



**UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE LOS ANDES**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**



# **UNIVERSIDAD PRIVADA TECNOLÓGICA DE LOS ANDES**

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**



## **TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE INGENIERO CIVIL**

**NOMBRE DEL PROYECTO:** "ANÁLISIS Y DISEÑO DEL PUENTE DE INTERCONEXIÓN ENTRE LA URBANIZACIÓN PATIBAMABA BAJA Y MANUEL ESCORZA DE LA CIUDAD DE ABANCAY".

**PRESENTADO POR:**

DANNY DANIEL SAAVEDRA ORE.

DANILO SAAVEDRA ORÉ.

**ASESOR:**

ING. HUGO VIRGILIO ACOSTA VALER.

ABANCAY, ENERO DEL 2017



## DEDICATORIA

A Dios, el que me ha dado fortalezas para continuar cuando he estado a punto de caer; por ello, con toda la humildad de mi corazón que puedo dar, dedico primero mi trabajo de Tesis a Dios.

A mis padres Daniel Saavedra Damian y Silvia Ore Bastidas, que gracias a la formación que me supieron transmitir voy cumpliendo con mis metas y propósitos.

A mis familiares, que siempre han estado apoyando en todo momento y circunstancias de la vida, muchas veces poniéndose el papel de padre.

Danny Daniel

### PRESENTADO POR:

- Danny Daniel Saavedra Oré.
- Danilo Saavedra Oré.



## DEDICATORIA

A Dios, el que me ha dado fortalezas para continuar cuando he estado a punto de caer; por ello, con toda la humildad de mi corazón que puedo dar, dedico primero mi trabajo de Tesis a Dios.

A mis padres Daniel Saavedra Damian y Silvia Ore Bastidas, que gracias a la formación que me supieron transmitir voy cumpliendo con mis metas y propósitos.

A mis familiares, que siempre han estado apoyando en todo momento y circunstancias de la vida, muchas veces poniéndose el papel de padre.

Danilo

### PRESENTADO POR:

- Danny Daniel Saavedra Oré.
- Danilo Saavedra Oré.



## RESUMEN

El trabajo de investigación denominado: **“ANÁLISIS Y DISEÑO DEL PUENTE DE INTERCONEXIÓN ENTRE LA URBANIZACIÓN PATIBAMABA BAJA Y MANUEL ESCORZA DE LA CIUDAD DE ABANCAY”**. Donde se aplicó todas las recomendaciones indicadas en el Manual de Diseño de Puentes del Ministerio de Transporte y Comunicaciones y Reglamento Nacional de Edificaciones.

Se realizaron los estudios complementarios, los cuales fueron: Estudio Topográfico, Estudio Hidrológico e Hidráulico, Estudio Geológico y Geotécnico, Estudio de Riesgo Sísmico, Estudio de Tráfico y Cargas, Estudio de Trazo y Diseño Vial Urbano, Estudio de Señalización Vial, Estudio de Ante Proyecto y Presupuesto de Obra. Para ello se hizo el trabajo a campo y trabajo de gabinete. El trabajo de campo consistió en la recolección de datos para la elaboración de los estudios complementarios. El trabajo de gabinete consistió en la elaboración de todos los cálculos, procesamiento de datos, interpretación de resultados,

El presente proyecto de Tesis surge de la necesidad poblacional, en contar con un adecuado y rápido acceso que permita la interconexión entre los sectores de la Urbanización de Patibamba Baja y Manuel Escorza.

La ciudad de Abancay en los últimos años viene experimentando un crecimiento demográfico principalmente en la parte sur de la Ciudad, el cual provoca el movimiento comercial y económico de la población, esta situación influye de forma directa al crecimiento del parque automotor, como ya se viene dando.

Actualmente se ha improvisado una trocha carrozable en la Quebrada el Olivo, con el fin conectar ambos sectores. Este acceso es de alto riesgo principalmente en las épocas de lluvia, donde se ha demostrado que el alto grado de erosión a los taludes de la quebrada.

### PRESENTADO POR:

- Danny Daniel Saavedra Oré.
- Danilo Saavedra Oré.



