrasión, Norma INEN 861, luego de 500 vueltas de la máquina de Los Ángeles.

La piedra para hormigón ciclópeo no arrojará una pérdida de peso mayor al 12%, determinada en el ensayo de durabilidad, Norma INEN 863, luego de 5 ciclos de inmersión y lavado con sulfato de sodio.

El tamaño de las piedras deberá ser tal que en ningún caso supere el 25% de la menor dimensión de la estructura a construirse. El volumen de piedras incorporadas no excederá del 50% del volumen de la obra o elemento que se está construyendo con este material.

SUELO DE CIMENTACIÓN PROFUNDIDAD DE CIMENTACIÓN:

Los estribos se desplantarán sobre el estrato aluvial, a una profundidad de 2,50 m. medido a partir de la cota del fondo del cauce del Río. Considerando 1,00 m como la profundidad de socavación, la altura de cimentación es de 1,50 m.

PRESION ADMISIBLE:

El subsuelo en donde se implantarán los estribos es de tipo friccionante, sin cohesión y en consideración a los siguientes criterios se calculó la presión admisible del suelo:

Clasificación del suelo = Boleos y cantos rodados con matriz GM, de compacidad media a densa. Angulo de fricción interna = 35°

Cohesión = 0

Presión admisible = 3 Kg/cm²

ASENTAMIENTOS INMEDIATOS: De acuerdo al método elástico tenemos: $S_i = Q \cdot B (1-u^2) \cdot l_f / E_s$

Q = Presión de trabajo

B = Ancho de la cimentación

u = Relación de Poisson = 0,20

l_f = Factor de forma = 82 cm/m

E_s = Módulo de elasticidad = 8000 Tn/m²

S_i = Asentamiento probable (cm)

Ancho cimentación (m.)	Asent. Probable (cm.)
1,75	0,57
2,00	0,68
2,25	0,80
2,50	0,92
2,75	1,06
3,00	1,20

Cuadro 41. Asentamientos según el ancho de cimentación.

Fuente: El Autor

Elaborado: El Autor

Los asentamientos que se puedan producir son de magnitud pequeña, sin peligro para la estabilidad de la estructura.

7.4 RUBROS ESPECIALES CONSIDERADOS EN EL DISEÑO DEL PUENTE

Item	Codigo	Descripcion	Unidad
01		Preliminares	
1,001	501019	Replanteo nivelación y trazado	m2
1,002	502009	Excavación mecánica en suelo sin clasificar, 0<H<2 m	m3
1,003	502010	Excavación mecánica en suelo sin clasificar, 2<H<4 m	m3
1,004	502003	Excavación manual en suelo sin clasificar, 0<H<2 m	m3
1,005	502006	Excavación manual en suelo conglomerado, 0<H<2 m	m3
1,006	510064	Entibado	m2
1,007	502018	Relleno compactado con vibroapisonador, material de mejoramiento	m3
2		Subestructura	
2,001	510054	Encofrado recto general con tableros triplex	m2
2,002	505002	HºSº f´c=300 kg/cm² (en concretetera)	m3
2,003	507004	Acero de refuerzo fy=4,200 kg/cm², en varillas corrugadas	kg
2,004	532024	Base de Neopreno para Vigas	m2
2,005	522014	Sum.+Instal. Desague 110mmx3m Tipo B	ml
3		Superestructura	
3,001	505002	HºSº f´c=300 kg/cm² (en concretetera)	m3
3,002	510054	Encofrado recto general con tableros triplex	m2
3,003	507004	Acero de refuerzo fy=4,200 kg/cm², en varillas corrugadas	kg
3,004	532025	Pasamano de hormigón	m

Cuadro 42. Rubros para el proyecto

Fuente: El autor

Elaborado: El autor

Los análisis de precios unitarios, consta en el Anexo G.

CAPÍTULO 8 PRESUPUESTO DE CONSTRUCCIÓN E IMPLEMENTACIÓN

8.1 INTRODUCCIÓN

Lo más importante en el manejo global o general de una construcción, obra o proyecto es la correcta conformación, análisis y aplicación de precios unitarios, que permita elaborar presupuestos realizables y ajustados a la realidad.

El presupuesto es el costo o monto de una obra que se suele hacer como parte del proceso de la oferta, calculado en base a los planos y especificaciones de la misma, para una fecha y lugar determinado.

8.2 CRITERIOS GENERALES

Analizados individualmente los diferentes tipos de costos de una obra, se tiene los elementos necesarios para poderla valorizar en conjunto y producir el presupuesto y los documentos principales de control, lo cual debe someterse luego a un análisis de integridad que garanticen en principio la exactitud de la información obtenida.

En el valor del presupuesto se incluyen los costos de materiales, mano de obra, equipo y/o herramientas como costos directos y así también se incluyen gastos administrativos, imprevistos, utilidades y honorarios como costos indirectos.

8.3 ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

El APU es un modelo matemático que adelanta el resultado, expresado en moneda, de una situación relacionada con una actividad sometida a estudio. También es una unidad dentro del concepto "Costo de Obra", ya que una obra puede contener varios presupuestos. A grandes rasgos, el análisis consiste en agrupar todos los costos y gastos.

8.4 ESTUDIO DE LOS RENDIMIENTOS

Los cálculos y el control permanente de los trabajos realizados, resulta imprescindible en la estimación de tiempos y la valoración de los costos de obra, siendo el rendimiento un factor que relaciona el costo con el tiempo de trabajo.

El rendimiento depende de la duración de una actividad, tantos de mano de obra como de maquinaria, además en el costo total del rubro.

8.5 CÁLCULO DE PRECIOS UNITARIOS

El análisis unitario agrupa todos los componentes de cada actividad en un solo formato con el objeto de obtener su valor individual y crear la estructura para el cálculo del presupuesto y las herramientas de control.

8.5.1 COSTOS DIRECTOS

Son aquellos que pueden identificarse directamente con un objeto de costos, sin necesidad de ningún tipo de reparto. Los costos directos se derivan de la existencia de aquello cuyo costo se trata de determinar, sea un producto, un servicio, una actividad, como por ejemplo, los materiales directos y la mano de obra directa destinados a la fabricación de un producto.

En los costos directos intervienen los siguientes parámetros:

- Equipo
- Materiales

- Mano de Obra
- Transporte

8.5.2 COSTOS INDIRECTOS Y UTILIDADES

Son indirectos los costos que no constituyen obra en sí mismos, aquellas que no generan realidades físicas, pero son indispensables para implantarla dentro de un medio ambiente urbano o profesional, tanto por exigencias de la ciudad donde se encuentre (impuestos) como por la necesidad de protección de la sociedad (seguros y garantías) o el imperativo de que el proyecto se realice en las mejores condiciones de diseño y de construcción (honorarios).

8.6 PRESUPUESTO

Aplicando los valores obtenidos en cada análisis a las cantidades de obra que componen el proyecto se obtiene el presupuesto inicial, que incluye todos los elementos del estudio de costos operando en conjunto, tales como los nombres de los capítulos y las actividades que de ellos dependen, así como también las cantidades de obra, los valores individuales, los valores por capítulo y el valor final de la obra. Aparecen también, cuando el proyecto lo amerite, las grandes divisiones de Costos Directos, Indirectos y Comerciales.

8.7 CRONOGRAMA VALORADO

Es la estimación del plazo de ejecución del proyecto y los costos por concepto de los rubros que intervienen en la construcción de obra, propone la programación determinada de los trabajos para todos los recursos y actividades asignadas al proyecto

Se establecerá el avance de cada acción a ser ejecutada por el proyecto de forma cronológica, valorando el avance de cada acción por medio de su costo semanal, mensual o trimestral, según el caso, en donde se valorara lo programado con lo ejecutado.

8.8 ESTUDIO DE REAJUSTE DE PRECIOS

El reajuste es el valor adicional a un precio inicial que se produce por el incremento en los costos de los componentes de los precios unitarios estipulados en los contratos de ejecución de obras que celebren las entidades que intervienen en la obra en el transcurso del tiempo. La finalidad principal de este proceso es evitar pérdidas mayores debido a la variación de los precios.

Los contratos de ejecución de obras, adquisición de bienes o de prestación de servicios, a que se refiere esta Ley, cuya forma de pago corresponde al sistema de precios unitarios, se sujetaran al sistema de reajuste de precios de conformidad con lo previsto a esta Ley serán también reajustables los contratos de consultoría que se suscribieron bajo cualquier modalidad.

* Fuente tomada de La Ley Orgánica de Contratación Pública-Artículo 82.

$$Pr = Pox (p1B1/B0 + p2C1/CO + p3D1/DO + pnZ1/ZO + px) \quad (8.1)$$

Dónde:

Pr = Valor reajustado del anticipo o de la planilla. Po = valor del anticipo o de la planilla calculada con los precios unitarios contractuales descontada la parte proporcional del anticipo, de haberlo pagado.

p1 = Coeficiente del componente mano de obra.

p2, p3... pn = Coeficiente de los demás componentes principales.

px = Coeficiente de los otros componentes considerados como no principales, cuyo valor no excederá 0.200. Bo = Sueldos y salarios de una cuadrilla tipo, expedidos por la ley o acuerdo ministerial para las correspondientes ramas de actividad, más remuneraciones adicionales y obligaciones patronales de aplicación general que deban pagarse a todos los trabajadores en el país, exceptuando el porcentaje de la participación de los trabajadores en las utilidades de la empresa, los viáticos, subsidios beneficios de orden social, esta cuadrilla tipo estará conformada en base los análisis de precios de la oferta adjudicada, vigentes treinta días antes de la fecha de cierre para la presentación de ofertas que constará en el contrato.

B1 = Sueldos y salarios mínimos de una cuadrilla tipo , expedidos por la ley o acuerdo ministerial para las correspondientes ramas de actividad, más remuneraciones adicionales y obligaciones patronales de aplicación general que deban pagarse a todos los trabajadores en el país, exceptuando el porcentaje de la participación de los trabajadores en las utilidades de la empresa, los viáticos, subsidios beneficios de orden social, esta cuadrilla tipo estará conformada en base los análisis de precios de la oferta adjudicada, vigentes treinta días antes de la fecha de pago del anticipo o de las planillas de ejecución de obra.

Co, Do,...Zo = Los precios o índices de precios de los componentes principales vigentes treinta días antes de la fecha de cierre para la presentación de las ofertas, fecha que constara en el contrato. C1, D1....Z1 = Los precios o índices de precios de los componentes principales a la fecha de pago del anticipo o de las planillas de ejecución de la obra.

Xo = índice de los componentes no principales correspondientes al tipo de obra y la falta de este, el índice de precios al consumidor treinta días antes de la fecha de cierre de presentación de las ofertas, que constará en el contrato.

X1 = índice de los componentes no principales correspondientes al tipo de obra y la falta de este, el índice de precios al consumidor a la fecha de pago del anticipo o de las planillas de ejecución de obras.

8.9 PRESUPUESTO REFERENCIAL

Monto del objeto de contratación determinado por la Entidad Contratante al inicio de un proceso precontractual.

DISEÑO EN HORMIGON ARMADO DEL PUENTE SOBRE EL RIO RIRCAY

Oferente: Jorge Encalada Pinos

Ubicación: Sector La Peña, Comunidad San Martin Chico, Girón, Azuay

Fecha: 17 de noviembre de 2015

PRESUPUESTO						
Ítem	Código	Descripción	Unidad	Cantidad	P.Unitario	P.Total
1		Infraestructura				46657.28
2		Superestructura				19484.10
3		Impactos Ambientales				1831.86
SUBTOTAL						67973.23
IVA						8156.79
TOTAL						76130.02

Nota: Los rubros que no consten dentro del presupuesto, se considerara en una planilla principal de Costo más Porcentaje.

El análisis de los precios unitarios se lo realizo con la base de datos del GAD Municipal de Paute

CAPÍTULO 9 RESULTADOS

Una vez realizado el marco teórico y especificaciones técnicas referentes al diseño del puente de hormigón armado que unirá los Cantones de Girón y San Fernando; y mediante el estudio y recopilación de información como datos socio económicos e hidrológicos, de topografía y de suelo, se realizó el estudio del diseño estructural, y como resultado de todo este proceso de estudio hemos obtenido:

- La construcción servirá para el traslado y transporte de productos agrícolas entre los cantones mencionados.
- El trazado de la vía, con la ubicación del puente se mantiene el mismo, ya que la vía existente cumple con el diseño geométrico tanto horizontal como vertical.
- El cálculo y diseño estructural, en donde se determinó: plantas, cimentaciones, armadura de refuerzo y detalles constructivos, esta evaluado con las Normas y especificaciones vigentes.
- El Presupuesto referencial de la construcción del proyecto, está calculado en base a precios del GAD Municipal Paute, precios manejados dentro de la Provincia.

En el anexo de Estudios de Impactos Ambientales se detalla paso a paso, la información que debe contener la ficha ambiental, para la aprobación del mismo y su posterior construcción.

CAPÍTULO 10 CONCLUSIONES

- El proyecto de la construcción y diseño del puente del Sector La Peña, comunidad San Martín Chico, desde el punto de vista social, constructivo y económico es rentable; ya que su ejecución es necesaria e inmediata y de mucho beneficio para el sector y comunidades aledañas.
- Estudiar intensamente la topografía y el suelo del sector en ejecución de obras futuras en cualquier tipo de construcción civil, ya que el mismo está expuesto a deslizamientos y movimientos de tierra producido por la inestabilidad geológica del lugar.
- Al diseñar del puente vehicular tipo apertado, aumentando su luz y su ancho, se puede asegurar que dicho diseño cumple con todos los requisitos de cálculo exigidos por las normas nacionales e internacionales como (AASHTO, ACI, ASTM), consultadas en este proyecto.
- Cada uno de los elementos del sistema estructural que componen el puente, se ha diseñado de acuerdo con la norma AASHTO Y el código ACI (318-2010), para un periodo de 50 años.
- El estudio de Impacto Ambiental se ha realizado mediante el diagnóstico en ficha técnica que proporciona el Ministerio del Ambiente, para el cumplimiento de la normativa indicada.

Elaborar los planos definitivos así como facilitar de los anexos que solicita el Gobierno Provincial del Azuay.

CAPÍTULO 11 RECOMENDACIONES

- Construir el proyecto de obra civil haciendo cumplir severamente los cálculos en todas sus etapas de construcción, diseños y normas establecidas vigentes.
- Realizar un estudio de ingeniería de material existente en el lugar. Con el objetivo de verificar las propiedades físicas y mecánicas del suelo y su posible utilización principalmente en los rellenos.
- En el período de la ejecución del proyecto del puente de hormigón armado, el Gobierno Provincial debe garantizar la supervisión del proyecto, para que pueda cumplir las normas constructivas que especifican los cálculos hidráulicos, topográficos, de suelos y planos respectivos.
- Para reducir costos en la construcción del puente tipo aperticado se recomienda que la mano de obra y los materiales de construcción sean en su mayoría locales, y actualizar algunos precios unitarios cuando consideren necesario ejecutarlo.
- Se recomienda mantener el trazado actual de la vía, ya que contempla el cumplimiento de normativas vigentes y siendo factible para el uso del trazado actual de la vía, condición que vuelve al proyecto económico y rápido para su ejecución.

BIBLIOGRAFÍA

ING. VERGARA CALLE PATRICIO, Estudio y diseño de puentes de hormigón armado.

JOSE EUSEBIO TRUJILLO OROZCO. 2009, Diseño de Puentes (3ra Edición), Bucaramanga - Colombia, Editorial UIS

INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGÍA E HIDROLOGÍA 1999. Estudio de lluvias intensas, Quito: INAMHI.

MINISTERIO DE TRANSPORTE Y OBRAS PÚBLICAS. 2011, Normas de diseño de obras de drenaje, y de diseño geométrico de carreteras. Quito-Ecuador.

MINISTERIO DE TRANSPORTES Y OBRAS PÚBLICAS. 2013. Construcción de Caminos y Puentes. En Mtop, Especificaciones Generales para la Construcción de Caminos y Puentes, Quito, 1 era Edición.

MINISTERIO DE TRANSPORTES Y OBRAS PÚBLICAS. 2012. Norma Para Estudios Y Diseños Vial. En MTOP, NEVIL-12. Quito: Volumen 2B, 1 era Edición.

INEC. (2001); “*República de El Ecuador división política administrativa*”, Taller de Edición INEC, Quito, Ecuador.

HIGHWAY, A. A. (2010). Guide for Design of Pavement Structures. En AASHTO, Guide for Design of Pavement Structures de 2010. ACI 318-05 y ACI318R-05. Washington: Capitol Strett.

JUÁREZ BADILLO, E. Y RICO RODRÍGUEZ, A. Mecánica de Suelos. Tomos 1 y 2. México. Ed. Limusa

ARTHUR. H. N. Diseño de estructuras de Concreto (12ma Edición) (2001), Colombia, McGRAW -HILL INTERAMERICANA S.A.

BRAJA, M. DAS. Principios de Ingeniería de Cimentaciones (4ta Edición), EEUU, International Thomson Editores S.A.

HERRERA, J. M. “Puentes” (2006); Universidad Católica de Colombia, Colombia

CORDOVA P. HUGO P. (2014), “*Diseño en Hormigón Armado de los puentes en las quebradas Urcuchagra y Guabes*” Tesis de graduación previo a la Obtención del Título de Ingeniería Civil, Unidad Académica de Ingeniería Civil, Arquitectura y Diseño, Universidad Católica de Cuenca.

Gad Municipal de Girón, 2015, Plan de Ordenamiento Territorial (PDOT). Girón.

Gad Municipal de San Fernando, 2015, Plan de Ordenamiento Territorial (PDOT). San Fernando.

ANEXOS

ANEXO A DATOS HISTÓRICOS



Ubicación Geográfica



Vista de acceso al Puente



Estado actual del puente con medidas



Estado actual del puente

ANEXO B
ESTUDIOS TOPOGRÁFICOS

PUNTOS	NORTE (Y)	ESTE (X)	COTA (Z)	DESCRIPCION
1	9651926.970	696592.510	2451.878	izq1
2	9651928.080	696592.400	2451.178	eje1
3	9651929.150	696592.280	2450.728	der1
4	9651929.150	696601.300	2451.556	izq2
5	9651930.230	696601.070	2450.856	eje2
6	9651931.260	696600.880	2450.406	der2
7	9651927.700	696605.670	2451.160	izq3
8	9651929.030	696606.850	2450.460	eje3
9	9651930.160	696608.040	2450.010	der3
10	9651919.570	696611.760	2451.153	izq4
11	9651921.380	696612.970	2450.453	eje4
12	9651922.220	696614.080	2450.003	der4
13	9651913.020	696613.340	2451.363	izq5
14	9651913.430	696614.960	2450.663	eje5
15	9651913.830	696616.470	2450.213	der5
16	9651903.180	696612.850	2451.904	izq6
17	9651902.840	696614.580	2451.204	eje6
18	9651902.400	696616.130	2450.754	der6
19	9651889.450	696614.830	2457.950	izq7
20	9651890.440	696616.770	2457.250	eje7
21	9651891.550	696619.330	2456.800	der7
22	9651924.850	696590.140	2452.038	izq8
23	9651925.310	696588.440	2451.338	eje8
24	9651925.790	696586.910	2450.888	der8
25	9651921.680	696591.200	2454.367	izq9
26	9651921.120	696589.400	2453.667	eje9
27	9651920.580	696587.930	2453.217	der9
28	9651917.970	696591.880	2456.886	izq10
29	9651918.270	696590.130	2456.186	eje10
30	9651918.450	696588.520	2455.736	der10
31	9651915.030	696591.110	2457.921	izq11
32	9651915.440	696589.400	2457.221	eje11
33	9651915.660	696587.810	2456.771	der11
34	9651912.230	696590.570	2459.093	izq12
35	9651912.490	696588.820	2458.393	eje12
36	9651912.960	696587.280	2457.943	der12
37	9651903.750	696588.630	2461.380	izq13
38	9651904.270	696586.950	2460.680	eje13
39	9651904.740	696585.420	2460.230	der13
40	9651899.950	696587.750	2462.290	izq14
41	9651900.700	696586.100	2461.590	eje14
42	9651901.220	696584.570	2461.140	der14
43	9651895.060	696584.170	2464.966	izq15
44	9651896.560	696583.260	2464.266	eje15
45	9651897.940	696582.450	2463.816	der15
46	9651912.360	696596.140	2438.310	16
47	9651891.380	696596.020	2437.380	17

PUNTOS	NORTE (Y)	ESTE (X)	COTA (Z)	DESCRIPCION
48	9651909.980	696605.110	2439.750	18
49	9651946.090	696603.350	2440.880	19
50	9651945.700	696597.540	2441.050	20
51	9651921.300	696605.400	2438.430	21
52	9651911.950	696606.770	2438.050	22
53	9651924.660	696606.480	2448.660	23
54	9.651.915.599	696609.350	2447.770	24
55	9651901.650	696610.470	2449.360	25
56	9651885.530	696613.390	2453.670	27
57	9651896.490	696632.780	2478.710	28
58	9651912.860	696637.440	2483.280	29
59	9651933.020	696643.250	2482.080	30
60	9651953.830	696643.430	2478.200	31
61	9651960.270	696625.480	2459.060	32
62	9651965.460	696622.510	2450.440	33
63	9651969.620	696620.090	2444.320	34
64	9651940.940	696627.530	2463.070	35
65	9651923.030	696633.120	2464.520	36
66	9651906.540	696631.670	2468.190	37
67	9651931.550	696592.260	2451.890	38
68	9651928.100	696588.210	2452.360	39
69	9651923.940	696587.020	2453.360	40
70	9651910.990	696578.660	2456.110	41
71	9651914.730	696570.260	2464.360	42
72	9651918.140	696566.660	2467.610	43
73	9651923.050	696583.200	2457.220	44
74	9651924.220	696585.720	2455.540	45
75	9651927.960	696588.510	2455.810	46
76	9651930.650	696587.660	2456.570	47
77	9651929.330	696588.650	2454.760	48
78	9651930.220	696590.390	2453.530	49
79	9651917.950	696596.220	2438.610	50
80	9651916.910	696594.970	2443.370	51
81	9651916.660	696594.410	2447.150	52
82	9651920.360	696595.470	2448.400	53
83	9651925.030	696595.910	2448.990	54

ANEXO C
ESTUDIOS HIDROLÓGICOS

INTENSIDADES MAXIMAS EN 24 HORAS
DETERMINADAS CON INFORMACION PLUVIOMETRICA
PERIODO : 1964-1998

CODIGO	ESTACION	COORDENADAS		ALTITUD (mts)	Tr (años)				
		LATITUD	LONGITUD		5	10	25	50	100
M-409	Pangor-J.de Velasco	01° 49' 42" S	78° 52' 54" W	3109	1,30	1,40	1,70	1,90	2,00
M-411	Ingapirca	02° 32' 21" S	78° 52' 29" W	3100	1,70	1,90	2,30	2,50	2,80
M-412	Suscalpambe	02° 27' 38" S	79° 03' 51" W	2620	2,39	2,94	3,83	4,66	5,62
M-419	Girón	03° 09' 14" S	79° 08' 58" W	2130	2,00	2,30	2,80	2,90	3,10
M-420	Nabón- Inami	03° 20' 02" S	79° 03' 58" W	2750	1,20	1,30	1,50	1,70	1,80
M-432	San Lucas - L...nhi	03° 43' 56" S	79° 15' 41" W	2525	1,50	2,20	2,50	2,80	3,10
M-433	El Lucero - Inamhi	04° 23' 59" S	79° 28' 18" W	1180	2,80	3,50	4,30	4,90	5,50
M-438	Jimbura	04° 37' 38" S	79° 27' 50" W	2004	3,50	4,20	5,10	5,90	6,70
M-445	Los Cerros Montecristi	01° 02' 21" S	80° 41' 20" W	0200	2,62	3,19	3,91	4,44	4,97
M-446	San Isidro	00° 22' 14" S	80° 09' 37" W	0150	4,11	4,98	6,09	6,91	7,73
M-449	Sancón	01° 15' 29" S	80° 36' 12" W	0255	2,45	3,08	3,78	4,35	4,90
M-450	Camarón	01° 07' 46" S	80° 46' 38" W	0197	2,71	3,17	3,67	3,99	4,29
M-452	Zapote	00° 56' 18" S	80° 03' 20" W	0079	4,4	85	5,33	5,64	5,92
M-457	Puerto Cayo	01° 20' 50" S	80° 44' 11" W	0006	3,3	3,1	5,53	6,43	7,32
M-458	Colímes de Piqui	01° 35' 35" S	80° 30' 32" W	0245	3,72	4,13	4,56	4,84	5,09
M-459	San Pablo	01° 34' 44" S	80° 35' 30" W	0485	4,24	5,03	6,03	6,77	7,50
M-462	Junín	00° 56' 04" S	80° 12' 30" W	0020	3,91	4,52	5,30	5,88	6,45
M-473	Zapotal	02° 18' 54" S	80° 33' 35" W	0020	2,57	3,55	5,07	6,40	7,91
M-474	Febres Corder	01° 56' 31" S	80° 36' 42" W	0060	3,18	3,76	4,37	4,77	5,13
M-475	Colímes de Ba r	01° 32' 34" S	80° 00' 29" W	0028	4,66	5,60	6,84	7,80	8,78
M-476	La Capita	01° 41' 46" S	79° 59' 45" W	0007	4,84	5,33	5,85	6,18	6,48
M-477	Cañar Pto. Inca	02° 31' 49" S	79° 32' 38" W	0050	4,85	5,43	6,41	7,14	7,86
M-478	Tenguel	02° 59' 28" S	79° 47' 13" W	0010	3,51	3,99	4,51	4,84	5,15
M-479	Portovelo	03° 42' 39" S	79° 37' 07" W	0747	3,90	4,60	5,50	6,10	6,70
M-480	Río Pindo(A.J. Amarillo)	03° 45' 46" S	79° 38' 05" W	0610	4,00	4,90	5,90	6,70	7,40
M-484	Archidona	00° 55' 53" S	77° 50' 13" W	0630	5,00	5,90	6,40	6,90	7,40
M-485	Zatayacu	01° 11' 29" S	77° 51' 25" W	0628	5,10	5,70	6,30	6,70	7,10
M-486	Borja-Misión Juacina	00° 24' 57" S	77° 49' 32" W	1500	4,00	4,90	6,20	7,20	8,40
M-488	Cotundo	00° 52' 24" S	77° 50' 16" W	0790	4,40	5,20	6,60	7,90	9,50
M-490	Sardinas	00° 22' 16" S	77° 48' 06" W	1615	3,70	4,70	6,10	7,30	8,60
M-491	Puerto Napo	01° 03' 31" S	77° 47' 40" W	0400	5,30	5,70	6,20	6,60	6,90
M-497	Logroño	02° 16' 52" S	78° 25' 44" W		4,20	5,00	5,90	6,60	7,30
M-499	San Carlos- Limón	03° 13' 00" S	78° 25' 00" W	0700	4,80	5,20	5,70	6,10	6,40
M-604	Sigsicunga- Hda.	00° 15' 15" N	78° 00' 58" W	0318	2,80	3,30	4,00	4,40	4,90
M-611	Bahía de Carac z	00° 36' 00" S	80° 25' 00" W	0003	3,95	4,85	6,19	7,34	8,53
M-623	Palmeras Unidas	00° 15' 53" S	79° 35' 48" W	0490	6,02	6,75	7,54	8,05	8,50
M-664	Sigsig - Inceel	03° 02' 53" S	78° 47' 08" W	2440	1,40	1,50	1,60	1,65	1,71