## ÍNDICE

1. ANTECEDENTES.....	24
2. INFORMACIÓN GENERAL.....	25
2.1. GENERALIDADES. ....	25
2.2. UBICACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO.....	25
2.2.1. UBICACIÓN POLÍTICA DEL PROYECTO. ....	25
2.2.2. UBICACIÓN GEOGRÁFICA DEL PUENTE. ....	26
2.3. ACCESIBILIDAD Y VÍAS DE COMUNICACIÓN. ....	27
3. ESTUDIOS BÁSICOS.....	28
3.1. ESTUDIO TOPOGRÁFICO.....	28
3.1.1. INFORMACIÓN BÁSICA. ....	28
3.1.2. UBICACIÓN DEL PUENTE.....	29
3.1.3. EQUIPOS UTILIZADOS. ....	29
3.1.4. SISTEMA DE COORDENADAS.....	29
3.2. ESTUDIO HIDROLÓGICO E HIDRÁULICO. ....	31
3.2.1. CARACTERÍSTICAS GEOMORFOLÓGICAS. ....	31
3.2.2. CURVA DE INTENSIDAD, DURACIÓN Y FRECUENCIA. ....	32
3.2.3. TIEMPO DE CONCENTRACIÓN.....	33
3.2.4. CAUDAL MÁXIMO.....	34
3.2.5. NIVEL DE AGUAS MÁXIMAS EXTRAORDINARIAS. ....	35
3.2.6. SOCAVACIÓN.....	36
3.3. ESTUDIO GEOLÓGICO Y GEOTÉCNICO. ....	36
3.3.1. GEOMORFOLOGÍA LOCAL. ....	36
3.3.2. GEOLOGÍA REGIONAL. ....	38
3.3.3. EDAD Y CORRELACIÓN ESTRATIGRÁFICA. ....	38
3.3.4. GEODINÁMICA EXTERNA.....	40
3.3.5. RESULTADOS DE LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS.....	41

**PRESENTADO POR:**

- Danny Daniel Saavedra Oré.
- Danilo Saavedra Oré.



3.4.	ESTUDIO DE RIESGO SÍSMICO. ....	47
3.4.1.	IDENTIFICACIÓN DE ESTRATOS Y CLASIFICACIÓN DE SUELOS. ....	47
3.4.2.	PROYECCIÓN DE EVENTOS SÍSMICOS EN EL DEPARTAMENTO DE APURÍMAC. ....	49
3.4.3.	PROYECCIÓN DE EVENTOS SÍSMICOS MAYOR A UN RADIO DE 500 KM DESDE LA UBICACIÓN DEL PUENTE. ....	50
3.4.4.	COEFICIENTE DE RESPUESTA SÍSMICA ELÁSTICA. ....	52
3.5.	ESTUDIO DE TRÁFICO. ....	56
3.5.1.	UBICACIÓN DE LAS ESTACIONES DE CONTROL POR TRAMOS. ....	56
3.5.2.	ÍNDICE MEDIO DIARIO SEGÚN CLASE VEHICULAR. ....	56
3.5.3.	DÍA PICO. ....	58
3.5.4.	HORA PICO. ....	60
3.5.5.	COMPOSICIÓN VEHICULAR. ....	61
3.6.	ESTUDIO DE TRAZO Y DISEÑO VIAL DE LOS ACCESOS. ....	65
3.6.1.	NÚMERO DE CARRILES / ANCHO DE LAS CALZADAS. ....	65
3.6.2.	ANCHO DE CARRILES. ....	65
3.6.3.	BOMBEO. ....	65
3.6.4.	PERALTE. ....	65
3.6.5.	PERALTE DE LAS BERMAS. ....	66
3.6.6.	SEPARADORES O BERMAS CENTRALES. ....	66
3.6.7.	BERMAS LATERALES. ....	66
3.6.8.	SARDINELES. ....	66
3.6.9.	DISTANCIAS LATERALES Y VERTICALES LIBRES EN LAS VÍAS. ....	66
3.6.10.	SECCIONES TRANSVERSALES TÍPICAS. ....	67
4.	INGENIERÍA DEL PROYECTO. ....	68
4.1.	OBJETIVO. ....	68
4.2.	CARACTERÍSTICA DEL PUENTE. ....	68

**PRESENTADO POR:**

- Danny Daniel Saavedra Oré.
- Danilo Saavedra Oré.