INTENSIDADES MAXIMAS

ECUACIONES REPRESENTATIVAS DE ESTACIONES PLUVIOGRAFICAS

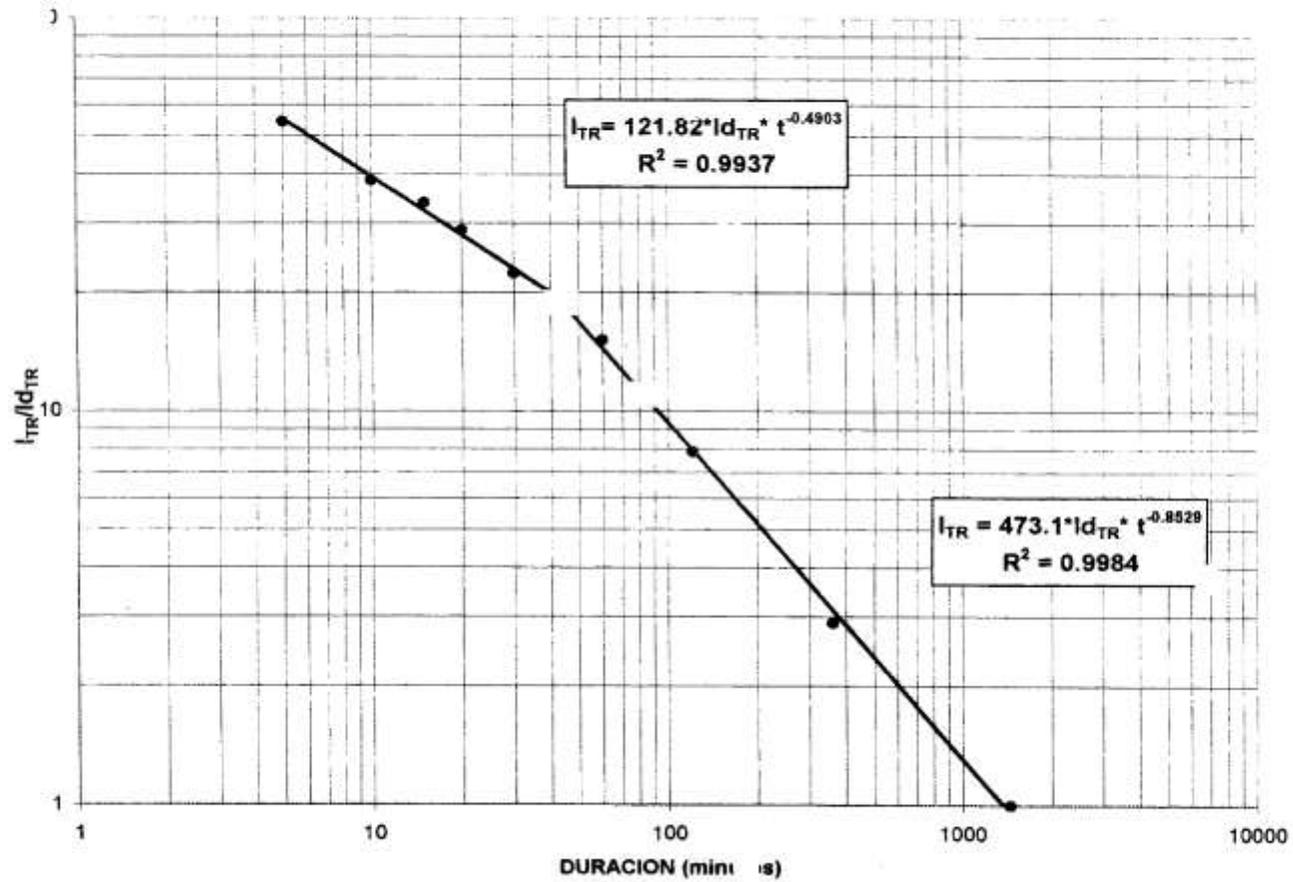
CODIGO	ESTACION	DURACION	ECUACION
M-031	CAÑAR	5 min < 36 min 36 min < 1440 min	$I_{TR} = 157.96 t^{\wedge} - 0.5729 Id_{TR}$ $I_{TR} = 347.4 t^{\wedge} - 0.798 Id_{TR}$
M-032	SANTA ISABEL	5 min < 43 min 43 min < 1440 min	$I_{TR} = 121.82 t^{\wedge} - 0.4903 Id_{TR}$ $I_{TR} = 473.1 t^{\wedge} - 0.8529 Id_{TR}$
M-033	LA ARGELIA	5 min < 43 min 43 min < 1440 min	$I_{TR} = 92.854 t^{\wedge} - 0.4083 Id_{TR}$ $I_{TR} = 480.47 t^{\wedge} - 0.8489 Id_{TR}$
M-036	ISABEL MARIA	5 min < 120 min 120 min < 1440 min	$I_{TR} = 40.598 t^{\wedge} - 0.3437 Id_{TR}$ $I_{TR} = 396.82 t^{\wedge} - 0.819 Id_{TR}$
M-037	MILAGRO	5 min < 80 min 80 min < 1440 min	$I_{TR} = 55.209 t^{\wedge} - 0.3508 Id_{TR}$ $I_{TR} = 478.32 t^{\wedge} - 0.8449 Id_{TR}$
M-038	M.L. CALLE	5 min < 118 min 118 min < 1440 min	$I_{TR} = 40.752 t^{\wedge} - 0.3406 Id_{TR}$ $I_{TR} = 462.21 t^{\wedge} - 0.8455 Id_{TR}$
M-039	BUCAY	5 min < 82 min 82 min < 1440 min	$I_{TR} = 42.863 t^{\wedge} - 0.3561 Id_{TR}$ $I_{TR} = 262.59 t^{\wedge} - 0.7655 Id_{TR}$
M-040	PASAJE	5 min < 120 min 120 min < 1440 min	$I_{TR} = 46.711 t^{\wedge} - 0.3539 Id_{TR}$ $I_{TR} = 490.46 t^{\wedge} - 0.8462 Id_{TR}$
M-051	BABAHOYO	5 min < 155 min 155 min < 1440 min	$I_{TR} = 87.677 t^{\wedge} - 0.4796 Id_{TR}$ $I_{TR} = 850.65 t^{\wedge} - 0.9257 Id_{TR}$
M-053	IBARRA	5 min < 120 min 120 min < 1440 min	$I_{TR} = 166.22 t^{\wedge} - 0.5818 Id_{TR}$ $I_{TR} = 875.28 t^{\wedge} - 0.9333 Id_{TR}$
M-056	GUAYAQUIL	5 min < 85 min 85 min < 1440 min	$I_{TR} = 35.17 t^{\wedge} - 0.3063 Id_{TR}$ $I_{TR} = 288.42 t^{\wedge} - 0.7779 Id_{TR}$
M-057	RIOBAMBA	5 min < 23 min 23 min < 1440 min	$I_{TR} = 166.67 t^{\wedge} - 0.5157 Id_{TR}$ $I_{TR} = 460.79 t^{\wedge} - 0.8449 Id_{TR}$
M-058	ESMERALDAS	5 min < 30 min 30 min < 1440 min	$I_{TR} = 19.305 t^{\wedge} - 0.1332 Id_{TR}$ $I_{TR} = 115.4 t^{\wedge} - 0.6546 Id_{TR}$
M-059	TULCAN	5 min < 38 min 38 min < 1440 min	$I_{TR} = 66.553 t^{\wedge} - 0.2135 Id_{TR}$ $I_{TR} = 895.8 t^{\wedge} - 0.9289 Id_{TR}$
M-063	PASTAZA	5 min < 120 min 120 min < 1440 min	$I_{TR} = 75.204 t^{\wedge} - 0.4828 Id_{TR}$ $I_{TR} = 371.89 t^{\wedge} - 0.8152 Id_{TR}$
M-064	LATACUNGA	5 min < 50 min 50 min < 1440 min	$I_{TR} = 143.71 t^{\wedge} - 0.4607 Id_{TR}$ $I_{TR} = 909.87 t^{\wedge} - 0.9344 Id_{TR}$
M-065	MACARA	5 min < 115 min 115 min < 1440 min	$I_{TR} = 115.98 t^{\wedge} - 0.4844 Id_{TR}$ $I_{TR} = 1223.8 t^{\wedge} - 0.9751 Id_{TR}$

ZONIFICACION DE INTENSIDADES

ECUACIONES REPRESENTATIVAS DE LAS ZONAS

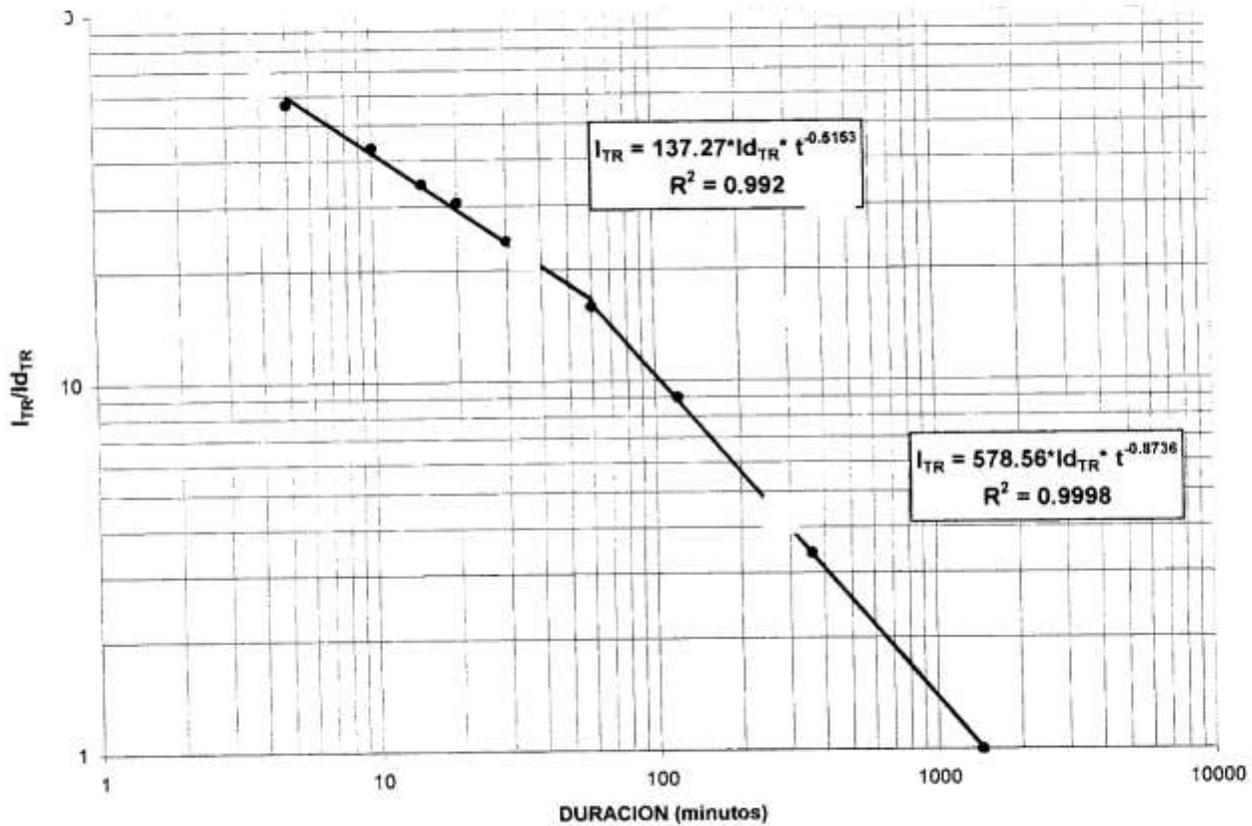
ZONA	DURACION	ECUACION
1	5 min < 130 min	$I_{10} = 47,926 I^{\circ} - 0,3387 I d_{10}$
	130 min < 1440 min	$I_{10} = 787,57 I^{\circ} - 0,9154 I d_{10}$
2	5 min < 30 min	$I_{10} = 19,305 I^{\circ} - 0,1332 I d_{10}$
	30 min < 1440 min	$I_{10} = 115,4 I^{\circ} - 0,6546 I d_{10}$
3	5 min < 90 min	$I_{10} = 53,369 I^{\circ} - 0,3278 I d_{10}$
	90 min < 1440 min	$I_{10} = 639,52 I^{\circ} - 0,8818 I d_{10}$
4	5 min < 20 min	$I_{10} = 56,507 I^{\circ} - 0,2694 I d_{10}$
	20 min < 1440 min	$I_{10} = 247,71 I^{\circ} - 0,7621 I d_{10}$
5	5 min < 40 min	$I_{10} = 54,719 I^{\circ} - 0,3875 I d_{10}$
	40 min < 1440 min	$I_{10} = 197,81 I^{\circ} - 0,7378 I d_{10}$
6	5 min < 120 min	$I_{10} = 57,598 I^{\circ} - 0,4267 I d_{10}$
	120 min < 1440 min	$I_{10} = 344,08 I^{\circ} - 0,7982 I d_{10}$
7	5 min < 60 min	$I_{10} = 97,055 I^{\circ} - 0,403 I d_{10}$
	60 min < 1440 min	$I_{10} = 369,87 I^{\circ} - 0,9746 I d_{10}$
8	5 min < 31 min	$I_{10} = 80,068 I^{\circ} - 0,3683 I d_{10}$
	31 min < 1440 min	$I_{10} = 351,73 I^{\circ} - 0,7977 I d_{10}$
9	7 min < 110 min	$I_{10} = 40,035 I^{\circ} - 0,341 I d_{10}$
	110 min < 1440 min	$I_{10} = 355,49 I^{\circ} - 0,8043 I d_{10}$
10	5 min < 88 min	$I_{10} = 40,414 I^{\circ} - 0,3124 I d_{10}$
	88 min < 1440 min	$I_{10} = 356,17 I^{\circ} - 0,8009 I d_{10}$
11	5 min < 60 min	$I_{10} = 137,27 I^{\circ} - 0,5151 I d_{10}$
	60 min < 1440 min	$I_{10} = 578,56 I^{\circ} - 0,8736 I d_{10}$
12	5 min < 50 min	$I_{10} = 118,01 I^{\circ} - 0,4882 I d_{10}$
	50 min < 1440 min	$I_{10} = 674,13 I^{\circ} - 0,8935 I d_{10}$
13	5 min < 36 min	$I_{10} = 76,95 I^{\circ} - 0,2951 I d_{10}$
	36 min < 1440 min	$I_{10} = 642,11 I^{\circ} - 0,8898 I d_{10}$
14	5 min < 40 min	$I_{10} = 131,87 I^{\circ} - 0,4283 I d_{10}$
	40 min < 1440 min	$I_{10} = 830,89 I^{\circ} - 0,9189 I d_{10}$
15	5 min < 230 min	$I_{10} = 110,85 I^{\circ} - 0,4943 I d_{10}$
	230 min < 1440 min	$I_{10} = 3197,1 I^{\circ} - 1,1077 I d_{10}$
16	5 min < 25 min	$I_{10} = 76,946 I^{\circ} - 0,4583 I d_{10}$
	25 min < 1440 min	$I_{10} = 174,47 I^{\circ} - 0,7143 I d_{10}$
17	5 min < 40 min	$I_{10} = 201,28 I^{\circ} - 0,4573 I d_{10}$
	40 min < 1440 min	$I_{10} = 1415,8 I^{\circ} - 0,9947 I d_{10}$
18	5 min < 50 min	$I_{10} = 69,036 I^{\circ} - 0,335 I d_{10}$
	50 min < 1440 min	$I_{10} = 510,71 I^{\circ} - 0,849 I d_{10}$

INTENSIDADES MAXIMAS
ESTACION : SANTA ISABEL
COD: M032



95

INTENSIDADES MAXIMAS ZC A 11



ANEXO D
MECÁNICA DE SUELOS



**UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CUENCA
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS**

PROYECTO: Estudio y Diseño sobre Ingeniería aplicada a Puente: Giron - San Gerardo, Puente sobre el Río Rircay 14 m
 SECTOR: San Martín Chico, San Gerardo, Giron
 SOLICITADO POR: Universidad Católica de Cuenca
 CALCULADO POR: Jorge Encalada Pinos

FECHA: 28/08/2015
 ENSAYO: Granulometría
 PROFUNDIDAD: 2.40 m
 MUESTRA N° 1

DATOS: Material Grueso

PESO TOTAL ANTES DEL ENSAYO (WH)	12,000.00
PESO TOTAL PARA EL ENSAYO (WS)	12,000.00
PESO DESPUES DE LAVADO Y SECADO	11060.05
HUMEDAD MATERIAL PASA #4 EN %	10.68

AGREGADO GRUESO	Peso antes del ensayo(WH)	12000.00
	Peso despues del ensayo	11994.50
	Error	5.50
	% de error	0.05

Peso seco del material (Ws)		
wH	%w	Ws
9680.50	10.68	8746.05

Peso total del Agregado Fino	11060.05
------------------------------	-----------------

DATOS: Material Fino

PESO TOTAL ANTES DEL ENSAYO (WH)	500.00
PESO TOTAL PARA EL ENSAYO (WS)	412.66
PESO DESPUES DE LAVADO Y SECADO	412.85
HUMEDAD MATERIAL PASA #4 EN %	10.68

HUMEDAD DE AGREGADO FINO	Peso antes del lavado(WH)	500.00			
	Porcentaje de Humedad(%w)				
	Nº	PESO TARRO	PESO HUMEDO	PESO SECO	% W
	A	66.50	206.56	193.25	10.50
	B	43.80	159.23	147.75	11.04
	C	65.50	190.54	178.65	10.51
	10.68				
	Peso seco del material (Ws)				
	wH	%w	Ws		
	500.00	10.68	451.74		
	Peso despues de lavado y secado	412.66			
	Peso total del Agregado Fino	412.85			
Error	-0.19				
% de Error	-0.05				



**UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CUENCA
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS**

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DEL MATERIAL MUESTRA N° 1

TAMIZ		PESO RETENIDO PARCIAL	PESO RETENIDO ACUMULADO	% RETENIDO	% QUE PASA	% LIGA
N.	mm.					
3	76.2	0.00	0.00	0.00	100.00	100.00
2 1/2	63.5	0.00	0.00	0.00	100.00	100.00
2	50.8	0.00	0.00	0.00	100.00	100.00
1 1/2	38.1	209.50	209.50	1.89	98.11	98.11
1	25.4	491.00	700.50	6.33	93.67	93.67
3 / 4	19.1	563.50	1264.00	11.43	88.57	88.57
1 / 2	12.7	677.50	1941.50	17.55	82.45	82.45
3 / 8	9.52	229.00	2170.50	19.62	80.38	80.38
N° 4	4.76	143.50	2314.00	20.92	79.08	79.08
PASA N° 4		9680.50				
10	2	52.63	52.63	30.14	69.86	69.86
40	0.42	99.56	152.19	47.56	52.44	52.44
200	0.074	246.16	398.35	90.65	9.35	9.35
PASA EL N° 200		14.50				
TOTAL		412.85				





**UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CUENCA
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS**

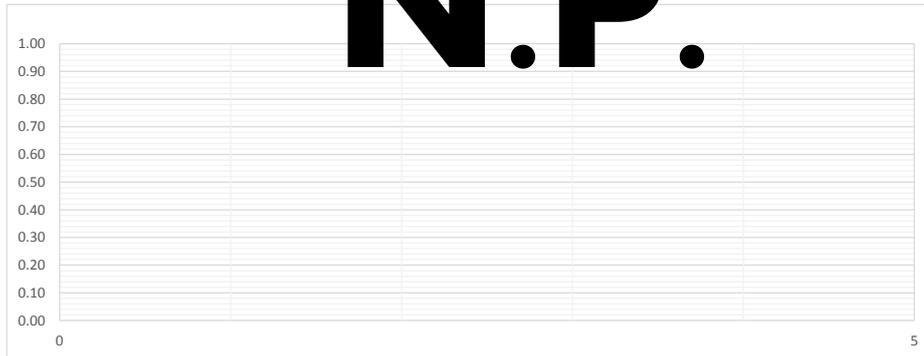
PROYECTO: Estudio y Diseño sobre Ingeniería aplicada a Puente: Giron - San Gerardo, Puente sobre el Río Rircay 14 m
 SECTOR: San Martín Chico, San Gerardo, Giron
 SOLICITADO POR: Universidad Católica de Cuenca
 CALCULADO POR: Jorge Encalada Pinos

FECHA: 28/08/2015
 ENSAYO: Límite Líquido y Plástico
 PROFUNDIDAD: 2.40 m
 MUESTRA N° 1

DETERMINACIÓN DE EL LÍMITE LÍQUIDO Y LÍMITE PLÁSTICO DE UNA MUESTRA DE SUELO

TARRO N°	LÍMITE LÍQUIDO			
	N DE GOLPES			
M. HUMEDA + TARRO				
M. SECA + TARRO				
PESO DE AGUA				
PESO DE TARRO				
PESO MUESTRA SECA				
% DE HUNEDAD	0	0	0.00	0.00

N.P.



Límite Líquido	0.00
----------------	------

TARRO N°	LÍMITE PLÁSTICO			
	M. HUMEDA + TARRO			
M. SECA + TARRO				
PESO DE AGUA				
PESO DE TARRO				
PESO MUESTRA SECA				
% DE HUNEDAD				
	Límite Plástico		0.00	

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CUENCA
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

Clasificación AASTO

Límite líquido LL	0.00	%
Límite plástico LP	0.00	%
Índice plasticidad IP	0.00	%

Pasa tamiz Nº 4 (5mm):	79.08	%
Pasa tamiz Nº 200 (0,074 mm):	9.35	%

a = % pasa el tamiz #200 (35-75) - máx. 40 - mín. 0	4.08
-----------------------------------------------------	------

b = % pasa el tamiz #200 (15-55) - máx. 40 - mín. 0	5.65
-----------------------------------------------------	------

c = % LL (40-60) - máx. 20 - mín. 0	0.00
-------------------------------------	------

d = % IP (10-30) - máx. 20 - mín. 0	0.00
-------------------------------------	------

Valor del índice de grupo (IG):	0.82
---------------------------------	------

Materiales Granulares
Grupo A-3
Arena Fina

Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (S.U.C.S.)

SUELO DE GRANO GRUESO
Arenas con finos
SM
Arenas limosas, mezclas de arena y limo.



UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CUENCA
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

PROYECTO: Estudio y Diseño sobre Ingeniería aplicada a Puente: Giron - San Gerardo, Puente sobre el Río Rircay 14 m
 SECTOR: San Martín Chico, San Gerardo, Giron
 SOLICITADO POR: Universidad Católica de Cuenca
 CALCULADO POR: Jorge Encalada Pinos

FECHA: 28/08/2015
 ENSAYO: Granulometría
 PROFUNDIDAD: 2.50 m
 MUESTRA N° 2

DATOS: Material Grueso

PESO TOTAL ANTES DEL ENSAYO (WH)	10,000.00
PESO TOTAL PARA EL ENSAYO (WS)	10,000.00
PESO DESPUES DE LAVADO Y SECADO	9350.44
HUMEDAD MATERIAL PASA #4 EN %	9.81

AGREGADO GRUESO	Peso antes del ensayo(WH)	10000.00
	Peso despues del ensayo	9995.00
	Error	5.00
	% de error	0.05

Peso seco del material (Ws)		
wH	%w	Ws
7213.50	9.81	6568.94

Peso total del Agregado Fino	9350.44
------------------------------	----------------

DATOS: Material Fino

PESO TOTAL ANTES DEL ENSAYO (WH)	500.00
PESO TOTAL PARA EL ENSAYO (WS)	418.53
PESO DESPUES DE LAVADO Y SECADO	418.30
HUMEDAD MATERIAL PASA #4 EN %	9.81

HUMEDAD DE AGREGADO FINO	Peso antes del lavado(WH)	500.00			
	Porcentaje de Humedad(%w)				
	Nº	PESO TARRO	PESO HUMEDO	PESO SECO	% W
	A	65.00	180.50	169.56	10.46
	B	63.50	162.75	153.65	10.09
	C	64.50	193.25	182.75	8.88
	9.81				
	Peso seco del material (Ws)				
	wH	%w	Ws		
	500.00	9.81	455.32		
	Peso despues de lavado y secado	418.53			
	Peso total del Agregado Fino	418.30			
Error	0.23				
% de Error	0.05				



UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CUENCA
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DEL MATERIAL MUESTRA N° 2

TAMIZ		PESO RETENIDO PARCIAL	PESO RETENIDO ACUMULADO	% RETENIDO	% QUE PASA	% LIGA
N.	mm.					
3	76.2	0.00	0.00	0.00	100.00	100.00
2 1/2	63.5	0.00	0.00	0.00	100.00	100.00
2	50.8	0.00	0.00	0.00	100.00	100.00
1 1/2	38.1	306.50	306.50	3.28	96.72	96.72
1	25.4	634.00	940.50	10.06	89.94	89.94
3 / 4	19.1	469.50	1410.00	15.08	84.92	84.92
1 / 2	12.7	819.00	2229.00	23.84	76.16	76.16
3 / 8	9.52	294.50	2523.50	26.99	73.01	73.01
N° 4	4.76	258.00	2781.50	29.75	70.25	70.25
PASA N° 4		7213.50				
10	2	50.65	50.65	37.56	62.44	62.44
40	0.42	68.75	119.4	48.17	51.83	51.83
200	0.074	294.65	414.05	93.63	6.37	6.37
PASA EL N° 200		4.25				
TOTAL		418.30				





UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CUENCA
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

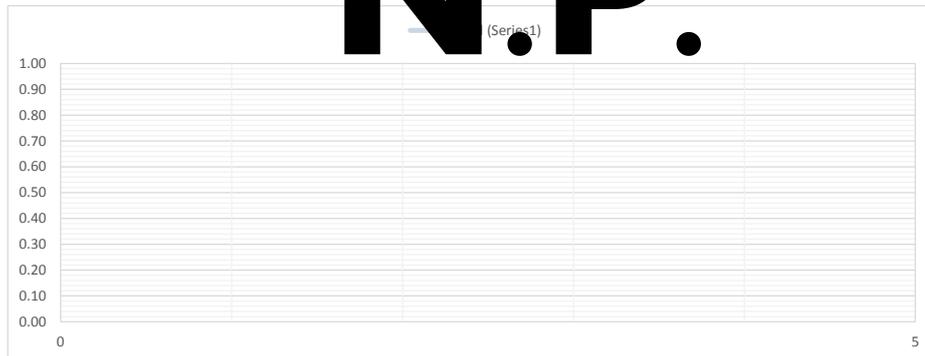
PROYECTO: Estudio y Diseño sobre Ingeniería aplicada a Punte: Giron - San Gerardo, Punte sobre el Rio Rircay 14 m
 SECTOR: San Martin Chico, San Gerardo, Giron
 SOLICITADO POR: Universidad Católica de Cuenca
 CALCULADO POR: Jorge Encalada Pinos

FECHA: 28/08/2015
 ENSAYO: Limite Liquido y Plastico
 PROFUNDIDAD: 2.50 m
 MUESTRA N° 2

DETERMINACIÓN DE EL LÍMITE LÍQUIDO Y LÍMITE PLÁSTICO DE UNA MUESTRA DE SUELO

	LÍMITE LÍQUIDO			
TARRO N°				
N DE GOLPES				
M. HUMEDA + TARRO				
M. SECA + TARRO				
PESO DE AGUA				
PESO DE TARRO				
PESO MUESTRA SECA				
% DE HUNEDAD	0	0	0.00	0.00

N.P.



Límite Liquido **0.00**

	LÍMITE PLÁSTICO			
TARRO N°				
M. HUMEDA + TARRO				
M. SECA + TARRO				
PESO DE AGUA				
PESO DE TARRO				
PESO MUESTRA SECA				
% DE HUNEDAD				
	Límite Plástico		0.00	

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CUENCA
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

Clasificación AASTO

Límite líquido LL	0.00	%
Límite plástico LP	0.00	%
Índice plasticidad IP	0.00	%

Pasa tamiz Nº 4 (5mm):	70.25	%
Pasa tamiz Nº 200 (0,074 mm):	6.37	%

a = % pasa el tamiz #200 (35-75) - máx. 40 - mín. 0	4.75
-----------------------------------------------------	------

b = % pasa el tamiz #200 (15-55) - máx. 40 - mín. 0	8.63
-----------------------------------------------------	------

c = % LL (40-60) - máx. 20 - mín. 0	0.00
-------------------------------------	------

d = % IP (10-30) - máx. 20 - mín. 0	0.00
-------------------------------------	------

Valor del índice de grupo (IG):	0.95
---------------------------------	------

Materiales Granulares
Grupo A-3
Arena Fina

Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (S.U.C.S.)

SUELO DE GRANO GRUESO
Arenas con finos
SM
Arenas limosas, mezclas de arena y limo.

SISTEMA DE CLASIFICACIÓN DE SUELOS UNIFICADO "S.U.C.S."

DIVISIONES PRINCIPALES		Símbolos del grupo	NOMBRES TÍPICOS	IDENTIFICACIÓN DE LABORATORIO	
SUELOS DE GRANO GRUESO	GRAVAS Más de la mitad de la fracción gruesa es retenida por el tamiz número 4 (4,76 mm)	Gravas limpias (sin o con pocos finos)	GW Gravas, bien graduadas, mezclas grava-arena, pocos finos o sin finos.	Determinar porcentaje de grava y arena en la curva granulométrica. Según el porcentaje de finos (fracción inferior al tamiz número 200). Los suelos de grano grueso se clasifican como sigue: <5%->GW,GP,SW,SP. >12%->GM,GC,SM,SC. 5 al 12%->casos límite que requieren usar doble símbolo.	
		Gravas con finos (apreciable cantidad de finos)	GP Gravas mal graduadas, mezclas grava-arena, pocos finos o sin finos.		
		Gravas con finos (apreciable cantidad de finos)	GM Gravas limosas, mezclas grava-arena-limo.		
			GC Gravas arcillosas, mezclas grava-arena-arcilla.		
	ARENAS Más de la mitad del material retenido en el tamiz número 200 Más de la mitad de la fracción gruesa pasa por el tamiz número 4 (4,76 mm)	Arenas limpias (pocos o sin finos)	SW Arenas bien graduadas, arenas con grava, pocos finos o sin finos.		Cu= $D_{60}/D_{10}>4$ Cc= $(D_{30})^2 / D_{10}$ entre 1 y 3 No cumplen con las especificaciones de granulometría para GW. Límites de Atterberg debajo de la línea A o IP<4. Encima de línea A con IP entre 4 y 7 son casos que requieren doble símbolo. Cu= $D_{60}/D_{10}>6$ Cc= $(D_{30})^2 / D_{10}$ entre 1 y 3 Cuando no se cumplen simultáneamente las condiciones para SW. Límites de Atterberg debajo de la línea A o IP<4. Los límites situados en la zona rayada con IP entre 4 y 7 son casos intermedios que precisan de símbolo doble. Límites de Atterberg sobre la línea A con IP>7.
		Arenas con finos (apreciable cantidad de finos)	SP Arenas mal graduadas, arenas con grava, pocos finos o sin finos.		
		Arenas con finos (apreciable cantidad de finos)	SM Arenas limosas, mezclas de arena y limo.		
			SC Arenas arcillosas, mezclas arena-arcilla.		
SUELOS DE GRANO FINO	Limos y arcillas: Límite líquido menor de 50	ML Limos inorgánicos y arenas muy finas, limos limpios, arenas finas, limosas o arcillosas, o limos arcillosos con ligera plasticidad.			
		CL Arcillas inorgánicas de plasticidad baja a media, arcillas con grava, arcillas arenosas, arcillas limosas.			
		OL Limos orgánicos y arcillas orgánicas limosas de baja plasticidad.			
	Limos y arcillas: Límite líquido mayor de 50	MH Limos inorgánicos, suelos arenosos finos o limosos con mica o diatomeas, limos elásticos.			
		CH Arcillas inorgánicas de plasticidad alta.			
		OH Arcillas orgánicas de plasticidad media a elevada; limos orgánicos.			
	Suelos muy orgánicos	PT Turba y otros suelos de alto contenido orgánico.			

SISTEMA DE CLASIFICACIÓN DE SUELOS AASHTO

Clasificación general	Materiales granulares (35% o menos pasa por el tamiz N° 200)						Materiales limoso arcilloso (más del 35% pasa el tamiz N° 200)				
	A-1		A-3	A-2-4	A-2-5	A-2-6	A-2-7	A-4	A-5	A-6	A-7
Grupo:	A-1-a	A-1-b									A-7-5
Porcentaje que pasa: N° 10 (2mm) N° 40 (0,425mm) N° 200 (0,075mm)	50 máx 30 máx 15 máx	- 50 máx 25 máx	- 51 mín 10 máx	-			- -	-			
Características de la fracción que pasa por el tamiz N° 40											
Límite líquido				40 máx	41 mín	40 máx	41 mín	40 máx	41 mín	40 máx	41 mín (2)
Índice de plasticidad	6 máx		NP (1)	10 máx	10 máx	11 mín	11 mín	10 máx	10 máx	11 mín	11 mín
Constituyentes principales	Fracmentos de roca, grava y arena		Arena fina	Grava y arena arcillosa o limosa			Suelos limosos		Suelos arcillosos		
Características como subgrado	Excelente a bueno						Pobre a malo				

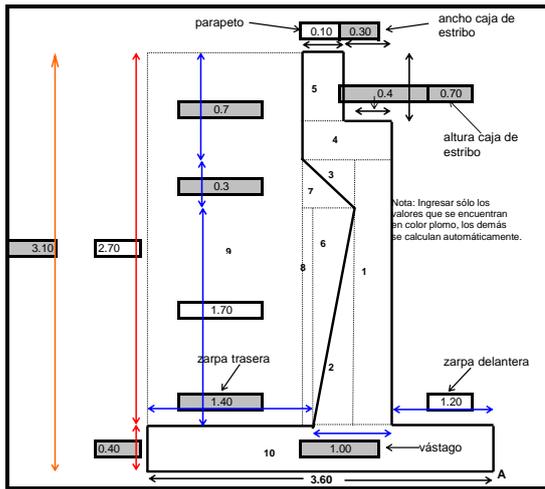
(1): No plástico

(2): El índice de plasticidad del subgrupo A-7-5 es igual o menor al LL menos 30

El índice de plasticidad del subgrupo A-7-6 es mayor que LL menos 30

ANEXO E
ESTUDIO ESTRUCTURAL

Datos de prediseño



Correcto por esfuerzos sobre el terreno
 Correcto por seguridad al volcamiento
 Correcto por seguridad al deslizamiento

Fig. Prediseño del Estribo
 Fuente: El autor
 Elaborado: El autor

Datos de diseño :

Luz del puente
 Ancho del puente
 concreto f'c
 fierro fy
 Peso de la superestructura
 Tipo de camión de diseño
 Carga viva por el tipo de camión
 Sobrecarga adoptada
 Resistencia admisible del terreno'
 Tipo del terreno σ =
 Peso específico del concreto
 Angulo de fricción interna
 Nivel Freático (respecto al N.F.Z.)
 Coeficiente de fricción del Suelo

15.00	ml
4.10	ml
300.00	kg/cm2
4200.00	kg/cm2
0.156	ton
CAMION MTOP	
3.0102	ton
0.25	t/m2
1.80	kg/cm2
1.50	t/m3
2.40	t/m2
32.00	°
0.00	ml
0.50	

CAMION	TIPOS DE CAMIONES			D. EJES	CARGA TOTAL
	CARGA1	CARGA2	CARGA3		
H 20-44	14.51	14.51	3.63	4.3	32.65
CAMION MTOP	0.60204	2.40816		4.27	3.0102

Cuadro . Tipos de camiones y sus distribución de cargas puntuales

Fuente: NEVI-12
 Elaborado: El autor

SUPERESTRUCTURA					
Concreto	0.69 m3	2.4 ton/m3	1.656 ton		2.153 ton
Refuerzo	8928 kg		por un metro		8.928
Asfalto	0.06	2 ton/m3	0.12		0.156
		por un metro			11.24

*NOTA: Se hara un reemplazo con material ciclopeo para llegar a una capacidad de soporte del suelo de 1 kg/cm2

-Reacciones de la Superestructura

Por carga muerta

Peso total de la superestructura 0.2 ton
 Reacción por metro lineal 0.02 t/m (peso/ (2* ancho del puente)) la carga se reparte entre los 2 estribos
 Por carga viva 2.24 t/m (peso camion + sobrecarga) entre 2 veces el ancho del puente

Cargas y Fuerzas

a) Infraestructura

Cuadro de cargas

Carga	Peso (ton)	Xa	Ma-x (ton-m)	Ya	Ma-y (ton-m)
P1	1.92	1.40	2.69	1.40	2.69
P2	1.22	1.80	2.20	0.97	1.18
P3	0.00	1.60	0.00	2.30	0.00
P4	0.00	1.40	0.00	2.40	0.00
P5	0.17	1.55	0.26	2.75	0.46
P6	0.77	2.00	1.53	1.53	1.17
P7	0.00	1.60	0.00	2.20	0.00
P8	-1.53	1.90	-2.91	1.25	-1.91
P9	8.10	2.60	21.06	1.75	14.18
P10	3.46	1.80	6.22	0.20	0.69
total	14.10		31.06		18.46

b) Superestructura

Carga Muerta D= 0.02 t/m M= 0.03 ton-m (1.6*D)
 Carga Viva L= 2.24 t/m M= 3.59 ton-m (1.6*L)

Empuje de Tierras

$$K_a = \tan^2 \left(45 - \frac{\phi}{2} \right) = 0.31 \quad h = 1.2 \text{ m} \quad \text{Altura de Relleno adicional}$$

$$E = 0.5 \gamma h^2 (h+2h) K_a = 3.929 \text{ ton}$$

$$Z = 1.26 \text{ m}$$

$$M_a = 4.94586 \text{ ton-m}$$

Flotación

nivel freático h= 0.00 m (respecto al nivel de desplante de cimentación)

$$B = 0 \text{ ton}$$

$$M_a = 0 \text{ ton-m}$$

Viento

a) Viento sobre la superestructura que se transmite a la infraestructura a través del apoyo fijo

Altura de aplicación h= 0.5 m

$$W_d = (0.059 * \text{luz libre} * h / \text{ancho puente}) = 0.29 \text{ ton/m}$$

$$M_a = 0.76 \text{ t-m/m}$$

b) Viento sobre la carga viva

punto de aplicación de la carga h= 3

$$W_l = (0.060 * (\text{luz} * \text{ancho caja estribo}) / \text{ancho puente}) = 0.22 \text{ t/m}$$

$$M_a = 1.37 \text{ t-m/m}$$

Fuerza Longitudinal

Altura de aplicación h= 1.83 m

$$L_F = 0.11 \text{ t/m} \quad 0.05 * L$$

$$M_a = 0.55 \text{ t-m/m}$$

Fuerza Sísmica

Coef. Aceleración	Zona Sísmica
A=	0.05 1
A=	0.09 2
A=	0.19 3
A=	0.29 4

Coef. Sitio (S)	Perfil Tipo
1.00	I
1.20	II
1.50	III
2.00	IV

Factor Mod. Respuesta "R"

Crítica (1)	Esencial (2)	Otros (3)
1.5	1.5	2

Zona Sísmica	2	A=	0.09
Perfil Tipo Suelo	III	S=	1.50
"R" (°)	3	R=	2.00
Ct=	35	Tn=	0.089
Tp=	0.6		
h=	3.10		
Fórmula a usar=	2		

* Crítica=1, Esencial=2, Otros=3

Fórmulas a Usar

1	$C_{sa} = 1.2AS/T_n^{\alpha} \leq 2.5A$
2	$C_{sa} = A(0.8 + 4.0T)$
3	$C_{sa} = 3AST_n^{0.75}$

- * Se usará la fórmula 1 al menos que sea especificado que se deba usar algunas de las otras dos.
- * Se usará la fórmula 2 cuando se tengan suelos Tipo III y IV y cuando $T_n < 0.3$ s.
- * Si el periodo de vibración $T_n > 4.0$ s.

Ct= coeficiente Periodo de estructura 4.2.2

a) Infraestructura

Coeficiente sísmico= **0.0519**
 EQ= 0.73 ton 0.052
 Altura C. De G. = 1.31 m
 Ma= 0.96 ton-m

b) Superestructura

w= 0.03805 m Peso/ancho
 EQ= 0.0020 ton
 Ma= 0.01 ton-m
 Altura de C.G. Respecto a bse de vigas
 h= 0.95 m

Cálculo de la estabilidad del estribo

1a. Hipótesis : Estribo solo Código 1

1.- Grupo I = D + L + CF + E + SF + B Esfuerzos en el terreno 100%

a) Esfuerzos sobre el terreno

excentricidad e= 1.85 m

a) $(4B-6e) \cdot (\text{Peso-Flotación}) / B \cdot B < \text{Esf. Terreno}$

$\rho_{max} = 3.58$ Correcto

b) $(6e-2B) \cdot (\text{Peso-Flotación}) / B \cdot B < \text{Esf. Terreno}$

$\rho_{min} = 4.25$ Correcto

D =	Carga muerta del estribo
L =	Carga viva sobre la superestructura
CF =	Carga muerta superestructura
E =	Carga por empuje de Tierras
B =	Carga por flotación
SF =	Mom. Carga muerta superestructura
W =	Viento en superestructura
WL =	Viento sobre la carga viva
EQ =	Cargas de Sismo

b) Seguridad al volcamiento

Factor = 6.28 Correcto (Ma-x - Mflotación)/(M empuje tierras)
 debe ser mayor que FV=1.5

c) Seguridad al deslizamiento

Coeficiente de fricción **0.50**

Factor= 1.79 Correcto (Peso-Flotación)*Coef. Fricción/(F empuje tierras)

2a. Hipótesis : Estribo cargado Código 2

1.- Grupo I = D + L + CF + E + SF + B Esfuerzos en el terreno 100%

a) Esfuerzos sobre el terreno

excentricidad e= 1.82 m

a) $(4B-6e) \cdot (\text{Peso} + Pd + Pl - \text{Flotación}) / B \cdot B < \text{Esf. Terreno}$

$\rho_{max} = 4.42$ Correcto

b) $(6e-2B) \cdot (\text{Peso} + Pd + Pl - \text{Flotación}) / B \cdot B < \text{Esf. Terreno}$

$\rho_{min} = 4.67$ Correcto

b) Seguridad al volcamiento

Factor= 7.01 Correcto

c) Seguridad al deslizamiento

Coeficiente de fricción 0.5

Factor = 2.08 Correcto

2.- Grupo II = D + E + SF + B + W Código 3

Esfuerzos en el terreno 125%

a) Esfuerzos sobre el terreno

excentricidad e= 1.80 m

a) $(4B-6e) \cdot (\text{Suma alg. De cargas}) / B \cdot B < \text{Esf. Terreno}$

Suma de cargas= 14.12 ton

Suma de Momentos 25.38 ton-m

$\rho_{max} = 3.94$ Correcto

b) $(6e-2B) \cdot (\text{Suma alg. De cargas}) / B \cdot B < \text{Esf. Terreno}$

$\rho_{min} = 3.90$ Correcto

b) Seguridad al volcamiento

Factor= 5.44 Correcto

c) Seguridad al deslizamiento

Coeficiente de fricción 0.50

Factor= 1.68 Correcto

3.- Grupo III = D + L + CF + E + SF + B + 0.3W + WL + LF Esfuerzos en el terreno 125%

a) Esfuerzos sobre el terreno

Suma de cargas= 16.36

Suma de Momentos= 27.58

a) Esfuerzos sobre el terreno

excentricidad= 1.69

$\rho_{max} = 5.41$ Correcto

$\rho_{min} = 3.68$ Correcto

b) Seguridad al volcamiento

Factor= 6.05 Correcto

c) Seguridad al deslizamiento

Coeficiente de fricción 0.50

Factor= 1.88 Correcto

4.- Grupo VII = D + E + SF + B + EQ

Esfuerzos en el terreno 133%

Código 5
a) Esfuerzos sobre el terreno
 Suma de cargas= 14.12
 Suma de Momentos= 25.17
 excentricidad= 1.78 m
 $P_{max} = 4.04$ **Correcto**
 $P_{min} = 3.81$ **Correcto**

b) Seguridad al volcamiento

Factor= 5.26 **Correcto**

c) Seguridad al deslizamiento

Coefficiente de fricción 0.50

factor= 1.51 **Correcto**

Resumen de los Resultados encontrados

Caso	Grupo	Esfuerzos sobre el terreno		Seguridad al Volcamiento		Seguridad al Deslizamiento			
		P_{max}	P_{min}	Factor		Factor			
Estribo solo	I	3.58	Correcto	Factor	6.28	Correcto	Factor	1.79	Correcto
		4.25	Correcto						
Estribo Cargado	I	4.42	Correcto	Factor	7.01	Correcto	Factor	2.08	Correcto
		4.67	Correcto						
Estribo Cargado	II	3.94	Correcto	Factor	5.44	Correcto	Factor	1.68	Correcto
		3.90	Correcto						
Estribo Cargado	III	5.41	Correcto	Factor	6.05	Correcto	Factor	1.88	Correcto
		3.68	Correcto						
Estribo Cargado	VII	4.04	Correcto	Factor	5.26	Correcto	Factor	1.51	Correcto
		3.81	Correcto						

es el mínimo factor de seguridad al deslizamiento

Para Esfuerzos sobre el terreno	P_{max}	Correcto	Resultado=	Correcto
	P_{min}	Correcto		

Para Seguridad al volcamiento	Resultado=	Correcto
-------------------------------	------------	-----------------

Para Seguridad al Deslizamiento	Resultado=	Correcto
---------------------------------	------------	-----------------

Diseño de armadura

$f'c = 300$ kg/cm² resistencia del concreto
 $\phi = 0.70$ factor
 $\rho = 0.0033$ cuantía
 $\omega = 0.0467$

Diseño del vástago

Se deberá analizar varias secciones con el objeto de ir disminuyendo armadura a medida que el momento es menor

Refuerzo Vertical

1.- Sección en la base
 $E = 3.17$ t/m Se toma la altura desde la parte superior de la zapata
 $Z = 1.11$ m

$M_u = 5.64$ t-m
 $V_a = 5.08$ ton
 $b = 100$ cm $h = 100$ cm
 d calculado = 8 cm
Usar $d = 93$ cm.

verificación por Corte

Vdu/		ton	diametro (mm)	A's (cm ²)
Vdu/		5.08	8	0.50
Vdu/		7.25	10	0.79
Vdu/			12	1.13
Vdu/			14	1.54
Vdu/			16	2.01
Vdu/			18	2.54
Vdu/			20	3.14
Vdu/			22	3.80
Vdu/			24	4.52
Vdu/			28	6.16
Vdu/			30	7.07
Vdu/			35	9.62

$V_{du} = 5.08$ ton
 $V_c = 85.37$ ton
 $V_{ce} = 2/3 V_c = 56.92$ ton
 V_{ce} deberá ser mayor que V_{du} **Correcto**
 $A_s = 31.00$ cm²
 $A_{smin} = 16.74$ cm² Usar acero calculado
Ingreso # de varilla a usar 20.00
 # varillas 10.00 varillas
 $s = 0.10$ (1m)/# de varillas

Usar : 1 Ø 20mm @ 0.10 m

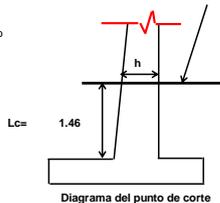
5.6.7.8 Determinación del punto de Corte

El punto de corte es el lugar donde se debe volver a calcular el área de acero pues a partir de allí es posible reducirla

$M_{max}/2 = 0.16546 \cdot (H-hc)^2/3$ $H =$ altura total del estribo
 de aquí se obtiene $hc =$ altura de corte
 $hc = 0.53$ m
 $L_c = 1.46$ m