4.3.	FILOSOFÍA DE DISEÑO.....	68
4.4.	MATERIALES.....	69
4.4.1.	ACERO DE REFUERZO.....	69
4.4.2.	TORÓN.....	69
4.4.3.	CONCRETO.....	69
4.5.	CARGAS Y FACTORES DE CARGA.....	69
4.5.1.	PESO PROPIO Y CARGA MUERTE.....	69
4.5.2.	CARGAS VIVAS DEL VEHÍCULO.....	70
4.5.3.	FUERZAS DE FRENADO Y DE ACELERACIÓN.....	71
4.5.4.	CARGA SOBRE VEREDAS, BARANDAS Y SARDINELES.....	71
4.5.5.	CARGA EN PUENTES PEATONALES.....	72
4.5.6.	CARGA POR EFECTOS DE SISMOS.....	72
4.5.7.	CARGAS DE VIENTO.....	72
4.6.	FACTORES DE CARGAS Y COMBINACIONES.....	72
4.6.1.	CARGAS Y NOTACIONES.....	72
4.6.2.	FACTORES DE CARGA Y COMBINACIÓN.....	73
4.7.	DISEÑO DE LOSA.....	75
4.7.1.	PREDIMENSIONAMIENTO.....	75
4.7.2.	METRADOS DE CARGAS.....	76
4.7.3.	ANÁLISIS ESTRUCTURAL PARA EL DISEÑO DE LOSA.....	78
4.7.4.	FACTOR Y COMBINACIÓN DE CARGA.....	110
4.7.5.	PERALTE DE LOSA.....	114
4.7.6.	REFUERZO DE ACERO.....	115
4.7.7.	DISEÑO POR CORTE.....	119
4.8.	DISEÑO DE TRABE.....	120
4.8.1.	PREDIMENSIONAMIENTO.....	120
4.8.2.	METRADOS DE CARGAS.....	121

**PRESENTADO POR:**

- Danny Daniel Saavedra Oré.
- Danilo Saavedra Oré.



4.8.3.	ANÁLISIS ESTRUCTURAL PARA EL DISEÑO DE LA VIGA TRABE.	124
4.8.4.	FACTORES Y COMBINACIONES DE CARGAS.....	197
4.8.5.	DISEÑO DE TORONES.....	222
4.8.6.	DISEÑO POR CORTE.....	224
4.9.	DISEÑO DEL PILAR.....	225
4.9.1.	PREDIMENSIONAMIENTO.....	225
4.9.2.	DISEÑO DE CABEZAL.....	226
4.9.3.	DISEÑO POR FLEXO-COMPRESIÓN.....	229
4.9.4.	DISEÑO POR CORTE.....	239
4.9.5.	DISEÑO DEL CIMIENTO DEL PILAR.....	240
4.10.	DISEÑO DE ESTRIBOS.....	242
4.10.1.	RESUMEN DE RESULTADOS DEL ESTUDIO DE SUELOS.....	242
4.10.2.	COEFICIENTE DE PRESIÓN ACTIVA DE RANKINE.....	242
4.10.3.	CONSIDERACIONES SÍSMICAS.....	243
4.10.4.	DIMENSIONAMIENTO DEL ESTRIBO.....	244
4.10.5.	ANÁLISIS DE ESTABILIDAD DEL ESTRIBO SIN PUENTE.....	244
4.10.6.	ANÁLISIS DE ESTABILIDAD DEL ESTRIBO CON PUENTE.....	246
4.10.7.	DISEÑO POR FLEXIÓN.....	247
4.10.8.	ACERO DE TEMPERATURA.....	249
4.10.9.	VERIFICACIÓN POR CORTE.....	249
4.10.10.	DISEÑO DE CIMIENTO DEL ESTRIBO.....	250
4.11.	DISEÑO DE PILOTES.....	251
4.11.1.	PREDIMENSIONAMIENTO.....	251
4.11.2.	ANÁLISIS DE LOS PILOTES.....	252
4.11.3.	DISEÑO POR FLEXO-COMPRESIÓN.....	255
4.11.4.	DISEÑO POR CORTE.....	259

**PRESENTADO POR:**

- Danny Daniel Saavedra Oré.
- Danilo Saavedra Oré.





5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES. ....	260
6. BIBLIOGRAFÍA. ....	265

## **ANEXOS**

- ANEXO A (ESTUDIO TOPOGRÁFICO).
- ANEXO B (ESTUDIO HIDROLÓGICO E HIDRÁULICO).
- ANEXO C (ESTUDIO GEOLÓGICO Y GEOTÉCNICO).
- ANEXO D (ESTUDIO DE RIESGO SÍSMICO).
- ANEXO E (ESTUDIO DE TRÁFICO).
- ANEXO F (ESTUDIO DE TRAZO Y DISEÑO VIAL DE LOS ACCESOS).
- ANEXO G (ESTUDIO DE SEÑALIZACIÓN).
- ANEXO H (ESTUDIO DE ANTEPROYECTO).
- ANEXO I (COSTOS Y PRESUPUESTOS).
- ANEXO J (PLANOS).