La siguiente sección de análisis de la armadura será en la profundidad del punto de corte

Profundidad del punto de corte con respecto a la altura del estribo
 Profundidad = 1.24 m



2.- Sección a 1.24 m de profundidad

$E = 1.04$ t/m Cálculo de h
 $Z = 0.55$ m $H_m = 2.83$
 $h = 0.49$
 $M_u = 0.92$ t-m
 $V_a = 1.67$ ton
 $b = 100$ cm $h = 49$ cm
 d calculado = 3 cm
Usar $d = 42$ cm

verificación por Corte

Vdu/		ton	diametro (mm)	A's (cm ²)
Vdu/		1.67	8	0.50
Vdu/		2.39	10	0.79
Vdu/			12	1.13
Vdu/			14	1.54
Vdu/			16	2.01
Vdu/			18	2.54
Vdu/			20	3.14
Vdu/			22	3.80
Vdu/			24	4.52
Vdu/			28	6.16
Vdu/			30	7.07
Vdu/			35	9.62

$V_{du} = 1.67$ ton
 $V_c = 38.20$ ton
 $V_{ce} = 2/3 V_c = 25.47$ ton
 V_{ce} deberá ser mayor que V_{du} **Correcto**
 $A_s = 13.87$ cm²
 $A_{smin} = 7.49$ cm² Usar acero calculado
Ingreso # de varilla a usar 20
 # varillas 5.00 varillas
 $s = 0.20$ (1m)/# de varillas

Usar : 1 Ø 20mm @ 0.20 m

3.- Sección a 0.70 de profundidad

$E = 0.50$ t/m
 $Z = 0.32$ m
 $M_u = 0.26$ t-m
 $V_a = 0.80$ ton
 $b = 100$ cm $h = 65$ cm
 d calculado = 2 cm
Usar $d = 58$ cm

verificación por Corte

Vdu/		ton	diametro (mm)	A's (cm ²)
Vdu/		0.80	8	0.50
Vdu/		1.14	10	0.79
Vdu/			12	1.13
Vdu/			14	1.54
Vdu/			16	2.01
Vdu/			18	2.54
Vdu/			20	3.14
Vdu/			22	3.80
Vdu/			24	4.52
Vdu/			28	6.16
Vdu/			30	7.07
Vdu/			35	9.62

$V_{du} = 0.80$ ton
 $V_c = 17.12$ ton
 $V_{ce} = 2/3 V_c = 11.41$ ton
 V_{ce} deberá ser mayor que V_{du} **Correcto**
 $A_s = 0.17$ cm²
 $A_{smin} = 10.44$ cm² Usar A_{smin}
Ingreso # de varilla a usar 20
 # varillas 4.00 varillas
 $s = 0.25$ (1m)/# de varillas

Usar : 1 Ø 20mm @ 0.25 m

5.6.7.9 Refuerzo Horizontal

1.- Sección en la base

$$A_{sv} = \rho_v x b_f$$

$$\rho_v = \begin{matrix} 0.0020 \phi \leq 5/8 \text{ y } f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2 \\ 0.0025 \text{ en otros casos} \end{matrix}$$

usando el primer caso

$$b_f = 100 \text{ cm}$$

$$A_{st} = 20.00 \text{ cm}^2$$

Ingreso # de varilla a usar

varillas 6.37 varillas

#varillas en cara 4.00

$$s = 0.25 \text{ (1m)/\# de varillas}$$

Pero se usará varillas en ambas caras por lo que el # de varillas se debe dividir entre 2

Usar : 1 Ø 20mm @ 0.25 m

diametro (mm)	A's (cm ²)
8	0.50
10	0.79
12	1.13
14	1.54
16	2.01
18	2.54
20	3.14
22	3.80
24	4.52
28	6.16
30	7.07
35	9.62

2.- Sección a 1.24 m de profundidad

$$b_f = 49 \text{ cm}$$

$$A_{st} = 9.72 \text{ cm}^2$$

Ingreso # de varilla a usar

varillas 4.84 varillas

#varillas en cara 3.00 varillas

$$s = 0.33 \text{ (1m)/\# de varillas}$$

Pero se usará varillas en ambas caras por lo que el # de varillas se debe dividir entre 2

Usar : 1 Ø 16mm @ 0.33 m

diametro (mm)	A's (cm ²)
8	0.50
10	0.79
12	1.13
14	1.54
16	2.01
18	2.54
20	3.14
22	3.80
24	4.52
28	6.16
30	7.07
35	9.62

3.- Sección a 0.70 de profundidad

$$b_f = 65 \text{ cm}$$

$$A_{st} = 13.00 \text{ cm}^2$$

Ingreso # de varilla a usar

varillas 4.14 varillas

#varillas en cara 3.00 varillas

$$s = 0.33 \text{ (1m)/\# de varillas}$$

Pero se usará varillas en ambas caras por lo que el # de varillas se

Usar : 1 Ø 20mm @ 0.33 m

diametro (mm)	A's (cm ²)
8	0.50
10	0.79
12	1.13
14	1.54
16	2.01
18	2.54
20	3.14
22	3.80
24	4.52
28	6.16
30	7.07
35	9.62

DISEÑO DE LA ZAPATA EN ESTRIBO PARA Puentes

Se hará el análisis de las cargas para el caso con estribo cargado por ser más desfavorable

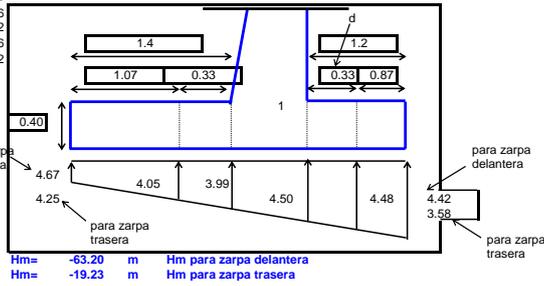
1.- Zarpa Delantera

M1=	26.11 t-m	Xo1=	1.85	V1=	14.10
M2=	29.73 t-m	Xo2=	1.82	V2=	16.36
M3=	25.38 t-m	Xo3=	1.80	V3=	14.12
M4=	27.58 t-m	Xo4=	1.69	V4=	16.36
M5=	25.17 t-m	Xo5=	1.78	V5=	14.12

El Momento más desfavorable es 29.73 t-m
que pertenece a **M2=**
La carga más desfavorable es 16.36 ton

Xo= 1.82 m
T=ancho de zapata 3.6 m
excentricidad= -0.02 m
T/6= 0.6 m

La excentricidad es menor que T/6, usar la zapata



Hm= -63.20 m Hm para zarpa delantera
Hm= -19.23 m Hm para zarpa trasera

Vu= -4.86 ton
Vduffi= 6.94 ton
Vc= 30.294 ton
Vce= 20.20 ton
Vce deberá ser mayor que Vdu/ ϕ **Correcto**

Mu= 4.8196 t-m
As= 5.5196 cm²
Asmin= 5.94 cm² Usar Asmin
Ingreso # de varilla a usar

varillas 3.00 varillas
s= 0.33 (1m)/# de varillas

Usar: 1 ϕ 18mm @ 0.33 m

Diametro(cm)	A's (cm ²)
8	0.5
10	0.79
12	1.13
14	1.54
16	2.01
18	2.54
20	3.14
22	3.8
24	4.52
28	6.16
30	7.07
35	9.62

2.- Zarpa Trasera

Se analiza con el Grupo I estribo solo

M1=	26.11 t-m	Xo1=	1.85	V1=	14.10
excentricidad=	-0.05 m				
T/6=	0.6 m				

La excentricidad es menor que T/6, usar la zapata

Vu= 6.18 ton
Vduffi= 8.82 ton
Vc= 30.294 ton
Vce= 20.20 ton
Mu= 5.12 t-m

Vce deberá ser mayor que Vdu/ ϕ **Correcto**

As= 5.86 cm²
Asmin= 5.94 cm² Usar Asmin
Ingreso # de varilla a usar

varillas 3.00 varillas
s= 0.33 (1m)/# de varillas

Usar: 1 ϕ 16mm @ 0.33 m

Diametro(cm)	A's (cm ²)
8	0.5
10	0.79
12	1.13
14	1.54
16	2.01
18	2.54
20	3.14
22	3.8
24	4.52
28	6.16
30	7.07
35	9.62

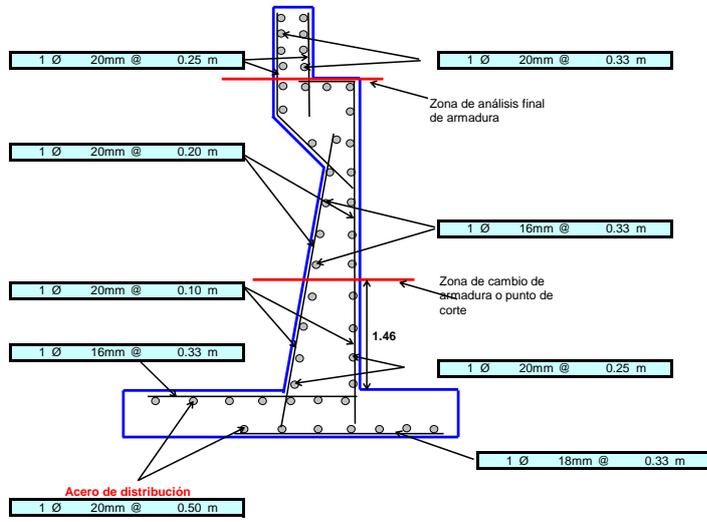
Armadura de distribución para las dos zapas

As= 5.94 cm²
Ingreso # de varilla a usar

varillas 2.00 varillas
s= 0.50 (1m)/# de varillas

Usar: 1 ϕ 20mm @ 0.50 m

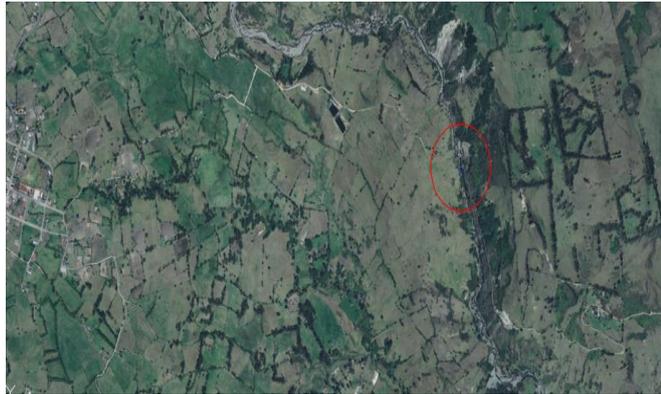
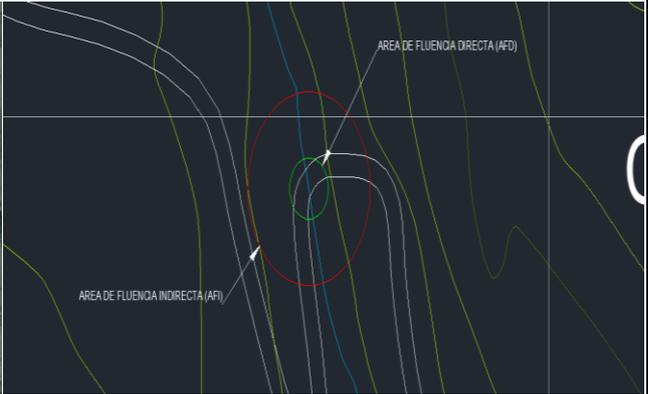
ESQUEMA FINAL DEL ACERO EN ESTRIBO



ANEXO F
ESTUDIO DE IMPACTO AMBIENTAL

FICHA AMBIENTAL

Fecha	Agosto 2015
Código:	23.4.1.2.1.1 Construcción de puentes menor o igual a 500 m
Versión:	
Elaborado Por	Jorge Gonzalo Encalada, estudiante de la Universidad Católica de Cuenca.
Revisado Por	Departamento Ambiental del Gobierno Provincial del Azuay.
Aprobado Por	Ministerio del Ambiente del Ecuador.

1. PROYECTO, OBRA O ACTIVIDAD.		2. ACTIVIDAD ECONÓMICA.	
Ficha Ambiental y Plan de Manejo Ambiental - Diseño del Puente sobre el Río Rircay, perteneciente al Sector La Peña, entre el Cantón Girón y el Cantón San Fernando, Provincia del Azuay		23.4.1.2.1.1 Construcción de puentes menor o igual a 500 m	
3. DATOS GENERALES.			
Sistema de coordenadas UTM WGS84, Zona 17S			
X:	696601.07	Y:	9651930.23
Altitud:	2451.178		
Estado del proyecto, obra o actividad:	Construcción: <input type="checkbox"/>	Operación: <input checked="" type="checkbox"/>	Cierre: <input type="checkbox"/> Abandono: <input type="checkbox"/>
Dirección del proyecto, obra o actividad:			
Cantón:	Girón	Ciudad:	Girón
Provincia:	Azuay		
Parroquia Urbana:	San Gerardo	Zona no delimitada:	Periférico:
Rural:	<input checked="" type="checkbox"/>	San Martín Chico	
Datos del Promotor: GAD Provincial del Azuay			
Domicilio del promotor: Calle Simón Bolívar y Vargas Machuca, Cuenca			
Correo electrónico del promotor: gpa@azuay.gob.ec			Teléfono: 72842588
CARACTERÍSTICAS DE LA ZONA.			
Área del proyecto (ha o m ²):	60.2 m ²	Infraestructura (residencial, industrial, u otros):	puente de Hormigón Armado
Mapa de ubicación : Hoja Topográfica (IGM), SIG (Arcgis), Google Earth.			
			
Fuente: Google Earth		Fuente: Cartografía Giron_50k	
EQUIPOS Y ACCESORIOS PRINCIPALES.			
1.- Excavadora	3.- Retroexcavadora	5.- Vibro apisonador	
2.- Volquete	4.- Mixer	6.- Generador eléctrico	
Observaciones: Todo el equipo debe estar dispuesto en cada etapa de la obra.			
REQUERIMIENTO DE PERSONAL.			
Ingenieros civiles (contratistas y fiscalizadores), Ingenieros ambientales, técnicos de seguridad ocupacional, inspectores, topógrafo, choferes, laboratorista de suelo, obreros.			
ESPACIO FÍSICO DEL PROYECTO.			
Área Total (m ² , ha):	Área de Implantación (m ² , ha): 60.2m ²		
Agua Potable: SI <input type="checkbox"/> NO <input checked="" type="checkbox"/>	Consumo de agua (m ³): Mediante red de agua potable		
Energía Eléctrica: SI <input type="checkbox"/> NO <input checked="" type="checkbox"/>	Consumo de energía eléctrica (Kv): Generador eléctrico		
Acceso Vehicular: SI <input checked="" type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>	Facilidades de transporte para acceso: vehículo livianos		
Topografía del terreno: SI <input checked="" type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>	Tipo de Vía: segundo orden (lastre)		
Alcantarillado: SI <input type="checkbox"/> NO <input checked="" type="checkbox"/>	Telefonía: Móvil <input checked="" type="checkbox"/> Fija <input type="checkbox"/> Otra <input type="checkbox"/>		
Observaciones: El lugar cuenta con limitada pero suficiente área junto al lugar de emplazamiento del puente, propicio para áreas como campamento, comedor, bodega, y una oficina.			
SITUACIÓN DEL PREDIO			
Alquiler: Si	Compra: Si fuese necesario		
Comunitarias: No	Zonas restringidas: No		
Observaciones: Zona de construcción para el bien y uso de la comunidad.			
UBICACIÓN COORDENADAS DE LA ZONA DEL PROYECTO.			
Sistema de coordenadas UTM WGS84 Zona 17S para la creación de un polígono de implantación.			
1	Este (X):	696592.40	Norte (Y): 9651928.08
2	Este (X):	696601.07	Norte (Y): 9651930.23
3	Este (X):	696606.85	Norte (Y): 9651929.03
4	Este (X):	696612.97	Norte (Y): 9651921.38
5	Este (X):	696614.96	Norte (Y): 9651913.43
6	Este (X):	696614.58	Norte (Y): 9651902.84
7	Este (X):	696616.77	Norte (Y): 9651890.44
8	Este (X):	696588.44	Norte (Y): 9651925.31
9	Este (X):	696589.40	Norte (Y): 9651921.12
10	Este (X):	696590.13	Norte (Y): 9651918.27
11	Este (X):	696589.40	Norte (Y): 9651915.44
12	Este (X):	696588.82	Norte (Y): 9651912.49
13	Este (X):	696586.95	Norte (Y): 9651904.27
14	Este (X):	696586.10	Norte (Y): 9651900.70
15	Este (X):	696583.26	Norte (Y): 9651896.56
16	Este (X):	696596.14	Norte (Y): 9651912.36
17	Este (X):	696596.02	Norte (Y): 9651891.38
			Altitud (msnm): 2451.18
			Altitud (msnm): 2450.86
			Altitud (msnm): 2450.46
			Altitud (msnm): 2450.45
			Altitud (msnm): 2450.66
			Altitud (msnm): 2451.20
			Altitud (msnm): 2457.25
			Altitud (msnm): 2451.34
			Altitud (msnm): 2453.67
			Altitud (msnm): 2456.19
			Altitud (msnm): 2457.22
			Altitud (msnm): 2458.39
			Altitud (msnm): 2460.68
			Altitud (msnm): 2461.59
			Altitud (msnm): 2464.27
			Altitud (msnm): 2438.31
			Altitud (msnm): 2437.38

4. MARCO LEGAL

Marco legal referencial y sectorial	
NORMATIVA NACIONAL	<p>A continuación se enuncia la normativa nacional y en el Apéndice 1, se describe y analiza el marco legal, institucional y administrativo.</p> <p>a) El primer cuerpo legal a considerarse es la Constitución de la República del Ecuador como Ley Suprema, la misma establece:</p> <p>Art. 3.-Son deberes primordiales del Estado: 1.) Planificar el desarrollo nacional, erradicar la pobreza, promover el desarrollo sustentable y la redistribución equitativa de los recursos y la riqueza, para acceder al buen vivir.</p> <p>Art. 14.- Se reconoce el derecho de la población a vivir en un ambiente sano y ecológicamente equilibrado, que garantice la sostenibilidad y el buen vivir, Sumak Kawsay. Se declara de interés público la preservación del ambiente, la conservación de los ecosistemas, la biodiversidad y la integridad del patrimonio genético del país, la prevención del daño ambiental y la recuperación de los espacios naturales degradados.</p> <p>Art. 32.- La salud es un derecho que garantiza el Estado, cuya realización se vincula al ejercicio de otros derechos, entre ellos el derecho al agua, la alimentación, la educación, la cultura física, el trabajo, la seguridad social, los ambientes sanos y otros que sustentan el buen vivir.</p> <p>b) La Ley de Régimen Municipal establece en modo genérico las capacidades y atribuciones de los gobiernos locales. Son disposiciones generales que no tienen interés para ser analizadas en detalle en el presente estudio.</p> <p>c) La Ley de Prevención y Control de la Contaminación Ambiental tiene como objetivo fundamental la protección de los recursos aire, agua y suelo y la conservación, mejoramiento y restauración del ambiente.</p> <p>d) La Ley de Gestión Ambiental. En este cuerpo legal se Establecen el Ámbito y Principios de la Ley, así como los aspectos generales relacionados con el Régimen Institucional y los Instrumentos para la Gestión Ambiental, su Capacitación, Difusión y Financiamiento.</p> <p>e) El Texto Unificado de la Legislación Ambiental Secundaria fue publicado a través de una emisión especial del Registro Oficial del día 31 de marzo del 2003. En este cuerpo se compilan todas las normas específicas referentes a la Autoridad Ambiental, la Gestión Ambiental, el Régimen Forestal, la Biodiversidad, la Gestión de Recursos Costeros, la Calidad Ambiental, el Régimen Especial para Galápagos, el Instituto para el Ecodesarrollo Regional Amazónico y el Sistema de Tasas por los Servicios Ambientales.</p> <p>f) El Libro VI del Texto Unificado de la Legislación Ambiental Secundaria, referente a la Calidad Ambiental, contiene el Anexo 1, titulado "Norma de Calidad Ambiental y de Descarga de Efluentes: Recurso Agua", el cual es de interés especial y de aplicación específica para el presente estudio. Anexo 2. Norma de Calidad Ambiental para Recurso Suelo. Esta norma técnica "es de aplicación obligatoria y rige en todo el territorio nacional" y determina, ente otros aspectos, los límites permisibles y las disposiciones para las descargas en cuerpos receptores, así como los criterios de calidad de las aguas para sus distintos usos.</p> <p>Esta norma técnica "es de aplicación obligatoria y rige en todo el territorio nacional" y determina, ente otros aspectos, los límites permisibles y las disposiciones para las descargas en cuerpos receptores, así como los criterios de calidad de las aguas para sus distintos usos.</p> <p>g) El Libro VI del Texto Unificado de la Legislación Ambiental Secundaria, Título I: del Sistema Único de Manejo Ambiental, Cap. II de los mecanismos de coordinación interinstitucional del SUMA. Cap. III del objetivo y los elementos principales del sub-sistema de evaluación de impacto ambiental, Art. 20 Participación ciudadana, literal b) de los Mecanismos de participación.</p> <p>h) La Ordenanza que regula el funcionamiento del Subsistema de evaluación de impactos ambientales en la provincia del Azuay, Cap. 2, Art. 9 De la obligatoriedad de sometimiento a la evaluación de Impacto ambiental (EIA) y Art.11 de los Informe ambientales. Cap. 6, De la participación social en las evaluaciones ambientales.</p> <p>i) Decreto ejecutivo 1040, que de acuerdo al artículo 88 de la Constitución Política de la República establece que toda decisión estatal que pueda afectar al ambiente deberá contar previamente con los criterios de la comunidad para lo cual ésta será debidamente informada y garantizada su participación.</p>
NORMATIVA PROVINCIAL	<p>Ordenanza que regula el funcionamiento del Subsistema de Evaluación de Impactos ambientales en la provincia del Azuay: Capítulo 4 de los procedimientos administrativos de evaluación de impactos ambientales, Sección 2 de los Informes Ambientales.</p>
MARCO INSTITUCIONAL	<p>El marco institucional relacionado al proyecto y particularmente a la revisión, aprobación y seguimiento del Estudio de Impacto Ambiental y Plan de Manejo Ambiental es el que se presenta a continuación:</p> <p>a) El Gobierno Provincial del Azuay se encargará de controlar el cumplimiento del Plan de Manejo Ambiental elaborado en el presente estudio, a través de la Dirección de Obras Públicas.</p> <p>b) La Dirección Regional del Ministerio del Ambiente del Azuay, dependencia provincial que emitirá el Certificado de Intersección del Proyecto con el Sistema Nacional de Áreas Protegidas.</p> <p>c) Gobierno Provincial del Azuay, como Autoridad Ambiental de Aplicación responsable, mediante Acuerdo Ministerial No. 227 del 14 de noviembre del 2007, publicado en el registro oficial No. 237 del 21 de diciembre de 2007, que revisará y aprobará el presente Informe Ambiental.</p>

5. DESCRIPCION DEL PROYECTO, OBRA O ACTIVIDAD

DESCRIPCION DEL PROYECTO
<p>En el sector La Peña, su economía se basa en la producción agrícola, lo que conlleva a tener que transportar dichos productos hacia la cabecera cantonal. El puente actual forma parte de la vía que conectaba a los cantones en mención, una construcción de hormigón con una luz de 11m y de 2.60 m de ancho, el mismo que al momento se encuentra en buenas condiciones, pero que es utilizado únicamente como paso peatonal debido a sus características constructivas.</p> <p>En la visita realizada se pudo verificar que el puente actual se encuentra a un margen asentado sobre un suelo rocoso, que permite bajo condiciones adecuados ampliar la luz actual y se estima que aumente a unos 14 m aproximadamente y un ancho de 4.20m. Condiciones que verificaré en base a los estudios a realizarse los que darán parámetros que certifiquen la protección de la estructura.</p> <p>Con estos antecedentes y por pedido de la comunidad se hace necesaria la construcción de un puente que permitirá vincular a una gran parte de la comunidad de San Martín Chico así como dar uso a esta vía que conecta a los dos cantones, mejorando el comercio, el trabajo y la economía de sus habitantes.</p>

6. DESCRIPCIÓN DEL PROCESO:

INTERACCIÓN EN EL PROCESO		
MATERIALES, INSUMOS, EQUIPOS	FASE DEL PROCESO	IMPACTOS POTENCIALES
Estudio y propuesta proyectada para la realización de la implementación de la obra.	Planificación	Desacuerdo entre la gente del lugar y la entidad encargada del estudio
Madera, planchas de zinc, literas, armarios, baterías sanitarias, cocina, tuberías, botiquín.	Construcción de campamento	Contaminación acústica, agua, paisaje.
Piedra, arena, grava, cemento, mejoramiento, base, aditivos, agua, acero, cofres, puntales, maquinaria pesada (retroexcavadora), y liviana (concretera).	Diseño del Puente carrozable de hormigón armado	Contaminación atmosférica, lecho de quebrada, entorno paisajístico.
Uso de materiales existentes de la zona, y utilización de la mano de obra.	Operación	Mal uso del suelo, contaminación del agua.
Limpieza de escombros, residuos de materiales, reforestación y espacios verdes.	Clausula o Abandono	Contaminación del suelo, agua.

7. DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE IMPLANTACIÓN

7.1 Área de implantación física

- Región geográfica: Sierra Ecuatoriana.
 - Superficie del área de influencia: Aproximadamente 400m².
 - Altitud: 2438 msnm (cota de lecho); 2550,85 msnm (cota de vía).
 - Clima: Es muy variado ya que se localiza en una zona de características topográficas muy irregulares que influyen en la temperatura y pluviosidad, es así que en los páramos hay zonas muy frías con abundante precipitación, mientras que en las zonas bajas de la parroquia encontramos un clima cálido, una temperatura que oscila entre los 12 a 16°C promedio, y una precipitación media anual entre los 500 a 1000 milímetros.
 - Geología, geomorfología, suelos: Según el mapa de la parroquia San Gerardo, está se encuentra constituida en su mayor parte por relieves interandinos, la misma que va desde el centro hacia sur de la parroquia.
 - Ocupación actual del área de implantación: El área de implantación del Puente de hormigón armado carrozable al momento está constituida por una estructura existente que presenta daños en sus diferentes partes, presenta vegetación natural en sus alrededores, no existe construcción civil en el sitio, su vía de circulación de segundo orden.
 - Pendiente, tipo, calidad permeabilidad del suelo, condiciones de drenaje: La quebrada posee una pendiente del 8,58% en el tramo del área de estudio, el suelo es poco permeable, presentando un nivel freático bajo, su caudal posee un flujo de nivel bajo, las condiciones de drenaje son buenas.
 - Hidrología, aire, ruido: Las precipitaciones anuales fluctúan entre 500 y 1.000 mm y están repartidas en dos estaciones lluviosas, de febrero a mayo y en octubre-noviembre. La estación seca principal, de junio a septiembre, es generalmente muy marcada; en cuanto a la segunda, su duración y localización en el tiempo son mucho más aleatorias, aunque se puede adelantar que es por lo general inferior a tres semanas y se sitúa a fines de diciembre.
- Con respecto al aire, su contaminación se produce principalmente por la circulación vehicular (partículas y emisiones gaseosas), combustión de desechos al aire libre. Las fuentes de contaminación del aire son áreas descubiertas de vegetación.
- Con respecto al ruido, este factor de contaminación generalmente es producido por el movimiento de vehículos, y su incidencia es baja.

7.2 Área de implantación biótica

- Cobertura vegetal y fauna asociada: En la vegetación de esta zona encontramos: kikuyo en abundancia, eucalipto, sábila, aliso, como hemos mencionado anteriormente la vegetación en este lugar es regular, sin presentarse ningún tipo de planta que fuera no muy común de la zona, en cuanto a fauna el ganado vacuno, ovino y especies silvestres oriundos de la zona.
- Medio perceptual: El lugar de implantación del Puente de hormigón armado mantiene sus características naturales originales mejor conservadas.

7.3 Área de implantación social

- Demografía: La parroquia de San Gerardo en la actualidad está poblada de la siguiente manera según: INEC 2010, 1075 habitantes, en donde la densidad poblacional es de 21 personas por km², hay un predominio de mujeres, entre los menores de un año ya que el 45.00% son hombres y las mujeres les superan porque representan el 55.00%.
- Descripción de los principales servicios (salud, alimentación, educación): Está equipada con un Subcentro de Salud, una escuela un colegio que ayuda al desarrollo de su parroquia.
- Actividades socio-económicas: la actividad económica principal de la zona se basa fundamentalmente en la agricultura y ganadería, la artesanía es otra de las actividades que generan ingresos económicos, dentro de estos están los artículos de calzado y muebles, los cuales han sido soporte fundamental de la economía desde hace tiempos remotos.
- Organización social (asociaciones, gremios): La parroquia de San Gerardo en la actualidad cuenta con su junta parroquial o Gobierno autónomo Descentralizado, Unidad de policía comunitaria, y asociación de gremios de transportistas.
- Aspectos culturales: La parroquia San Gerardo al igual que las otras parroquias, tiene su iglesia central que la representa como un pueblo de cultura y religión, como una expresión cultural que determina el accionar social, en el mes de mayo se celebran las fiestas de la parroquia y aprovechan celebrando con actos culturales como homenaje a la madre tierra por sus cultivos, bailes folclóricos, medicina ancestral, deportes y comidas típicas.

8. PRINCIPALES IMPACTOS AMBIENTALES

Principales Impactos Ambientales			
ASPECTO AMBIENTAL	IMPACTO AMBIENTAL	POSITIVO / NEGATIVO	ETAPA DEL PROYECTO
Propuesta y dialogo entre la comunidad y el ente contratante	Impacto Social	Positivo	Planificación
Funcionamiento de maquinaria pesada y liviana	Contaminación Atmosférica	Negativo	Construcción
Funcionamiento de maquinaria pesada y liviana	Contaminación acústica.	Negativo	Construcción
Incremento en la producción de residuos líquidos.	Contaminación de aguas	Negativo	Construcción
Movimiento de tierras y acumulación de escombros.	Contaminación al paisaje	Negativo	Construcción
Empleo y mano de obra	Impacto Social	Positivo	Construcción
Seguridad	Impacto Social	Positivo	Construcción
Producción de residuos solidos	Contaminación al paisaje	Negativo	Funcionamiento

9 PLAN DE MANEJO AMBIENTAL (PMA).

9.1 Plan de Prevención y Mitigación de Impactos.

PLAN DE PREVENCIÓN Y MITIGACIÓN DE IMPACTOS					
PROGRAMA DE MANEJO AMBIENTAL					
<p>OBJETIVOS: Es minimizar los impactos negativos que se generen por la ejecución del proyecto. Plantear medidas de mitigación simple y efectiva, en las diferentes etapas del proyecto.</p> <p>LUGAR DE APLICACIÓN: Comunidad: San Martín Chico, Parroquia San Gerardo, cantón Girón sobre la quebrada de Punguhaycu, coordenadas (696592.40 E; 9651928.08 N).</p> <p>RESPONSABLE: Contratista de la obra.</p>					PPM-01
ASPECTO AMBIENTAL	IMPACTO IDENTIFICADO	MEDIDAS PROPUESTAS	INDICADORES	MEDIO DE VERIFICACIÓN	PLAZO (meses)
Propuesta y diálogo entre la comunidad y el ente contratante	Impacto Social	Llegar al lugar de la obra propuesta para dialogar y llegar a un acuerdo mutuo entre los habitantes del sector. Indicar los beneficios que dará al sector mediante la realización de la obra.	Llegar de forma oral y/o escrita a un acuerdo de comunicación, intercambiando la información necesaria y valdadera entre ambas partes.	La Entidad Contratante, será la encargada de dar respuesta la propuesta de construcción en el lugar de la obra, mediante los estudios y presupuesto para la construcción.	1
Funcionamiento de maquinaria pesada y liviana	Contaminación Atmosférica	Dar un mantenimiento necesario a la maquinaria pesada y liviana. Regar con agua permanentemente las vías de acceso (lastre), evitando el levantamiento excesivo de polvo. No quemar a cielo abierto desperdicios, llantas, plásticos, vegetación u otros materiales	Atmosfera. Los principales componentes de la atmósfera son el nitrógeno molecular (78% en volumen) y oxígeno molecular (21% en volumen). El vapor de agua, el dióxido de carbono (CO2), y otros elementos gaseosos de menor concentración ocupan el 1% restante.	El ingeniero de seguridad laboral verificara los debidos permisos y cumplimientos.	1
Funcionamiento de maquinaria pesada y liviana	Contaminación acústica	No excederse de un ruido superior a 80 dB, según indica la norma de seguridad laboral. Exigir la los obreros que usen el equipo de seguridad especialmente para oídos al momento de desempeñar trabajos con exceso de ruido.	Aire. Es esencial para la vida de los seres vivos. El Hombre inhala 14.000 litros de aire al día. MAE	El ingeniero de seguridad laboral verificara los debidos permisos y cumplimientos.	1
Producción de residuos líquidos y sólidos	Contaminación de aguas	Una vez lleno el pozo séptico se deberá evacuar el mismo, tomando en cuenta las respectivas medidas de precaución. Colocar basureros en la zona. Asear frecuentemente los depósitos de agua potable.	Medio Ambiente comprende un sistema global que considera elementos naturales y artificiales que se encuentran en permanente evolución y cambio por la intervención de las actividades humanas	Ministerio de salud.	1
Movimiento de tierras	Contaminación del paisaje	En el mejoramiento y estabilidad de taludes, se mantendrá los rasgos naturales del entorno existente. Se mantendrá limpio y señalizado constantemente, todas las áreas de la zona de construcción.	Se intenta con la Política Ambiental Nacional es conservar la biodiversidad y el uso correcto de los recursos naturales, respetando los límites intrínsecos de los ecosistemas.	El ingeniero de seguridad laboral verificara los debidos permisos y cumplimientos.	1

9.2 Plan de Manejo de Desechos.

PLAN DE MANEJO DE DESECHOS					
PROGRAMA DE MANEJO AMBIENTAL					
<p>OBJETIVOS: Normar, limitar y supervisar los sistemas de recolección, transporte y disposición final de escombros y desechos sólidos en el medio urbano y rural.</p> <p>LUGAR DE APLICACIÓN: Comunidad: San Martín Chico, Parroquia San Gerardo, cantón Girón sobre la quebrada, coordenadas (696592.40 E; 9651928.08 N).</p> <p>RESPONSABLE: Unidad de ambiente, seguridad Industrial y Salud Ocupacional de Prefectura del Azuay.</p>					PMD-01
ASPECTO AMBIENTAL	IMPACTO IDENTIFICADO	MEDIDAS PROPUESTAS	INDICADORES	MEDIO DE VERIFICACIÓN	PLAZO (meses)
Producción de residuos líquidos y sólidos	Contaminación de aguas	La fosa séptica una vez llenada se deberá evacuar el mismo, tomando en cuenta las respectivas medidas de precaución. Colocar basureros en la zona. Asear frecuentemente los depósitos de agua potable.	Cuando la cantidad de agua servida pasa de cierto nivel, el aporte de oxígeno es insuficiente y los microorganismos ya no pueden degradar los desechos contenidos en ella	Ministerio de Salud	1
Acumulación de escombros y de residuos (materiales pétreos y biodegradables)	Contaminación del paisaje	Limitar áreas, estrictamente para el depósito de estos desechos, en lo referente a escombros desalojar en la escombrera propuesta por el fiscalizador.	Se intenta con la Política Ambiental Nacional es conservar la biodiversidad y el uso correcto de los recursos naturales, respetando los límites intrínsecos de los ecosistemas.	Ministerio de Salud	1

9.3 Plan de Comunicación, capacitación y educación ambiental

PLAN DE COMUNICACION, CAPACITACION Y EDUCACION AMBIENTAL					
PROGRAMA DE MANEJO AMBIENTAL					
OBJETIVOS: Dialogar y comunicar a la gente del sector sobre el proyecto del puente de hormigón armado, interactuar y conocer si están de acuerdo o no con la ejecución del proyecto LUGAR DE APLICACIÓN: Comunidad: San Martin Chico, Parroquia San Gerardo, cantón Girón sobre la quebrada , coordenadas (696592.40 E; 9651928.08 N). RESPONSABLE: Unidad de ambiente, seguridad Industrial y Salud Ocupacional de Prefectura del Azuay.					PCC-01
ASPECTO AMBIENTAL	IMPACTO IDENTIFICADO	MEDIDAS PROPUESTAS	INDICADORES	MEDIO DE VERIFICACIÓN	PLAZO (meses)
Compensación por expropiaciones	Afecciones a los márgenes de la quebrada El Salado. Protestas de los propietarios de tierras.	Ejecutar el proceso de expropiación en base a la información preparada	La gente del lugar debe conocer sobre el proyecto en todas sus etapas y estar dispuesta a colaborar cuando se requiera de su ayuda con el fin de reducir impactos al ambiente.	Prefectura del Azuay	1

9.4 Plan de Relaciones Comunitarias

PLAN DE RELACIONES COMUNITARIAS					
PROGRAMA DE MANEJO AMBIENTAL					
OBJETIVOS: Llegar a un acuerdo con las comunidades cercanas para realizar mingas de mantenimiento, limpieza. LUGAR DE APLICACIÓN: Inicio y abandono del proyecto RESPONSABLE: Unidad de ambiente, seguridad Industrial y Salud Ocupacional de Prefectura del Azuay.					PCC-01
ASPECTO AMBIENTAL	IMPACTO IDENTIFICADO	MEDIDAS PROPUESTAS	INDICADORES	MEDIO DE VERIFICACIÓN	PLAZO (meses)
Compensación sobre el cierre temporal de vía	Demora en el movimiento del tráfico debido al cierre de esta vía Contaminación de aguas	Tomar otras vías de acceso y de salida para el fluido del tráfico La junta parroquial de San Gerardo con su representante, se encargara de convocar a los pobladores a una minga de limpieza cada cierto tiempo.	Uso de vías alternas para evitar la demora y atrasos a sus diferentes lugares de destino.	La Junta parroquial de San Gerardo informara a la prefectura del Azuay, sobre el cierre y apertura de la vía durante la etapa de construcción.	1
Producción de residuos sólidos (basura)			El mantenimiento del puente, sus vías de acceso ayudan a no incrementar el impacto que el mismo produce principalmente al paisaje.	La Junta parroquial de San Gerardo informara a la prefectura del Azuay, sobre mingas realizadas.	1

9.5 Plan de Contingencia.

PLAN DE CONTINGENCIAS					
PROGRAMA DE MANEJO AMBIENTAL					
OBJETIVOS: Preparar un plan de medidas de contingencia en caso de presentarse un accidente en el sitio de la obra LUGAR DE APLICACIÓN: Construcción del Puente de Hormigón Armado que une Comunidades de Girón con las San Fernando RESPONSABLE: Unidad de ambiente, seguridad Industrial y Salud Ocupacional de Prefectura del Azuay.					PDC-01
ASPECTO AMBIENTAL	IMPACTO IDENTIFICADO	MEDIDAS PROPUESTAS	INDICADORES	MEDIO DE VERIFICACIÓN	PLAZO (meses)
Accidentes de obreros en obra	Impacto Social negativo	En el lugar de la obra se debe contar con un botiquín de primeros auxilios, con paramédicos, que puedan socorrer al accidentado y trasladarle a una casa de salud en caso de ser necesario.	Una obra depende de todas las personas que laboran en el proyecto desde un conserje hasta el ingeniero contratista, cada uno de ellos deberá estar dotado con la protección necesaria según su trabajo que desempeñe.	Ministerio de Salud	1
Incendio	Impacto Social negativo	Limitar un área estrictamente para combustibles y explosivos si fuere necesario. Distribuir estratégicamente extintores por todo el lugar de construcción.	Medida estricta que se debe vigilar continuamente ya que una tragedia incontrolable dejaría graves daños, social, ambiental y económica.	Ministerio de Salud	1

9.6 Plan de Seguridad y Salud Ocupacional

PLAN DE CONTINGENCIAS					
PROGRAMA DE MANEJO AMBIENTAL					
OBJETIVOS: Evitar cualquier tipo de contaminación, accidentes y enfermedades debido a algún accidente.					PDC-01
LUGAR DE APLICACIÓN: Al inicio de obra.					
RESPONSABLE: Unidad de ambiente, seguridad Industrial y Salud Ocupacional de Prefectura del Azuay.					
ASPECTO AMBIENTAL	IMPACTO IDENTIFICADO	MEDIDAS PROPUESTAS	INDICADORES	MEDIO DE VERIFICACIÓN	PLAZO (meses)
Producción de residuos líquidos	Contaminación del suelo	Limitar áreas estrictamente para el mantenimiento de maquinaria pesada lavado y cambios de aceites, abastecimiento de combustible.	Es el depósito de desechos degradables o no degradables que se convierten en fuentes contaminantes del suelo.	Ministerio de Salud	1
Accidentes de obreros en obra	Social	Proporcionar equipos de protección para obreros al momento de operar máquinas y trabajar en alturas	Una obra depende de todas las personas que laboran en el proyecto desde un conserje hasta el ingeniero contratista, cada uno de ellos rendirá al máximo al encontrarse seguro	Ingeniero Ambiental	1
Enfermedades	Social	Exámenes médicos a todo el personal	Es necesario que cada trabajador cuente con su historial clínico actualizado	Ministerio de Salud	1

9.7 Plan de Monitoreo y Seguimiento

PLAN DE MONITOREO Y SEGUIMIENTO					
PROGRAMA DE MANEJO AMBIENTAL					
OBJETIVOS: Controlar y realizar seguimiento a las actividades del proyecto y aplicación de las medidas ambientales.					PMS-01
LUGAR DE APLICACIÓN: Etapas de construcción, operación, mantenimiento y desalojo.					
RESPONSABLE: Unidad de ambiente, seguridad Industrial y Salud Ocupacional de Prefectura del Azuay.					
ASPECTO AMBIENTAL	IMPACTO IDENTIFICADO	MEDIDAS PROPUESTAS	INDICADORES	MEDIO DE VERIFICACIÓN	PLAZO (meses)
Funcionamiento de maquinaria pesada y liviana	Contaminación acústica (aire)	se realizará mediante medición alrededor de la fuente o en el área de la construcción o desmantelamiento, según sea la fase, con un sonómetro (< 80 DB)	Reducción del grado o intensidad de la contaminación antes de su emisión, esto se realiza entre otras formas, adicionando equipos de control de emisiones.	Reportes ambientales dirigidos al GPA.	1
Producción de desechos sólidos	Contaminación de aguas	El presente control se realizará mediante reporte de la producción y destino de desechos sólidos	Cuando la cantidad de agua servida pasa de cierto nivel, el aporte de oxígeno es insuficiente y los microorganismos ya no pueden degradar los desechos contenidos en ella	Reportes ambientales dirigidos al GPA.	1
Movimiento de tierras y acumulación de escombros de materiales.	Contaminación al paisaje.	El presente control consistirá en verificar el material estoqueado en áreas destinadas para ese uso.	Política Ambiental Nacional es conservar la biodiversidad y el uso correcto de los recursos naturales, respetando los límites intrínsecos de los ecosistemas.	Reportes ambientales dirigidos al GPA.	1

9.8 Plan de Rehabilitación.

PLAN DE REHABILITACIÓN					
PROGRAMA DE MANEJO AMBIENTAL					
OBJETIVOS: Recuperar espacios verdes afectados por movimientos de tierras y trabajos en general.					PRC-01
LUGAR DE APLICACIÓN: Al terminar la etapa de construcción.					
RESPONSABLE: Unidad de ambiente, seguridad Industrial y Salud Ocupacional de Prefectura del Azuay.					
ASPECTO AMBIENTAL	IMPACTO IDENTIFICADO	MEDIDAS PROPUESTAS	INDICADORES	MEDIO DE VERIFICACIÓN	PLAZO (meses)
Alteración a la flora del sector	Contaminación al paisaje	Se deberá sembrar una cierta cantidad de plantas por cada árbol roto ya sea accidental o voluntariamente.	Política Ambiental Nacional es conservar la biodiversidad y el uso correcto de los recursos naturales, respetando los límites intrínsecos de los ecosistemas.	Los reportes ambientales se presentaran al GPA.	1
Movimiento de tierras	Contaminación al paisaje	Se deberá sembrar llano en las áreas afectadas, reforestación.	Política Ambiental Nacional es conservar la biodiversidad y el uso correcto de los recursos naturales, respetando los límites intrínsecos de los ecosistemas.	Los reportes ambientales se presentaran al GPA.	1

9.8 Plan de Rehabilitación.

PLAN DE REHABILITACIÓN					
PROGRAMA DE MANEJO AMBIENTAL					
OBJETIVOS: Recuperar espacios verdes afectados por movimientos de tierras y trabajos en general.					PRC-01
LUGAR DE APLICACIÓN: Al terminar la etapa de construcción.					
RESPONSABLE: Unidad de ambiente, seguridad Industrial y Salud Ocupacional de Prefectura del Azuay.					
ASPECTO AMBIENTAL	IMPACTO IDENTIFICADO	MEDIDAS PROPUESTAS	INDICADORES	MEDIO DE VERIFICACIÓN	PLAZO (meses)
Alteración a la flora del sector	Contaminación al paisaje	Se deberá sembrar una cierta cantidad de plantas por cada árbol roto ya sea accidental o voluntariamente.	Política Ambiental Nacional es conservar la biodiversidad y el uso correcto de los recursos naturales, respetando los límites intrínsecos de los ecosistemas.	Los reportes ambientales se presentaran al GPA.	1
Movimiento de tierras	Contaminación al paisaje	Se deberá sembrar llano en las áreas afectadas, reforestación.	Política Ambiental Nacional es conservar la biodiversidad y el uso correcto de los recursos naturales, respetando los límites intrínsecos de los ecosistemas.	Los reportes ambientales se presentaran al GPA.	1

9.9 Plan de Cierre, Abandono y Entrega del Área

PLAN DE CIERRE, ABANDONO Y ENTREGA DEL ÁREA					
PROGRAMA DE MANEJO AMBIENTAL					
OBJETIVOS: Abandonar el proyecto cumpliendo con todas las especificaciones planteadas desde un inicio.					PCA-01
LUGAR DE APLICACIÓN: Retiro.					
RESPONSABLE: Unidad de ambiente, seguridad Industrial y Salud Ocupacional de Prefectura del Azuay.					
ASPECTO AMBIENTAL	IMPACTO IDENTIFICADO	MEDIDAS PROPUESTAS	INDICADORES	MEDIO DE VERIFICACIÓN	PLAZO (meses)
Eliminación de residuos solidos	Contaminación al ambiente	Desalojo de materiales o residuos a escombreras calificadas.	considera elementos naturales Medio Ambiente comprende un sistema global que y artificiales que se encuentran en permanente evolución y cambio por la intervención de las actividades humanas.	Los reportes ambientales se presentaran al GPA.	1

11. Cronograma de Construcción y Operación del Proyecto

ACTIVIDAD CONSTRUCCIÓN	MES	MES	MES	MES	MES	MES
	1	2	3	4	5	6
Campamento, abastecimiento de materiales y maquinaria.	X					
Movimiento de tierras, construcción de la infraestructura.		X	X	X	X	
Construcción de la superestructura.			X	X	X	
OPERACIÓN						
Desalojo de residuos, materiales a escombrera.		X	X	X	X	X
Monitoreo del comportamiento de la estructura.			X	X	X	X
Reforestación y recuperación de áreas verdes, colocar recolectores de basura						X

12. Cronograma Valorado del Plan De Manejo ambiental (PMA).

Cronograma Valorado del Plan de Manejo Ambiental							
	MESES						Presupuesto
	1	2	3	4	5	6	
1. Plan de Mitigación y Prevención	X						300.00
2. Plan de Manejo de Desechos		X	X	X	X	X	1000.00
3. Plan de Comunicación	X		X			X	200.00
4. Plan de Relaciones Comunitarias	X						250.00
5. Plan de Contingencias		X	X	X	X	X	600.00
6. Plan de Seguridad y Salud		X	X	X	X	X	600.00
7. Plan de Monitoreo y Seguimiento		X	X	X	X		500.00
8. Plan de Rehabilitación de Áreas						X	300.00
9. Plan de Cierre, Abandono y Entrega del área						X	700.00
En letras:	Cuatro cuatrocientos cincuenta dólares				TOTAL:		4450.00

Matriz de Comparación.