### **PRESENTADO POR:**

- Danny Daniel Saavedra Oré.
- Danilo Saavedra Oré.



## LISTA DE CUADROS

CUADRO N° 1: Ubicación Política del Proyecto. ....	25
CUADRO N° 2: Coordenadas donde se ubica el Puente. ....	26
CUADRO N° 3: Accesibilidad al Proyecto. ....	28
CUADRO N° 4: Características geomorfológicas del área de estudio. ....	31
CUADRO N° 5: Cuadro de la Intensidad- Tiempo de duración - Periodo de retorno Regionalizada. ....	32
CUADRO N° 6: Calculo del Tiempo de Concentración. ....	33
CUADRO N° 7: Caudal máximo de diseño por diferentes métodos y periodos de retorno. ....	34
CUADRO N° 8: Selección del N.A.M.E. y del tirante máximo como Resultado final. ....	35
CUADRO N° 9: Socavación Total Máximo por Periodo de Retorno de Acuerdo al sistema Hec-Ras. ....	36
CUADRO N° 10: Resumen de resultados del estrato N°01, calicata 01. ....	42
CUADRO N° 11: Resumen de resultados del estrato N°02, calicata 01. ....	43
CUADRO N° 12: Resumen de resultado del estrado N°03, calicata 01. ....	44
CUADRO N° 13: Resumen de resultados del estrado N°01, Calicata 02. ....	45
CUADRO N° 14: Resumen de resultados del estrato N°02, calicata 02. ....	46
CUADRO N° 15: Proyección de Eventos sísmicos por periodo de retorno. ....	49
CUADRO N° 16: Proyección de eventos sísmicos por periodo de retorno. ....	50
CUADRO N° 17: Coeficiente de respuesta sísmica elástica, Csn con respecto al periodo de vibración del “n-ésimo” modo (s) para el proyecto. ....	52
CUADRO N° 18: Estratificación de Riesgos. ....	54
CUADRO N° 19: Ubicación de las Estaciones de control. ....	56
CUADRO N° 20: Resumen del volumen clasificado diario de la Estación Aviación. ....	57
CUADRO N° 21: Resumen del volumen clasificado diario de la Estación Circunvalación. ....	58
CUADRO N° 22: Proyección del Tráfico Vehicular Total de la Estación Aviación “E1”. ....	64
CUADRO N° 23: Bombeo de la Calzada. ....	65
CUADRO N° 24: Peso específico por material. ....	70
CUADRO N° 25: Combinación de Carga y Factores de carga. ....	74
CUADRO N° 26: Factores de Cargas para Cargas Permanentes (Yp). ....	75
CUADRO N° 27: Metrado de cargas muertas distribuidas de la losa. ....	76
CUADRO N° 28: Metrado de cargas de veredas sobre la losa. ....	76

### PRESENTADO POR:

- Danny Daniel Saavedra Oré.
- Danilo Saavedra Oré.



CUADRO N° 29: Metrado de cargas de pavimentos distribuidas sobre la losa.....	76
CUADRO N° 30: Metrados de carga distribuida de barrera Jersey sobre la losa.....	76
CUADRO N° 31: Metrado de carga distribuida de baranda sobre las losa.....	77
CUADRO N° 32: Metrado de carga distribuida de peatones sobre la losa.....	77
CUADRO N° 33: Metrado de cargas vehiculares sobre la losa.....	77
CUADRO N° 34: Metrado de cargas muertas distribuidas hacia las vigas internas.	121
CUADRO N° 35: Metrado de cargas muertas distribuidas hacia las vigas externas. .....	122
CUADRO N° 36: Metrado de cargas de veredas hacia las vigas externas. ....	122
CUADRO N° 37: Metrado de cargas de pavimentos distribuidas hacia las vigas internas. ....	122
CUADRO N° 38: Metrado de cargas de pavimentos distribuidas hacia las vigas externas. ....	123
CUADRO N° 39: Carga distribuida de barrera Jersey.....	123
CUADRO N° 40: Carga distribuida de baranda. ....	123
CUADRO N° 41: Carga distribuida de peatones.....	123
CUADRO N° 42: Cargas vehiculares.....	124
CUADRO N° 43: Reacción de servicio que transmite el tablero al pilar. ....	225
CUADRO N° 44: Peso propio del pilar.....	225
CUADRO N° 45: Momento producido por el peso propio del cabezal.....	227
CUADRO N° 46: Momento último de resistencia producido por la carga que transfiere el tablero al pilar. ....	227
CUADRO N° 47: Carga última de resistencia que soporta el pilar en la parte superior. .....	230
CUADRO N° 48: Carga última de resistencia que soporta el pilar en la parte inferior. .....	230
CUADRO N° 49: Puntos del diagrama de Interacción de la sección de la columna del pilar. ....	232
CUADRO N° 50: Puntos del diagrama de Interacción bidimensional de la sección de la columna del pilar.....	233
CUADRO N° 51: Cargas más críticas que soportara la columna del pilar.....	235
CUADRO N° 52: Capacidad de soporte contra impactos del pilar según ubicación de contacto principal con respecto a la base. ....	238
CUADRO N° 53: Resumen de resultados de ensayos de laboratorio de mecánica de suelos.....	242

**PRESENTADO POR:**

- Danny Daniel Saavedra Oré.
- Danilo Saavedra Oré.



CUADRO N° 54: Calculo de fuerza y momento estable.....	245
CUADRO N° 55: Calculo de fuerza y momento estable.....	246
CUADRO N° 56: Momentos y fuerzas cortantes por profundidad.....	252
CUADRO N° 57: Cargas que soporta el pilote.....	255
CUADRO N° 58: Puntos del diagrama de Interacción de la sección del pilote.....	256
CUADRO N° 59: Puntos del diagrama de Interacción bidimensional de la sección del pilote.....	257

## LISTA DE GRÁFICOS

GRAFICO N° 1: Ubicación Política del Proyecto.....	26
GRAFICO N° 2: Ubicación geográfica del Puente.....	27
GRAFICO N° 3: Diagrama de la curva Intensidad - Tiempo de duración - Periodo de retorno Regionalizada.....	32
GRAFICO N° 4: Caudal máximo de diseño por diferentes métodos y periodos de retorno.....	34
GRAFICO N° 5: Columna Estratigráfica Generalizada del área de Abancay.....	39
GRAFICO N° 6: Ubicación de la Calicata 01.....	41
GRAFICO N° 7: Ubicación de la Calicata 02.....	42
GRAFICO N° 8: Depósitos en el Área de interés del Proyecto.....	47
GRAFICO N° 9: Mapa de tipos de suelos.....	48
GRAFICO N° 10: Proyección de Energía de los eventos Sismos en el Departamento de Apurímac por periodo de retorno.....	49
GRAFICO N° 11: Proyección de eventos Sismos en el Departamento de Apurímac por periodo de retorno.....	50
GRAFICO N° 12: Proyección de Energía de los eventos Sismos en un radio de 500 km a la redonda de la ubicación del puente.....	51
GRAFICO N° 13: Proyección de eventos Sismos en un radio de 500 km a la redonda de la ubicación del puente.....	51
GRAFICO N° 14: Coeficiente de Respuesta Sísmica Elástica.....	53
GRAFICO N° 15: Mapa de categorización de peligros por eventos Sísmicos en el Área de Influencia del Proyecto.....	54
GRAFICO N° 16: Estación Aviación “E1”.....	59
GRAFICO N° 17: Estación Circunvalación “E2”.....	59
GRAFICO N° 18: Variación del Trafico Horario de la Estación Aviación “E1”.....	60
GRAFICO N° 19: Variación del Trafico Horario de la Estación Circunvalación “E2”.....	60

### PRESENTADO POR:

- Danny Daniel Saavedra Oré.
- Danilo Saavedra Oré.