Aspecto	Ambiental	Social	Económico	Técnico	Σ	Puntaje
Ambiental	1	0	1	1	3	30
Social	1	1	1	1	4	40
Económico	0	0	1	1	2	20
Técnico	0	0	0	1	1	10
Total					10	100

AMBIENTAL

Actividades	Ciclo Hidrológico	Flora	Fauna	Nivel freático	Cercanía de aguas sup.	Calidad de aire	Σ	Puntaje
Ciclo Hidrológico	1	1	1	0	0	0	3	4.29
Flora	0	1	1	0	1	0	3	4.29
Fauna	0	0	1	0	0	0	1	1.43
Nivel freático	1	1	1	1	0	1	5	7.14
Cercanía de aguas sup.	1	0	1	1	1	0	4	5.71
Calidad de aire	1	1	1	0	1	1	5	7.14
Total							21	30

SOCIAL

Actividades	Centros poblados radio 5 km	Uso del suelo	Niveles socioeconómico	Nivel de educación	Salud	Calidad de vida	Σ	Puntaje
Centros poblados radio 5 km	1	0	0	0	0	0	1	1.90
Uso del suelo	1	1	0	0	0	0	2	3.81
Niveles socioeconómico	1	1	1	1	0	0	4	7.62
Nivel de educación	1	1	0	1	0	1	4	7.62
Salud	1	1	1	1	1	1	6	11.43
Calidad de vida	1	1	1	0	0	1	4	7.62
Total							21	40.00

ECONÓMICO

Actividades	Dotación del agua	Costo del terreno	Distancia de Transporte	Costo de construcción	Metodología de tarificación	Rentabilidad	Σ	Puntaje
Preservación del agua	1	0	1	1	0	0	3	2.86
Permiso de construcción	1	1	1	1	1	0	5	4.76
Distancia de Transporte	0	0	1	0	0	0	1	0.95
Costo de construcción	0	0	1	1	0	0	2	1.90
Metodología de la tarificación	1	0	1	1	1	0	4	3.81
Rentabilidad	1	1	1	1	1	1	6	5.71
Total							21	20.00

TÉCNICO

Actividades	Calidad de agua	Topografía del terreno	Diseño Hidráulico	Metodología de construcción	Disponibilidad de materiales	Tipo de suelo	Σ	Puntaje
Calidad de agua	1	1	1	1	1	1	6	3
Topografía del terreno	0	1	1	1	1	1	5	2
Diseño Hidráulico	0	0	1	1	1	0	3	1
Metodología de construcción	0	0	0	1	0	0	1	0
Disponibilidad de materiales	0	0	0	1	1	0	2	1
Tipo de suelo	0	0	1	1	1	1	4	2
Total							21	10

ANEXO G
ESTUDIO DE ANÁLISIS DE PRECIOS
UNITARIOS

DISEÑO EN HORMIGON ARMADO DEL PUENTE SOBRE EL RIO RIRCAY, CANTON GIRON

Oferente: Jorge Encalada Pinos
Ubicación: Sector La Peña, Comunidad San Martin Chico, Girón, Azuay
Fecha: Noviembre 2015

PRESUPUESTO						
Item	Código	Descripción	Unidad	Cantidad	P.Unitario	P.Total
1		Infraestructura				46,657.28
1,001	501019	Replanteo nivelación y trazado	m2	180.00	1.68	301.55
1,002	501020	Demolición de Estructuras existentes de Hormigón Armado con martillo neumático	m3	7.00	26.72	187.01
1,003	502002	Excavación manual en suelo sin clasificar, 0<H<2 m	m3	12.45	10.45	130.10
1,004	502003	Excavación manual en suelo sin clasificar, 2<H<4 m	m3	6.35	12.39	78.65
1,005	502006	Excavación manual en suelo conglomerado, 0<H<2 m	m3	10.00	13.85	138.53
1,006	503002	Excavación mecánica en suelo sin clasificar, 0<H<2 m	m3	66.20	3.79	250.67
1,007	502010	Excavación mecánica en suelo sin clasificar, 2<H<4 m	m3	77.62	4.16	323.03
1,008	503014	Excavación mec. suelo conglomerado, 0<H<2 m	m3	11.76	4.16	48.94
1,009	514001	Tapado de zanjas con maquina	m3	148.98	1.80	268.27
1,010	505004	Cargada de material a mano	m3	85.00	6.29	534.40
1,011	505005	Cargada de material a maquina	m3	485.00	1.42	687.68
1,012	510064	Entibado	m2	55.00	10.36	569.82
1,013	522014	Sum.+Instal. Desagüe 110mmx3m Tipo B	ml	15.00	7.09	106.38
1,014	505002	HºSº f'c=300 kg/cm² (en concretera)	m3	118.03	155.78	18,386.36
1,015	507004	Acero de refuerzo fy=4,200 kg/cm², en varillas corrugadas	kg	4,412.38	4.32	19,043.17
1,016	510054	Encofrado recto general tableros triplex	m2	78.00	12.04	939.45
1,017	502018	Relleno compactado con vibro apisonador, material de mejoramiento (incluido material)	m3	132.76	21.23	2,818.65
1,018	500001	Desalojo de material hasta 5 km	m3	214.86	2.69	578.11
1,019	513005	Desalojo de material mas de 5 km	m3	322.29	0.70	225.67
1,020	532024	Base de Neopreno para Vigas	m2	6.00	173.47	1,040.83
2		Superestructura				19,484.10
2,001	500003	Encofrado y desencofrado para losa, pantalla y veredas	m2	79.35	12.87	1,021.35
2,002	505002	HºSº f'c=300 kg/cm² (en concretera)	m3	50.88	155.78	7,925.93
2,003	507004	Acero de refuerzo fy=4,200 kg/cm², en varillas corrugadas	kg	2,165.38	4.32	9,345.46
2,004	535200	Material de reposición (incluye esponjamiento)	m3	42.37	11.48	486.37
2,005	500006	Encofrado y desencofrado para columnas de pasamano	Unidad	14.00	15.64	218.97
2,006	532025	Pasamano de hormigón	Unidad	14.00	34.72	486.02
3		Impactos Ambientales				1,831.86
3,001	593013	Suministro e Instalación de cinta	m	200.00	0.35	69.15
3,002	593057	Botiquín de Primeros Auxilios	Unidad	1.00	94.40	94.40
3,003	593001	Suministro E instalacion de letrero informativo (3.00 x 1.80m)	Unidad	1.00	1121.20	1121.20
3,004	551018	Paso peatonal	m	8.00	32.45	259.60
3,005	593056	Suministro e instalación de valla metálica informativa	Unidad	2.00	178.33	356.66
SUBTOTAL						67,973.23
IVA						8,156.79
TOTAL						76,130.02

Análisis de Precios Unitarios

Item: 1
Código: 501019
Descripción: Replanteo nivelación y trazado
Unidad: m2

COSTOS DIRECTOS						
Equipo y herramienta						
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Rendim.	Total
101201	Equipo de topografía	hora	1.00	2.00	0.075	0.15
101999	Equipo menor	hora	1.00	0.20	0.075	0.02
Subtotal de Equipo:						0.17
Materiales						
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio		Total
Subtotal de Materiales:						0.00
Transporte						
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa/U	Distancia	Total
103003	Vehículo liviano	hora	1.00	3.50	0.075	0.26
Subtotal de Transporte:						0.26
Mano de Obra						
Código	Descripción		Número	S.R.H.	Rendim.	Total
401001	Cadenero		3.00	3.22	0.075	0.72
403001	Topógrafo 2		1.00	3.57	0.075	0.27
Subtotal de Mano de Obra:						0.99
Costo Directo Total:						1.42
COSTOS INDIRECTOS						
					18.00 %	0.26
Precio Unitario Total						1.68

Análisis de Precios Unitarios

Item: 2
Código: 501020
Descrip.: Demolición de Estructuras existentes de Hormigón Armado con martillo neumático
Unidad: m3

COSTOS DIRECTOS						
Equipo y herramienta						
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Rendim.	Total
101201	Herramienta menor	%M.O.	5%M.O.	2.00		0.24
	Compresora neumatica 250-330 Pcm, 87 HP	hora	1.00	25.00	0.400	10.00
101999	Equipo menor	hora	1.00	15.00	0.400	6.00
Subtotal de Equipo:						16.24
Materiales						
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio		Total
Subtotal de Materiales:						0.00
Transporte						
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa/U	Distancia	Total
Subtotal de Transporte:						0.00
Mano de Obra						
Código	Descripción		Número	S.R.H.	Rendim.	Total
401001	Peon		2.00	3.18	0.500	3.18
403001	Operador de equipo liviano		2.00	3.22	0.500	3.22
Subtotal de Mano de Obra:						6.40
Costo Directo Total:						22.64
COSTOS INDIRECTOS						
18.00 %						4.08
Precio Unitario Total						26.72

Análisis de Precios Unitarios

Item: 3
Código: 502002
Descrip.: Excavación manual en suelo sin clasificar, 0<H<2 m
Unidad: m3

COSTOS DIRECTOS						
Equipo y herramienta						
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Rendim.	Total
101999	Equipo menor	hora	1.00	0.20	1.350	0.27
Subtotal de Equipo:						0.27
Materiales						
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio		Total
Subtotal de Materiales:						0.00
Transporte						
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa/U	Distancia	Total
Subtotal de Transporte:						0.00
Mano de Obra						
Código	Descripción		Número	S.R.H.	Rendim.	Total
401001	Peon		2.00	3.18	1.3500	8.59
Subtotal de Mano de Obra:						8.59
Costo Directo Total:						8.86
COSTOS INDIRECTOS						
18.00 %						1.59
Precio Unitario Total						10.45

Análisis de Precios Unitarios

Item: 4
Código: 502003
Descrip.: Excavación manual en suelo sin clasificar, 2<H<4 m
Unidad: m3

COSTOS DIRECTOS						
Equipo y herramienta						
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Rendim.	Total
101999	Equipo menor	hora	1.00	0.20	1.600	0.32
Subtotal de Equipo:						0.32
Materiales						
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio		Total
Subtotal de Materiales:						0.00
Transporte						
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa/U	Distancia	Total
Subtotal de Transporte:						0.00
Mano de Obra						
Código	Descripción		Número	S.R.H.	Rendim.	Total
401001	Peon		2.00	3.18	1.6000	10.18
Subtotal de Mano de Obra:						10.18
Costo Directo Total:						10.50
COSTOS INDIRECTOS						
18.00 %						1.89
Precio Unitario Total						12.39

Análisis de Precios Unitarios

Ítem: 5
Código: 502006
Descrip.: Excavación manual en suelo conglomerado, 0<H<2 m
Unidad: m3

COSTOS DIRECTOS						
Equipo y herramienta						
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Rendim.	Total
101001	Herramienta manual y menor de construcción	%MO	5.00%MO			0.57
Subtotal de Equipo:						0.57
Materiales						
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio		Total
Subtotal de Materiales:						0.00
Transporte						
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa/U	Distancia	Total
Subtotal de Transporte:						0.00
Mano de Obra						
Código	Descripción		Número	S.R.H.	Rendim.	Total
401001	Peón		2.00	3.18	1.6500	10.49
405004	Maestro de Estructura Mayor - SECAP		1.00	3.22	0.21	0.68
Subtotal de Mano de Obra:						11.17
Costo Directo Total:						11.74
COSTOS INDIRECTOS						
18.00 %						2.11
Precio Unitario Total						13.85

Análisis de Precios Unitarios

Item: 6
Código: 503002

nov-15

Descrip.: Excavación mecánica en suelo sin clasificar, 0<H<2 m
Unidad: m3

COSTOS DIRECTOS						
Equipo y herramienta						
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Rendim.	Total
101001	Herramienta manual y menor de construcción	%MO	5.00%MO			0.03
103011	Retrocargadora de llantas	Hora	1.00	25.00	0.10	2.50
Subtotal de Equipo:						2.53
Materiales						
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio		Total
Subtotal de Materiales:						0.00
Transporte						
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa/U	Distancia	Total
Subtotal de Transporte:						0.00
Mano de Obra						
Código	Descripción		Número	S.R.H.	Rendim.	Total
407002	Op.Gr.1 - Excavadora		1.00	3.57	0.10	0.36
409003	Ayudante de maquinaria		1.00	3.22	0.10	0.32
Subtotal de Mano de Obra:						0.68
Costo Directo Total:						3.21
COSTOS INDIRECTOS						
						18.00 %
						0.58
Precio Unitario Total						3.79

Análisis de Precios Unitarios

Item: 7
 Código: 502010

nov-15

Descrip.: Excavación mecánica en suelo sin clasificar, 2<H<4 m
 Unidad: m3

COSTOS DIRECTOS						
Equipo y herramienta						
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Rendim.	Total
101001	Herramienta manual y menor de construcción	%MO	5.00%MO			0.03
103011	Retrocargadora de llantas	Hora	1.00	25.00	0.1050	2.63
Subtotal de Equipo:						2.66
Materiales						
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio		Total
Subtotal de Materiales:						0.00
Transporte						
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa/U	Distancia	Total
Subtotal de Transporte:						0.00
Mano de Obra						
Código	Descripción		Número	S.R.H.	Rendim.	Total
407002	Op.Gr.1 - Excavadora		1.00	3.57	0.10	0.36
409003	Ayudante de maquinaria		1.00	3.22	0.10	0.32
Subtotal de Mano de Obra:						0.68
Directo Total:						3.33
COSTOS INDIRECTOS						
						18.00 %
						0.60
Precio Unitario Total						3.93

Análisis de Precios Unitarios

Item: 8
 Código: 503014

nov-15

Descrip.: Excavación mec. suelo conglomerado, 0<H<2 m
 Unidad: m3

COSTOS DIRECTOS						
Equipo y herramienta						
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Rendim.	Total
101001	Herramienta manual y menor de construcción	%MO	5.00%MO			0.03
103011	Retrocargadora de llantas	Hora	1.00	25.00	0.1100	2.75
Subtotal de Equipo:						2.78
Materiales						
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio		Total
Subtotal de Materiales:						0.00
Transporte						
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa/U	Distancia	Total
Subtotal de Transporte:						0.00
Mano de Obra						
Código	Descripción		Número	S.R.H.	Rendim.	Total
407002	Op.Gr.1 - Excavadora		1.00	3.57	0.1100	0.39
409003	Ayudante de maquinaria		1.00	3.22	0.1100	0.35
Subtotal de Mano de Obra:						0.75
Directo Total:						3.53
COSTOS INDIRECTOS						
						18.00 %
						0.63
Precio Unitario Total						4.16

Análisis de Precios Unitarios

Item: 9
 Código: 514001

nov-15

Descrip.: Tapado de zanjas con maquina
 Unidad: m3

COSTOS DIRECTOS						
Equipo y herramienta						
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Rendim.	Total
102034	Cargadora	Hora	1.00	25.00	0.0400	1.00
Subtotal de Equipo:						1.00
Materiales						
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio		Total
Subtotal de Materiales:						0.00
Transporte						
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa/U	Distancia	Total
Subtotal de Transporte:						0.00
Mano de Obra						
Código	Descripción		Número	S.R.H.	Rendim.	Total
407002	Op.Gr.1 - Excavadora		1.00	3.57	0.0400	0.14
409003	Ayudante de maquinaria		1.00	3.22	0.0400	0.13
401001	Peon		2.00	3.18	0.0400	0.25
Subtotal de Mano de Obra:						0.53
Costo Directo Total:						1.53
COSTOS INDIRECTOS						
18.00 %						0.27
Precio Unitario Total						1.80

Análisis de Precios Unitarios

Item: 10
Código: 505004
Descrip.: Carga de material a mano
Unidad: m3

COSTOS DIRECTOS						
Equipo y herramienta						
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Rendim.	Total
101001	Herramienta manual y menor de construcción	%MO	5.00%MO			0.24
Subtotal de Equipo:						0.24
Materiales						
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio		Total
Subtotal de Materiales:						0.00
Transporte						
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa/U	Distancia	Total
Subtotal de Transporte:						0.00
Mano de Obra						
Código	Descripción		Número	S.R.H.	Rendim.	Total
401001	Peon		1.0000	3.18	1.6000	5.09
Subtotal de Mano de Obra:						5.09
Costo Directo Total:						5.33
COSTOS INDIRECTOS						
18.00 %						0.96
Precio Unitario Total						6.29

Análisis de Precios Unitarios

Ítem: 11
Código: 505005
Descrip.: Carga de material a maquina
Unidad: m3

COSTOS DIRECTOS						
Equipo y herramienta						
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Rendim.	Total
101001	Herramienta manual y menor de construcción	%MO	5.00%MO			0.03
101011	Cargadora	hora	1.0000	25.00	0.0360	0.90
Subtotal de Equipo:						0.93
Materiales						
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio		Total
Subtotal de Materiales:						0.00
Transporte						
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa/U	Distancia	Total
Subtotal de Transporte:						0.00
Mano de Obra						
Código	Descripción		Número	S.R.H.	Rendim.	Total
401001	Operador de Cargadora		1.0000	3.57	0.0400	0.14
405004	Ayudante de maquinaria		1.0000	3.22	0.0400	0.13
Subtotal de Mano de Obra:						0.27
Costo Directo Total:						1.20
COSTOS INDIRECTOS						
18.00 %						0.22
Precio Unitario Total						1.42

Análisis de Precios Unitarios

Ítem: 12
Código: 510064
Descrip.: Entibado
Unidad: m2

COSTOS DIRECTOS						
Equipo y herramienta						
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Rendim.	Total
101020	Herramienta manual y menor de carpintería	%MO	12.00%MO			0.31
Subtotal de Equipo:						0.31
Materiales						
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio		Total
231012	Pingos de eucalipto	ml	1.00	0.32		0.32
231001	Tira de Eucalipto 4x5 cm	uni 3.00 m	1.00	1.20		1.20
231005	Tabla de Encofrar	uni 3.00 m	1.50	2.50		3.75
Subtotal de Materiales:						5.27
Transporte						
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa/U	Distancia	Total
Subtotal de Transporte:						0.00
Mano de Obra						
Código	Descripción		Número	S.R.H.	Rendim.	Total
403001	Albañil		1.00	3.22	0.50	1.61
402012	Peón		1.00	3.18	0.50	1.59
Subtotal de Mano de Obra:						3.20
Costo Directo Total:						8.78
COSTOS INDIRECTOS						
18.00 %						1.58
Precio Unitario Total						10.36

Análisis de Precios Unitarios

Ítem: 13
Código: 522014
Descrip.: Sum.+Instal. Desagüe 110mmx3m Tipo B
Unidad: ml

COSTOS DIRECTOS						
Equipo y herramienta						
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Rendim.	Total
101001	Herramienta manual y menor de construcción	%MO	5.00%MO			0.03
Subtotal de Equipo:						0.03
Materiales						
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio		Total
222003	Tubo Desagüe 110mmx3m Tipo B	uni	1.0000	4.00		4.00
296011	Pegamento para tubería PVC	gln	0.0010	34.03		0.03
294003	Arena puesta en obra	m3	0.0300	19.00		0.57
522004	Instalación de tubería PVC 110 mm con pega (No incluye el tubo)	ml	1.00	0.77		0.77
Subtotal de Materiales:						5.37
Transporte						
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa/U	Distancia	Total
Subtotal de Transporte:						0.00
Mano de Obra						
Código	Descripción		Número	S.R.H.	Rendim.	Total
402004	Ayudante de Plomero		1.0000	3.01	0.1000	0.30
403005	Plomero		1.0000	3.05	0.1000	0.31
Subtotal de Mano de Obra:						0.61
Costo Directo Total:						6.01
COSTOS INDIRECTOS						
18.00 %						1.08
Precio Unitario Total						7.09

Análisis de Precios Unitarios

Ítem: 14
Código: 505002
Descrip.: HºSº f'c=300 kg/cm² (en concreteira)
Unidad: m3

COSTOS DIRECTOS						
Equipo y herramienta						
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Rendim.	Total
101001	Herramienta manual y menor de construcción	%MO	5.00%MO			1.64
101011	Parihuelas	Hora	1.00	0.15	0.80	0.12
102012	Concreteira de 1 saco	Hora	1.00	3.10	0.80	2.48
Subtotal de Equipo:						4.24
Materiales						
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio		Total
220133	Plastmix 190 CC	Granel, 1 KG	1.80	1.31		2.36
227078	Agua en obra (Incluye instalaciones provisionales)	litro	165.00	0.05		8.25
230001	Arena (P. Suelto=1,460 kg/m3 aprox.)	m3	0.59	20.36		12.01
230002	Grava (P. Suelto=1,551 kg/m3 aprox.)	m3	0.79	20.36		16.08
226001	Cemento Portland Tipo C	saco 50 kg	7.00	7.50		52.50
231001	Tira de Eucalipto 4x5 cm	uni 3.00 m	5.00	1.20		6.00
231005	Tabla de Encofrar	uni 3.00 m	7.00	2.50		17.50
Subtotal de Materiales:						114.70
Transporte						
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa/U	Distancia	Total
Subtotal de Transporte:						0.00
Mano de Obra						
Código	Descripción		Número	S.R.H.	Rendim.	Total
401001	Peón		3.00	3.18	0.80	7.63
402001	Ayudante de Albañil		1.00	3.22	0.80	2.58
403002	Operador de equipo liviano		1.00	3.22	0.80	2.58
405004	Maestro de Estructura Mayor - SECAP		1.00	3.57	0.08	0.29
Subtotal de Mano de Obra:						13.07

Costo Directo Total: 132.01

COSTOS INDIRECTOS	
18.00 %	23.76
Precio Unitario Total 155.78	

Análisis de Precios Unitarios

Ítem: 15
Código: 507004
Descripción: Acero de refuerzo $f_y=4,200$ kg/cm², en varillas corrugadas
Unidad: kg

COSTOS DIRECTOS						
Equipo y herramienta						
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Rendim.	Total
101001	Herramienta manual y menor construcción	%MO	5.00%MO			0.03
Subtotal de Equipo:						0.03
Materiales						
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio		Total
201043	Acero de refuerzo en varillas corrugadas (Promedio General, incluye transporte)	kg	1.8000	1.35		2.43
201056	Alambre de amarre recocido N 18	kg	0.1000	1.80		0.18
507001	Corte, figurado y colocación de hierro en varillas	kg	1.00	0.41		0.41
Subtotal de Materiales:						3.02
Transporte						
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa/U	Distancia	Total
Subtotal de Transporte:						0.00
Mano de Obra						
Código	Descripción		Número	S.R.H.	Rendim.	Total
40101	Peón		1.0000	3.18	0.0900	0.29
407002	Ferrero		1.0000	3.57	0.0900	0.32
Subtotal de Mano de Obra:						0.61
Costo Directo Total:						3.66
COSTOS INDIRECTOS						
18.00 %						0.66
Precio Unitario Total						4.32

Análisis de Precios Unitarios

Ítem: 16
Código: 510054
Descrip.: Encofrado recto general con tableros triplex
Unidad: m2

COSTOS DIRECTOS						
Equipo y herramienta						
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Rendim.	Total
101001	Herramienta manual y menor de construcción	%MO	5.00%MO			0.18
104008	V3 Vigas 3m	Hora	0.35	0.01	80.00	0.33
104013	P. Puntuales extensibles 2,1-3,65	Hora	0.41	0.01	80.00	0.40
104014	Cc Crucetas cortas 1,2m (ángulo)	Hora	0.38	0.00	80.00	0.03
104016	Cl Crucetas Largas 3m (ángulo)	Hora	0.35	0.00	80.00	0.08
Subtotal de Equipo:						1.03
Materiales						
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio		Total
215011	Clavo 2" x 11 (25 kg/caja)	kg	0.02	1.43		0.03
232019	Tablero Plywood de 18 mm, Clase Industrial	Uni 1.22x2.44 m	0.04	28.97		1.16
231002	Tira de Copal, 4x5 cm	uni 3.00 m	0.22	2.31		0.51
Subtotal de Materiales:						1.70
Transporte						
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa/U	Distancia	Total
301003	Transporte en Camión capacidad de 200 qq	Flete hasta 6 km	0.03	2.00	1.0000	0.06
Subtotal de Transporte:						0.06
Mano de Obra						
Código	Descripción		Número	S.R.H.	Rendim.	Total
401001	Peón		1.00	3.18	0.6000	1.91
402005	Ayudante de encofrador		2.00	3.22	0.6000	3.86
403006	Encofrador		1.00	3.22	0.4000	1.29
405004	Maestro de Estructura Mayor - SECAP		1.00	3.57	0.1000	0.36
Subtotal de Mano de Obra:						7.42
Costo Directo Total:						10.21
COSTOS INDIRECTOS						
18.00 %						1.84
Precio Unitario Total						12.04

Análisis de Precios Unitarios

Item: 17
Código: 502018
Descrip.: Relleno compactado con vibroapisonador, material de mejoramiento
Unidad: m3

COSTOS DIRECTOS						
Equipo y herramienta						
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Rendim.	Total
101001	Herramienta manual y menor de construcción	%MO	5.00%MO			0.23
200101	Vibroapisonador	hora	1.0000	4.25	0.1300	0.55
Subtotal de Equipo:						0.78
Materiales						
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio		Total
230004	Material de mejoramiento puesto en obra	m3	1.30	12.00		15.60
Subtotal de Materiales:						15.60
Transporte						
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa/U	Distancia	Total
Subtotal de Transporte:						0.00
Mano de Obra						
Código	Descripción		Número	S.R.H.	Rendim.	Total
400101	Operador de equipo liviano		1.0000	3.22	0.5000	1.61
Subtotal de Mano de Obra:						1.61
Costo Directo Total:						17.99
COSTOS INDIRECTOS						
18.00 %						3.24
Precio Unitario Total						21.23

Análisis de Precios Unitarios

Item: 18
Código: 500001
Descrip.: Desalojo de material hasta 5 km
Unidad: m3

COSTOS DIRECTOS						
Equipo y herramienta						
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Rendim.	Total
102061	Volqueta de 8m3	hora	1.0000	25.00	0.0600	1.50
Subtotal de Equipo:						1.50
Materiales						
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio		Total
201043	Impuesto escobrero	m3	1.0000	0.50		0.50
Subtotal de Materiales:						0.50
Transporte						
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa/U	Distancia	Total
Subtotal de Transporte:						
Mano de Obra						
Código	Descripción		Número	S.R.H.	Rendim.	Total
434001	Chofer de trailer, volqueta, tanquero		1.0000	4.67	0.0600	0.28
Subtotal de Mano de Obra:						0.28
Costo Directo Total:						2.28
COSTOS INDIRECTOS						
18.00 %						0.41
Precio Unitario Total						2.69

Análisis de Precios Unitarios

Item: 19
Código: 513005
Descrip.: Desalojo de material mas de 5km
Unidad: m3

COSTOS DIRECTOS						
Equipo y herramienta						
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Rendim.	Total
102061	Volqueta de 8m3	hora	1.0000	25.00	0.0200	0.50
Subtotal de Equipo:						0.50
Materiales						
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio		Total
Subtotal de Materiales:						0.00
Transporte						
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa/U	Distancia	Total
Subtotal de Transporte:						
Mano de Obra						
Código	Descripción		Número	S.R.H.	Rendim.	Total
434001	Chofer de trailer, volqueta, tanquero		1.0000	4.67	0.0200	0.09
Subtotal de Mano de Obra:						0.09
Costo Directo Total:						0.59
COSTOS INDIRECTOS						
					18.00 %	0.11
Precio Unitario Total						0.70

Análisis de Precios Unitarios

Item: 20
Código: 532024
Descrip.: Base de Neopreno para Vigas
Unidad: m2

COSTOS DIRECTOS						
Equipo y herramienta						
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Rendim.	Total
101001	Herramienta manual y menor de construcción	%MO	5.00%MO			0.61
Subtotal de Equipo:						0.61
Materiales						
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio		Total
227104	placa de neopreno	u	1.0000	140.00		140.00
Subtotal de Materiales:						140.00
Transporte						
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa/U	Distancia	Total
Subtotal de Transporte:						0.00
Mano de Obra						
Código	Descripción		Número	S.R.H.	Rendim.	Total
403001	Albañil		1.00	3.22	1.00	3.22
402012	Peón		1.00	3.18	1.00	3.18
Subtotal de Mano de Obra:						6.40
Costo Directo Total:						147.01
COSTOS INDIRECTOS						
18.00 %						26.46
Precio Unitario Total						173.47

Análisis de Precios Unitarios

Item: 21
Código: 500003
Descrip.: Encofrado y Desencofrado para losa, pantalla y veredas
Unidad: m2

COSTOS DIRECTOS						
Equipo y herramienta						
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Rendim.	Total
115005	Herramienta menor para instalaciones	hora	1.0000	0.30	0.4000	0.12
Subtotal de Equipo:						0.12
Materiales						
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio		Total
201001	clavos de 2" a 4"	kg	0.2000	2.10		0.42
206016	tiras de 4 x 5 cm	m	2.0000	0.70		1.40
206021	tabal plywood e=6mm 1.22 x 2.44 m	Unidad	0.8000	7.21		5.77
Subtotal de Materiales:						7.59
Transporte						
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa/U	Distancia	Total
Subtotal de Transporte:						0.00
Mano de Obra						
Código	Descripción		Número	S.R.H.	Rendim.	Total
402003	Ayudante de carpintero		1.00	3.18	0.5000	1.59
403002	Carpintero		1.00	3.22	0.5000	1.61
Subtotal de Mano de Obra:						3.20
Costo Directo Total:						10.91
COSTOS INDIRECTOS						
18.00 %						1.96
Precio Unitario Total						12.87

Análisis de Precios Unitarios

Ítem: 22
Código: 535200
Descrip.: material de reposición
Unidad: m3

COSTOS DIRECTOS						
Equipo y herramienta						
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Rendim.	Total
Subtotal de Equipo:						0.00
Materiales						
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Rendim.	Total
535010	Material de reposición		1.2800	7.60		9.73
Subtotal de Materiales:						9.73
Transporte						
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa/U	Distancia	Total
Subtotal de Transporte:						0.00
Mano de Obra						
Código	Descripción	Unidad	Número	S.R.H.	Rendim.	Total
Subtotal de Mano de Obra:						0.00
Costo Directo Total:						9.73
COSTOS INDIRECTOS						
18.00 %						1.75
Precio Unitario Total						11.48

Análisis de Precios Unitarios

Ítem: 23
Código: 500006
Descrip.: Encofrado y Desencofrado para columnas de pasamano
Unidad: u

COSTOS DIRECTOS						
Equipo y herramienta						
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Rendim.	Total
115005	Herramienta menor para instalaciones	hora	1.0000	0.30	1.2000	0.36
Subtotal de Equipo:						0.36
Materiales						
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio		Total
201001	clavos de 2" a 4"	kg	0.1000	2.10		0.21
206016	tiras de 4 x 5 cm	m	2.0000	0.70		1.40
206021	tabla plywood e=6mm 1.22 x 2.44 m	Unidad	0.5000	7.21		3.61
Subtotal de Materiales:						5.22
Transporte						
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa/U	Distancia	Total
Subtotal de Transporte:						0.00
Mano de Obra						
Código	Descripción		Número	S.R.H.	Rendim.	Total
402003	Ayudante de carpintero		1.00	3.18	1.2000	3.82
403002	Carpintero		1.00	3.22	1.2000	3.86
Subtotal de Mano de Obra:						7.68
Costo Directo Total:						13.26
COSTOS INDIRECTOS						
18.00 %						2.39
Precio Unitario Total						15.64

Análisis de Precios Unitarios

Ítem: 24
Código: 532025
Descrip.: Pasamano de hormigón
Unidad: u

COSTOS DIRECTOS						
Equipo y herramienta						
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Rendim.	Total
101001	Herramienta manual y menor de construcción	%MO	5.00%MO			0.26
Subtotal de Equipo:						0.26
Materiales						
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio		Total
223022	Tubería HG. d=2 1/2"	m	2.50	5.00		12.50
505002	HºSº f'c=210 kg/cm² (en concreteira)	m3	0.08	128.29		10.26
Subtotal de Materiales:						22.76
Transporte						
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa/U	Distancia	Total
Subtotal de Transporte:						0.00
Mano de Obra						
Código	Descripción		Número	S.R.H.	Rendim.	Total
402003	Ayudante de fierro		1.00	3.18	1.00	3.18
403001	Albañil		1.00	3.22	1.00	3.22
Subtotal de Mano de Obra:						6.40
Costo Directo Total:						29.42
COSTOS INDIRECTOS						
18.00 %						5.30
Precio Unitario Total						34.72

Análisis de Precios Unitarios

Ítem: 25
Código: 593013
Descrip.: Suministro e Instalación de cinta
Unidad: m

COSTOS DIRECTOS						
Equipo y herramienta						
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Rendim.	Total
101099	Equipo menor	hora	1.0000	0.25	0.0200	0.01
Subtotal de Equipo:						0.01
Materiales						
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio		Total
209125	cinta plastica de señalización	m	1.0000	0.16		0.16
Subtotal de Materiales:						0.16
Transporte						
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa/U	Distancia	Total
Subtotal de Transporte:						0.00
Mano de Obra						
Código	Descripción		Número	S.R.H.	Rendim.	Total
403001	Albañil		1.00	3.22	0.0200	0.06
402012	Peón		1.00	3.18	0.0200	0.06
Subtotal de Mano de Obra:						0.13
Costo Directo Total:						0.29
COSTOS INDIRECTOS						
18.00 %						0.05
Precio Unitario Total						0.35

Análisis de Precios Unitarios

Ítem: 26
Código: 593057
Descrip.: Botiquín de Primeros Auxilios
Unidad: u

COSTOS DIRECTOS						
Equipo y herramienta						
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Rendim.	Total
Subtotal de Equipo:						0.00
Materiales						
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Rendim.	Total
263154	Botiquín de Primeros Auxilios	Unidad	1.0000	80.00		80.00
Subtotal de Materiales:						80.00
Transporte						
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa/U	Distancia	Total
Subtotal de Transporte:						0.00
Mano de Obra						
Código	Descripción	Unidad	Número	S.R.H.	Rendim.	Total
Subtotal de Mano de Obra:						0.00
Costo Directo Total:						80.00
COSTOS INDIRECTOS						
18.00 %						14.40
Precio Unitario Total						94.40

Análisis de Precios Unitarios

Ítem: 27
Código: 593001
Descrip.: Suministro e instalación de letrero informativo (3.00 x 1.80 m)
Unidad: u

COSTOS DIRECTOS						
Equipo y herramienta						
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Rendim.	Total
101099	Equipo menor	hora	1.0000	0.20	4.0000	0.80
Subtotal de Equipo:						0.80
Materiales						
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio		Total
201273	Letrero de tool galvanizado 3 x 1.8	Unidad	1.0000	600.00		600.00
201274	Estructura para colocación de letrero	Unidad	1.0000	350.00		350.00
502002	Excavación a mano en suelo sin clasificar, 0-2m	m3	0.9000	10.45		9.41
506003	Hormigón Simple de 210 kg/cm2	m3	0.9000	108.59		97.73
Subtotal de Materiales:						1,057.14
Transporte						
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa/U	Distancia	Total
Subtotal de Transporte:						0.00
Mano de Obra						
Código	Descripción		Número	S.R.H.	Rendim.	Total
403001	Albañil		1.00	3.22	0.0200	0.06
402012	Peón		1.00	3.18	0.0200	0.06
Subtotal de Mano de Obra:						0.13
Costo Directo Total:						1,058.06
COSTOS INDIRECTOS						
18.00 %						190.45
Precio Unitario Total						1,248.52

Análisis de Precios Unitarios

Ítem: 28
Código: 551018
Descrip.: Paso Peatonal
Unidad: m

COSTOS DIRECTOS						
Equipo y herramienta						
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Rendim.	Total
101099	Equipo menor	hora	1.0000	0.20	4.0000	0.80
Subtotal de Equipo:						0.80
Materiales						
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio		Total
201001	Clavos de 2" a 4"	kg	0.5000	1.80		0.90
201028	Viga de Eucalipto 14 x 12 cm	m	2.0000	1.80		3.60
206012	Pingos	m	6.4000	0.60		3.84
209006	Malla hexagonal 5/8"	m2	1.0000	2.00		2.00
206017	Tablones	Unidad	1.5000	5.29		7.94
Subtotal de Materiales:						18.28
Transporte						
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa/U	Distancia	Total
Subtotal de Transporte:						0.00
Mano de Obra						
Código	Descripción		Número	S.R.H.	Rendim.	Total
402003	Ayudante de carpintero		1.00	3.18	2.0000	6.36
403002	Carpintero		1.00	3.22	2.0000	6.44
Subtotal de Mano de Obra:						12.80
Costo Directo Total:						31.88
COSTOS INDIRECTOS						
18.00 %						5.74
Precio Unitario Total						37.61

Análisis de Precios Unitarios

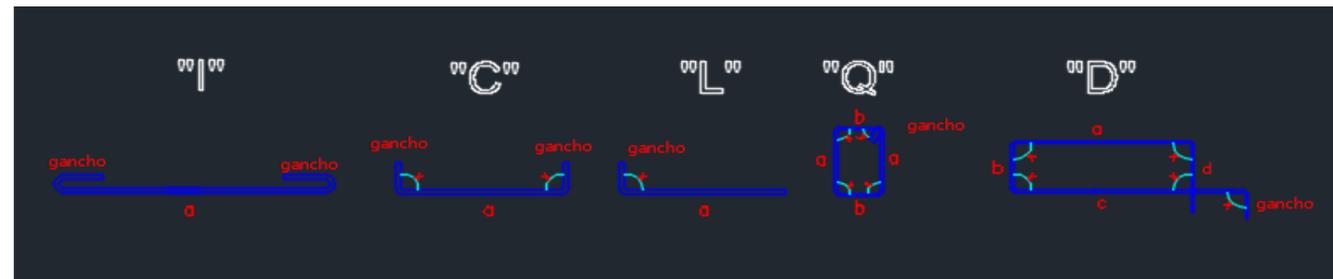
Ítem: 29
Código: 593056
Descrip.: Suministro e instalación de valla metálica informativa
Unidad: u

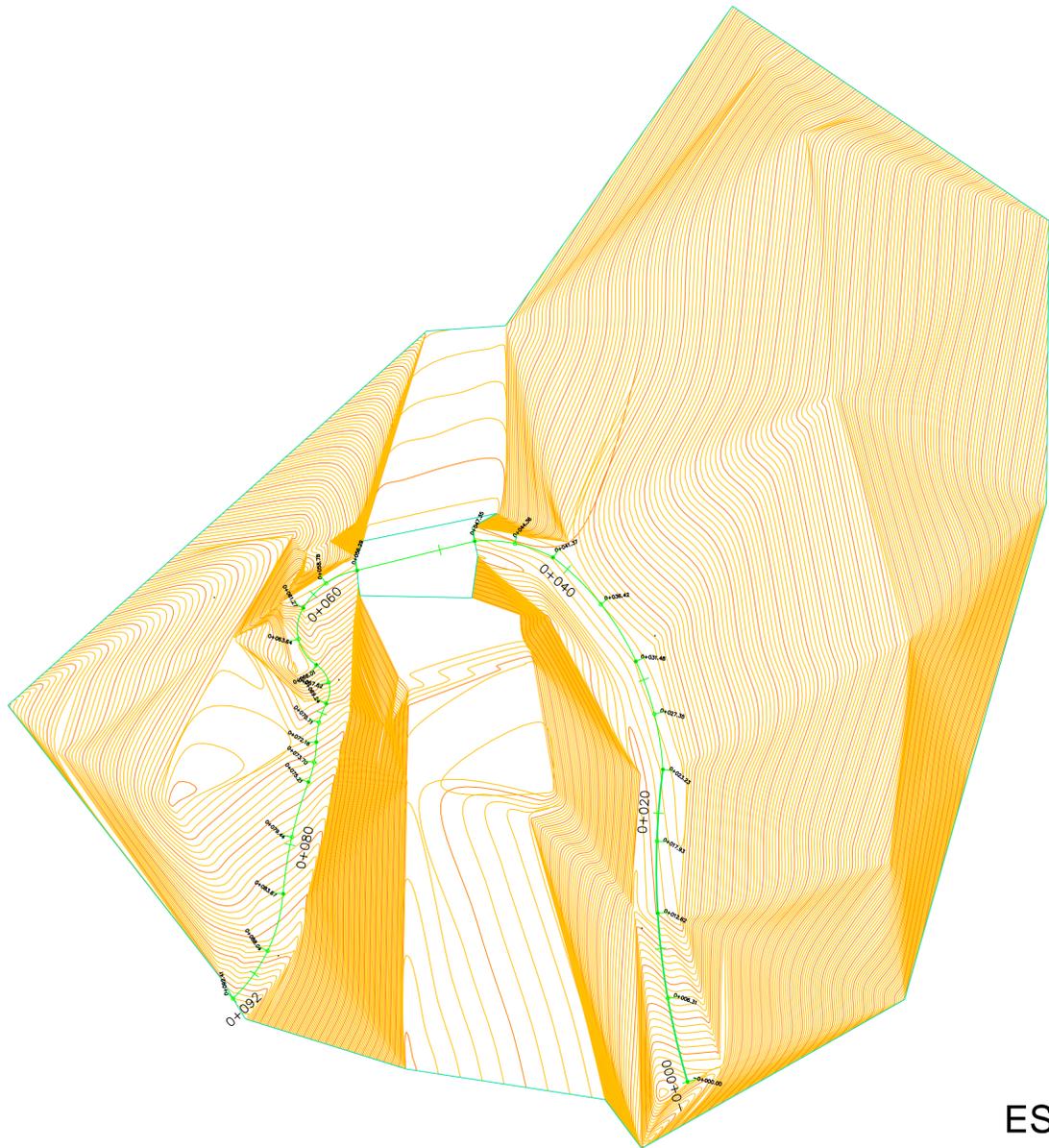
COSTOS DIRECTOS						
Equipo y herramienta						
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Rendim.	Total
101099	Equipo menor	hora	1.0000	0.20	1.0000	0.20
Subtotal de Equipo:						0.20
Materiales						
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio		Total
201775	valla metálica informativa	Unidad	1.0000	180.00		180.00
Subtotal de Materiales:						180.00
Transporte						
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa/U	Distancia	Total
Subtotal de Transporte:						0.00
Mano de Obra						
Código	Descripción		Número	S.R.H.	Rendim.	Total
403001	Albañil		1.00	3.22	0.1667	0.54
402012	Peón		1.00	3.18	0.1667	0.53
Subtotal de Mano de Obra:						1.07
Costo Directo Total:						181.27
COSTOS INDIRECTOS						
18.00 %						32.63
Precio Unitario Total						213.89

ANEXO H
PLANOS CONSTRUCTIVOS

PLANILLA DE HIERROS													
MARCA	DIAMETRO (mm)	CANTIDAD	TIPO	a (m)	b (m)	c (m)	d (m)	e (m)	g (m)	Long. Desarrollo (m)	varilla comercial	peso	Observaciones
ESTRUCTURA													
101	12	20.22	I	11.9					0.1	242.64	12	215.46432	LOSA DE RODADURA LONGITUDINAL 1
102	12	20	I	3.9					0.1	80	12	0.888	LOSA DE RODADURA LONGITUDINAL 2
103	12	68	C	3.7					0.15	261.8	12	232.4784	LOSA DE RODADURA REFUERZO SUPERIOR
104	12	37	I	4.05					0.1	153.55	12	136.3524	LOSA DE RODADURA TRANSVESAL INFERIOR
105	12	250	C	0.9					0.15	262.5	12	233.1	LOSA DE RODADURA TRANSVESAL SUPERIOR
106	10	193	O	0.22	0.92	0.22	0.92		0.15	468.99	10	289.36683	VIGA PRINCIPAL ESTRIBO 1
107	10	103	O	0.22	0.92	0.22	0.92		0.15	250.29	10	154.42893	VIGA PRINCIPAL ESTRIBO 2
108	18	42	I	15					0.1	634.2	18	1267.1316	VIGA PRINCIPAL LONGITUDINAL
109	18	12	C	6					0.15	73.8	18	147.4524	VIGA PRINCIPAL REFUERZO INFERIOR
110	18	66	C	3.2					0.15	221.1	18	441.7578	VIGA PRINCIPAL REFUERZO SUPERIOR
111	18	12	L	12					0.15	145.8	18	291.3084	VIGA INCLINADA LONGITUDINAL INFERIOR
112	18	12	L	12					0.15	145.8	18	291.3084	VIGA INCLINADA LONGITUDINAL SUPERIOR
113	10	90	O	0.22	0.37	0.22	0.37		0.15	119.7	10	73.8549	VIGA INCLINADA ESTRIBO
114	12	56	L	1.4					0.15	86.8	12	77.0784	BARANDAS LONGITUDINAL
115	10	112	O	0.17	0.17	0.17	0.17		0.15	92.96	10	57.35632	BARANDAS ESTRIBO
116	12	10	C	15					0.1	151	12	134.088	VIGA (VEREDA) LONGITUDINAL
117	12	300	O	0.17	0.17	0.17	0.17		0.15	249	12	221.112	VIGA (VEREDA) ESTRIBO
118	12	450	C	0.22					0.15	166.5	12	147.852	SEPARADOR INFERIOR (VIGA)
subtotal											4412.3791		
ESTRIBOS													
119	20	16	C	4.05					0.1	66.4	20	163.7424	CABEZAL LONGITUDINAL
120	20	24	C	4.05					0.1	99.6	20	245.6136	PANTALLA LONGITUDINAL
121	16	72	C	4.05					0.1	298.8	16	471.5064	ZAPATA LONGITUDINAL
122	12	40	L	4.31					0.15	178.4	12	158.4192	ESTRIBOS REFUERZO TRANSVERSAL 1
123	12	82	L	2.75					0.15	237.8	12	211.1664	ESTRIBOS REFUERZO TRANSVERSAL 2
124	10	32	TRAPECIO	6.25					0.15	204.8	10	126.3616	PANTALLA REFUERZO TRANSVERSAL
125	12	40	L	4.45						178	12	158.064	ESTRIBOS REFUERZO TRANSVERSAL 3
126	20	32	O	0.36	3.56	0.36	3.56		0.15	255.68	20	630.50688	ZAPATA ESTRIBO
subtotal											2165.3805		
TOTAL											6577.75958		

diametro (mm)	peso unitario kg
8	0.395
10	0.617
12	0.888
14	1.208
16	1.578
18	1.998
20	2.466

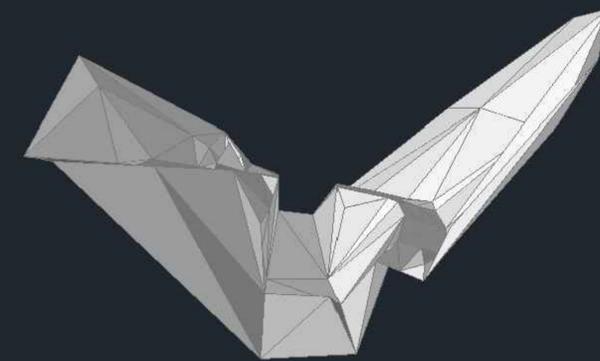




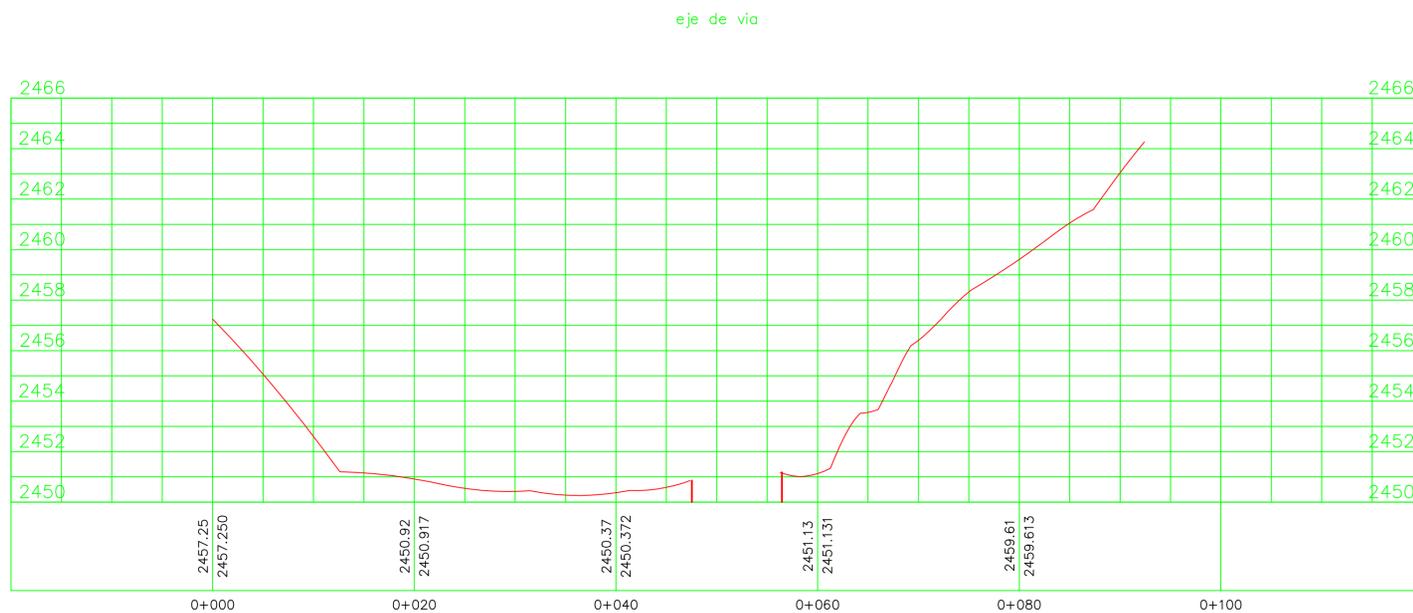
ESCALA : 1:250



UBICACION



VISTA 3D



ESCALA : 1:350

ESCALA : Las Indicadas

UNIVERSIDAD CATOLICA
DE CUENCA

Dib.: Jorge G. Encalada Pinos

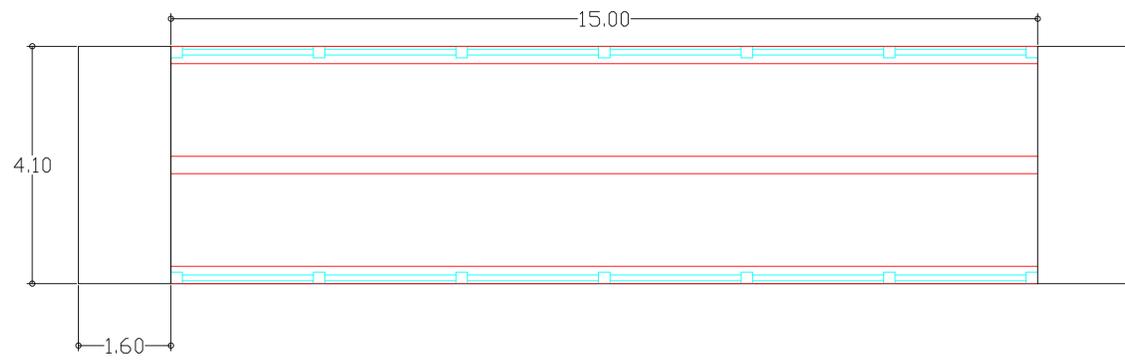
Dis.: Jorge G. Encalada Pinos

Rev.: Ing. Juan Sola.

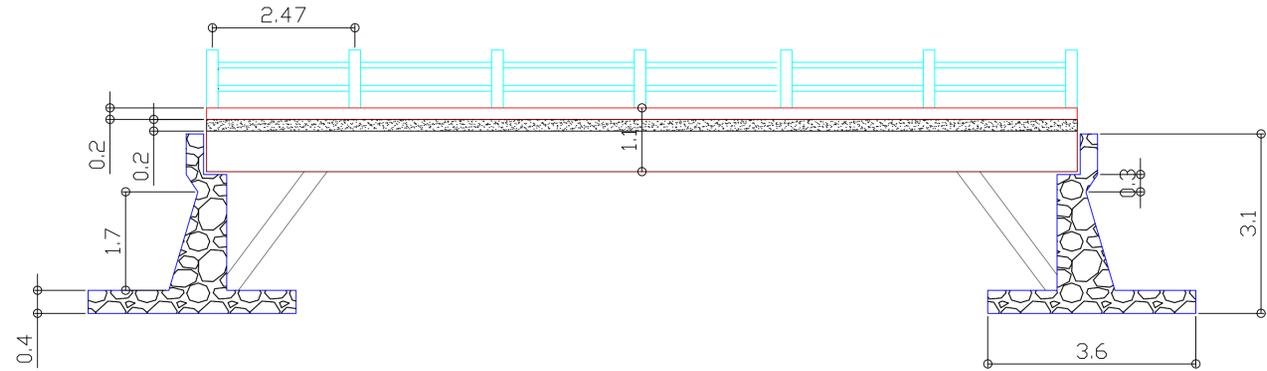
Levantamiento Topográfico
PUENTE SOBRE EL RIO
RIRCAY

Fecha:
NOVIEMBRE / 2015

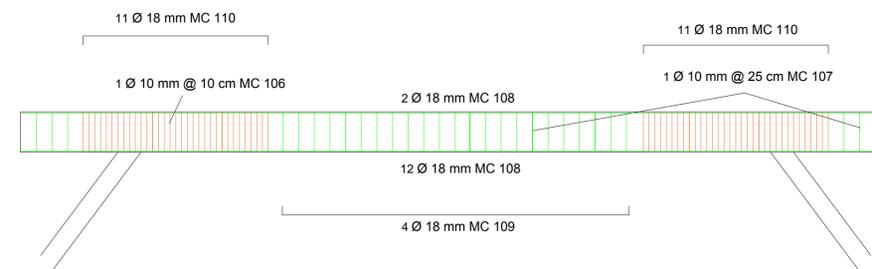
Lamina: 1 / 1



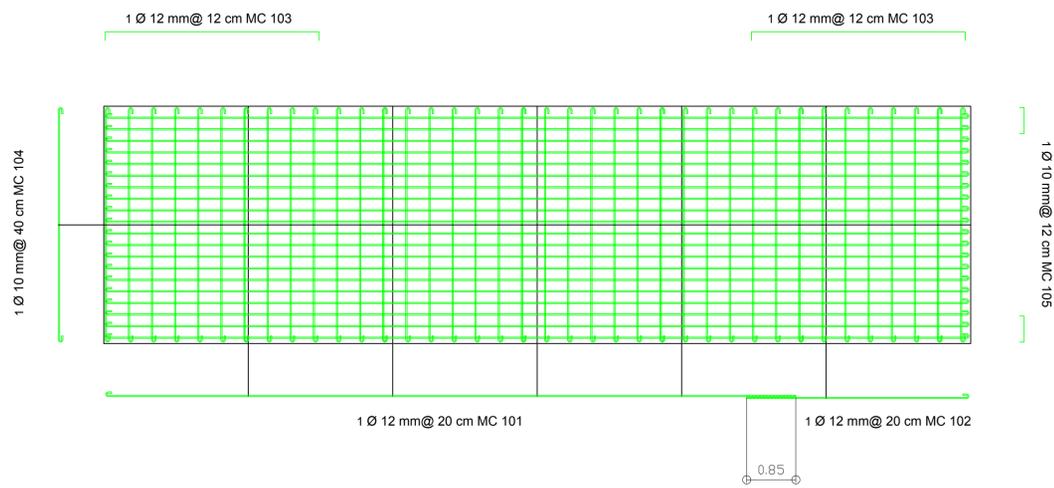
VISTA EN PLANTA L= 15 m.
ESCALA: 1:50



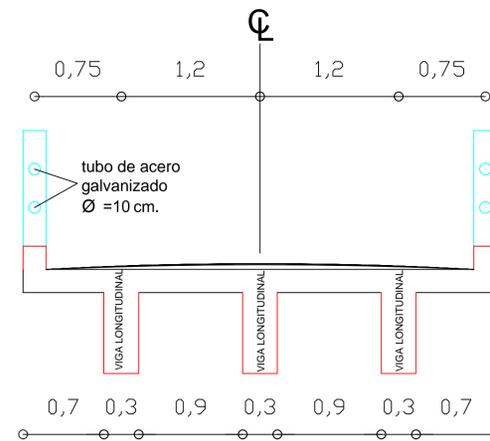
VISTA ELEVACIÓN L= 15 m.
ESCALA: 1:50



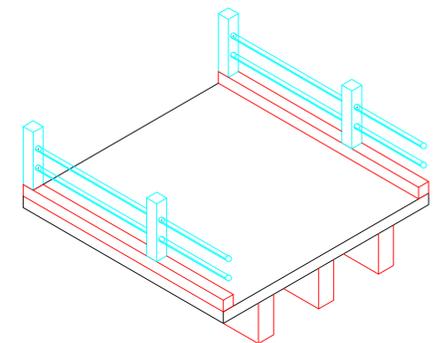
DETALLE DE ARMADO VIGA.
ESCALA: 1:50



SECCION LONGITUDINAL ARMADURA PRIMARIA
ESCALA: 1:50

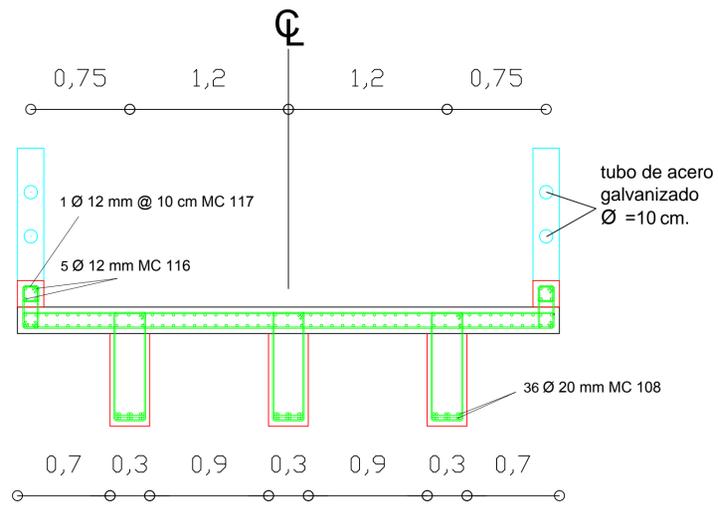


DETALLE DE UBICACIÓN DE LOS EJES
ESCALA: 1:25

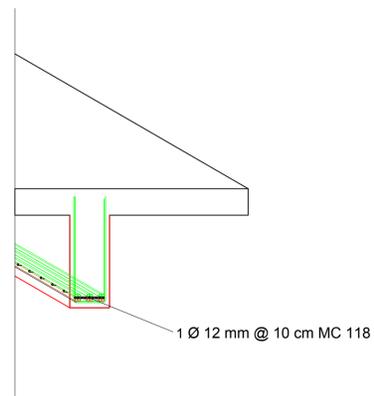


VISTA ISOMÉTRICA DEL PUENTE
ESCALA: 1:50

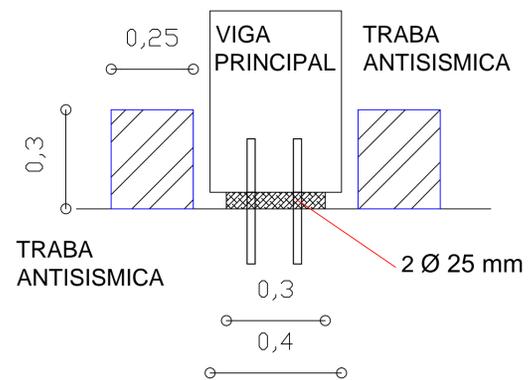
UCACUE	
ESCALA: LAS INDICADAS	DISEÑO EN HORMIGÓN ARMADO DEL PUENTE SOBRE EL RÍO RIRCAY, PERTENECIENTE AL CANTÓN GIRÓN
	DIBUJADO: JORGE G. ENCALADA PINOS
	DISEÑADO: JORGE G. ENCALADA PINOS
	REVISADO: ING. JUAN SCLA QUINTANA
CONTIENE: VISTA EN PLANTA VISTA ELEVACIÓN SECCION LONGITUDINAL ARMADURA PRIMARIA VISTA ISOMÉTRICA DEL PUENTE DETALLE DE UBICACIÓN	NOVIEMBRE 2015 LAMINA : 1 DE 3



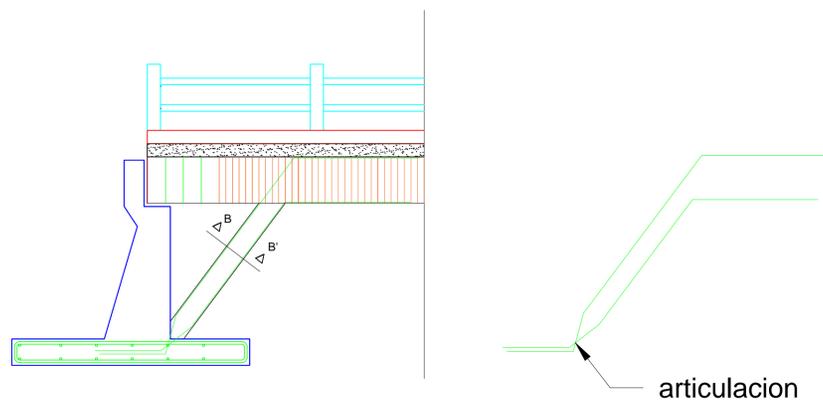
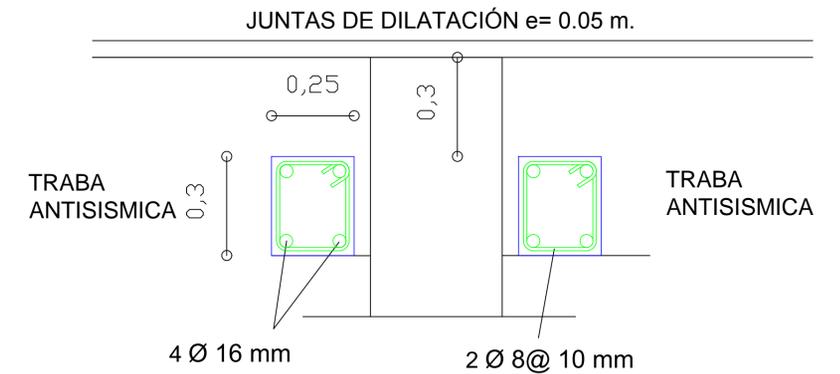
DETALLE ARMADO SECCIÓN TRANSVERSAL CORTE
ESCALA: 1:25



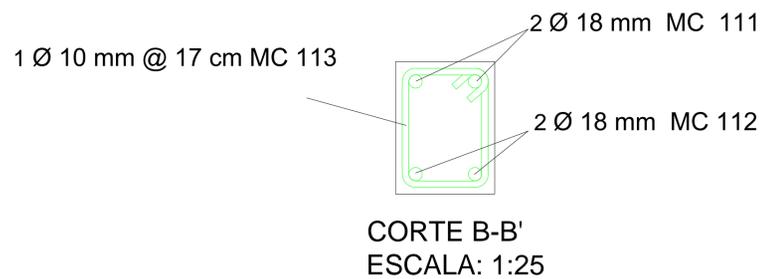
DETALLE ARMADO VIGA
PRINCIPAL CORTE
ESCALA: 1:25



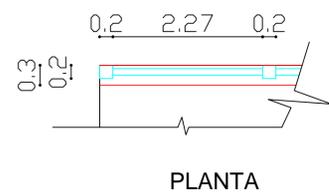
APOYOS VIGA PRINCIPAL
ESCALA: 1:10



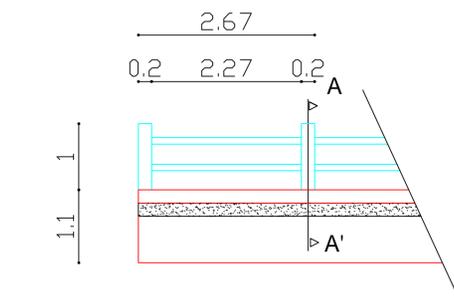
DETALLE ARMADO COLUMNA INCLINADA
ESCALA: 1:50



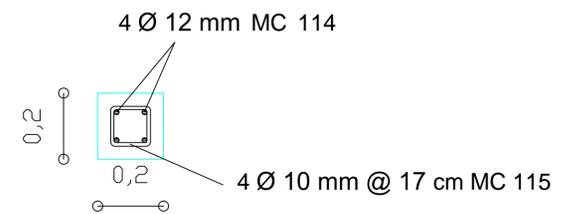
CORTE B-B'
ESCALA: 1:25



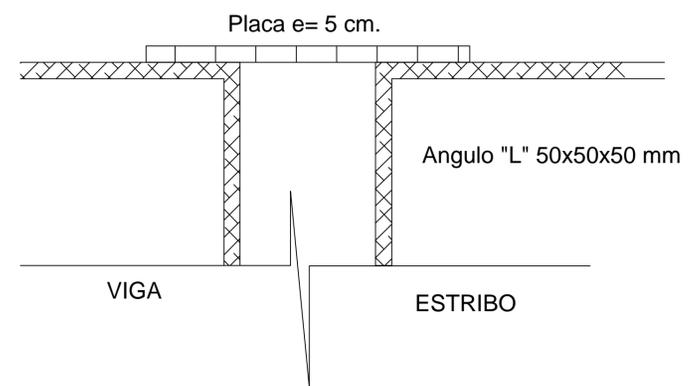
PLANTA



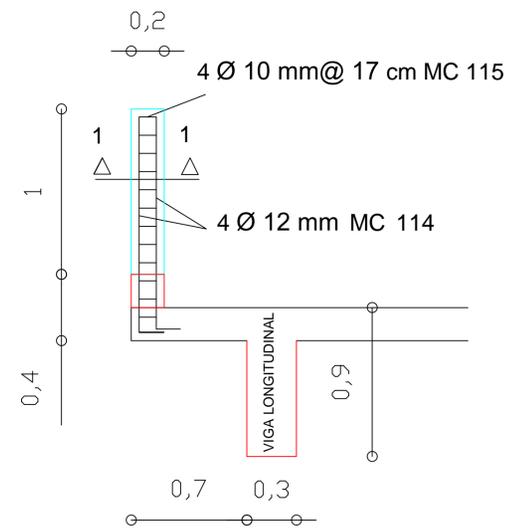
DETALLE BARANDA TIPO ESCALA: 1:50



CORTE 1-1'
ESCALA: 1:10

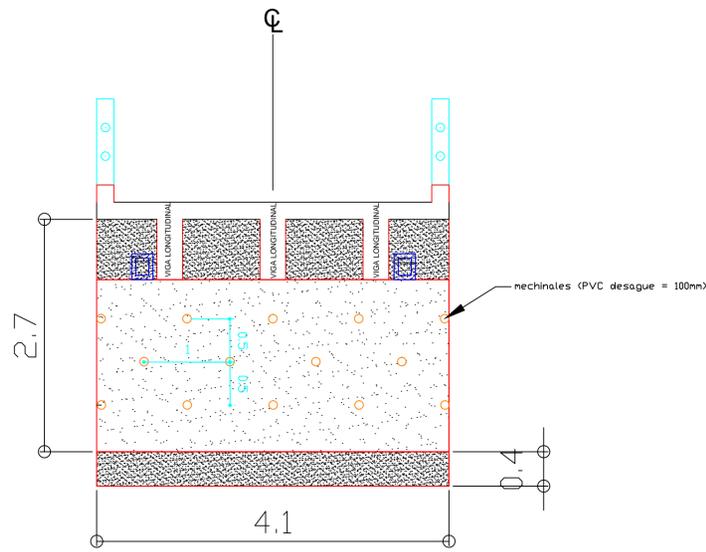


TAPA JUNTA SIN ESCALA

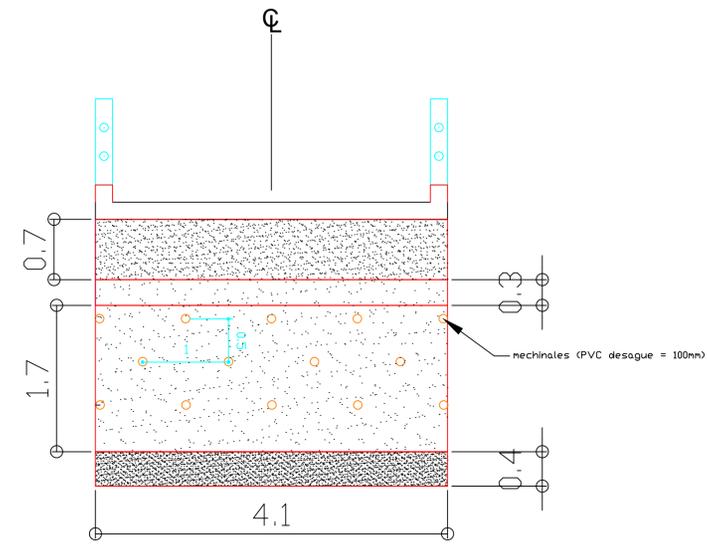


CORTE A-A'
ESCALA: 1:10

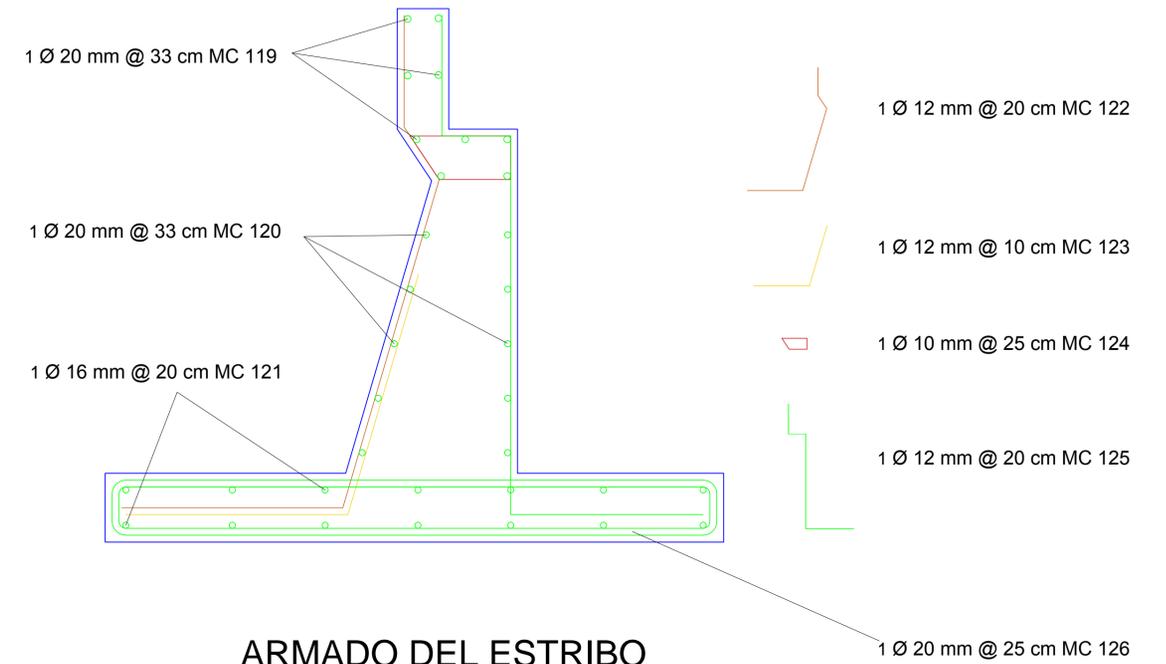
UCACUE	
ESCALA: LAS INDICADAS	DISEÑO EN HORMIGÓN ARMADO DEL PUENTE SOBRE EL RÍO RIRCAY, PERTENECIENTE AL CANTÓN GIRÓN
	DIBUJADO: JORGE G. ENCALADA PINOS
	DISEÑADO: JORGE G. ENCALADA PINOS
	REVISADO: ING. JUAN SOLA QUINTANA
CONTIENE:	NOVIEMBRE 2015
DETALLE ARMADO SECCIÓN TRANSVERSAL APOYOS VIGA PRINCIPAL DETALLE BARANDA TIPO CORTES BARANDA TIPO TAPA JUNTA	LAMINA : 2 DE 3



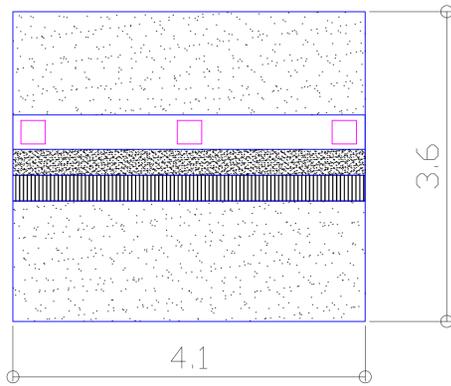
VISTA FRONTAL DEL ESTRIBO
ESCALA: 1:50



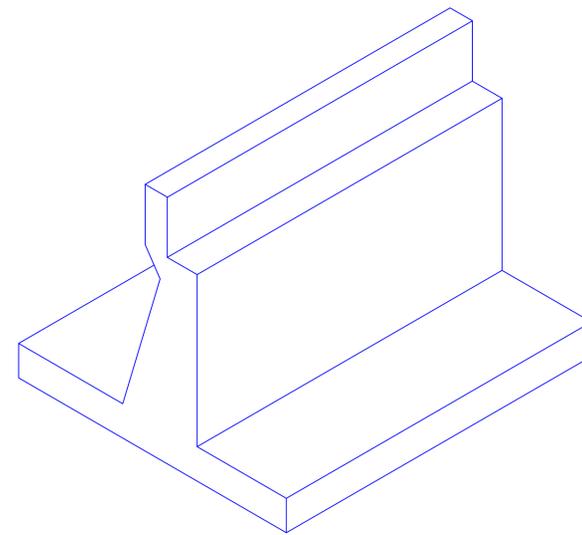
VISTA POSTERIOR DEL ESTRIBO
ESCALA: 1:50



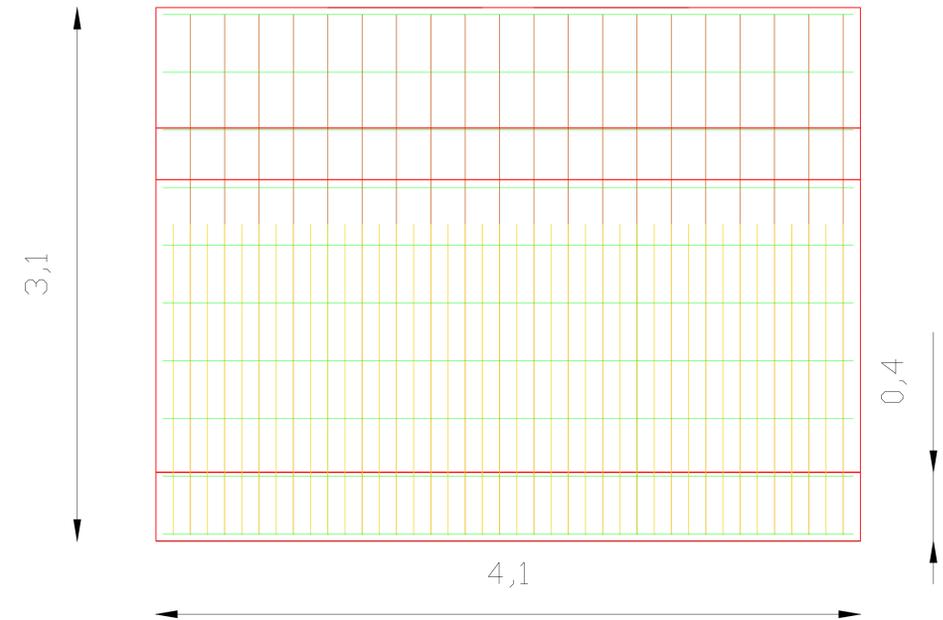
ARMADO DEL ESTRIBO
ESCALA: 1:25



VISTA EN PLANTA DEL ESTRIBO
ESCALA: 1:50



VISTA ISOMÉTRICA DEL ESTRIBO
ESCALA: 1:50



VISTA LATERAL DEL ESTRIBO
ESCALA: 1:25

UCACUE	
ESCALA: LAS INDICADAS	DISEÑO EN HORMIGÓN ARMADO DEL PUENTE SOBRE EL RÍO RIRCAY, PERTENECIENTE AL CANTÓN GIRON
	DIBUJADO: JORGE G. ENCALADA PINOS
	DISEÑADO: JORGE G. ENCALADA PINOS
	REVISADO: ING. JUAN SOLA QUINTANA
CONTIENE: VISTA FRONTAL DEL ESTRIBO VISTA POSTERIOR DEL ESTRIBO VISTA EN PLANTA DEL ESTRIBO VISTA ISOMÉTRICA DEL ESTRIBO	NOVIEMBRE 2015 LAMINA : 3 DE 3