GRAFICO N° 20: Composición Vehicular Estación Aviación “E1”	61
GRAFICO N° 21: Composición Vehicular por tipo de vehículo Estación Aviación “E1”	62
GRAFICO N° 22: Composición Vehicular Estación Circunvalación “E2”	62
GRAFICO N° 23: Composición Vehicular por tipo de vehículo Estación Circunvalación “E2”	63
GRAFICO N° 24: Sección Transversal Típica del Puente de Interconexión	67
GRAFICO N° 25: Sección Transversal Típica de los Accesos	67
GRAFICO N° 26: Características del camión de Diseño	70
GRAFICO N° 27: Distribución de cargas muertas en la losa	78
GRAFICO N° 28: Equilibrando fuerzas para determinar las reacciones de la estructura bajo cargas muertas	80
GRAFICO N° 29: Diagrama de fuerzas cortantes de cargas muertas en losas	81
GRAFICO N° 30: Diagrama de momento flector de cargas muertas en losas	82
GRAFICO N° 31: Distribución de cargas de las veredas sobre la losa	82
GRAFICO N° 32: Equilibrando fuerzas para determinar las reacciones de la estructura bajo cargas ejercidas por las veredas	84
GRAFICO N° 33: Diagrama de fuerzas cortantes de cargas de las veredas sobre la losa	85
GRAFICO N° 34: Diagrama de momento flector de cargas de las veredas sobre la losa	86
GRAFICO N° 35: Distribución de cargas del pavimento sobre la losa	86
GRAFICO N° 36: Equilibrando fuerzas para determinar las reacciones de la estructura bajo cargas ejercidas por la superficie de rodadura	88
GRAFICO N° 37: Diagrama de fuerzas cortantes de las cargas de la superficie de rodadura que soporta la losa	89
GRAFICO N° 38: Diagrama de momento flector de las cargas de la superficie de rodadura que soporta la losa	90
GRAFICO N° 39: Distribución de cargas peatonales sobre la losa	90
GRAFICO N° 40: Equilibrando fuerzas para determinar las reacciones de la estructura bajo cargas peatonales	92
GRAFICO N° 41: Diagrama de fuerzas cortantes de cargas peatonales sobre la losa	93
GRAFICO N° 42: Diagrama de momento flector de cargas peatonales sobre la losa	94

**PRESENTADO POR:**

- Danny Daniel Saavedra Oré.
- Danilo Saavedra Oré.



GRAFICO N° 43: Primera condición para cargas vehiculares sobre la losa.....	94
GRAFICO N° 44: Equilibrando fuerzas para determinar las reacciones de la estructura bajo cargas vehiculares para la primera condición.....	96
GRAFICO N° 45: Diagrama de fuerzas cortantes de las cargas vehiculares que soporta la losa para la primera condición.....	97
GRAFICO N° 46: Diagrama de momento flector de las cargas vehiculares que soporta la losa para la primera condición.....	98
GRAFICO N° 47: Segunda condición para cargas vehiculares sobre la losa.....	98
GRAFICO N° 48: Equilibrando fuerzas para determinar las reacciones de la estructura bajo cargas vehiculares para la segunda condición.....	100
GRAFICO N° 49: Diagrama de fuerzas cortantes de las cargas vehiculares que soporta la losa para la segunda condición.....	101
GRAFICO N° 50: Diagrama de momento flector de las cargas vehiculares que soporta la losa para la segunda condición.....	101
GRAFICO N° 51: Tercera condición para cargas vehiculares sobre la losa.....	102
GRAFICO N° 52: Equilibrando fuerzas para determinar las reacciones de la estructura bajo cargas vehiculares para la tercera condición.....	103
GRAFICO N° 53: Diagrama de fuerzas cortantes de las cargas vehiculares que soporta la losa para la tercera condición.....	104
GRAFICO N° 54: Diagrama de momento flector de las cargas vehiculares que soporta la losa para la tercera condición.....	105
GRAFICO N° 55: Cuarta condición para cargas vehiculares sobre la losa.....	105
GRAFICO N° 56: Equilibrando fuerzas para determinar las reacciones de la estructura bajo cargas vehiculares para la cuarta condición.....	107
GRAFICO N° 57: Diagrama de fuerzas cortantes de las cargas vehiculares que soporta la losa para la cuarta condición.....	108
GRAFICO N° 58: Diagrama de momento flector de las cargas vehiculares que soporta la losa para la cuarta condición.....	108
GRAFICO N° 59: Diagrama de envolventes de las fuerzas cortantes de las cargas vehiculares que soporta la losa.....	109
GRAFICO N° 60: Diagrama de envolventes de momento flector de las cargas vehiculares que soporta la losa.....	109
GRAFICO N° 61: Diagrama de combinación de resistencia de las fuerzas cortantes que soporta la losa.....	110

**PRESENTADO POR:**

- Danny Daniel Saavedra Oré.
- Danilo Saavedra Oré.



GRAFICO N° 62: Diagrama de combinación de resistencia de momentos flectores que soporta la losa. ....	111
GRAFICO N° 63: Diagrama de combinación de servicio de las fuerzas cortantes que soporta la losa. ....	112
GRAFICO N° 64: Diagrama de combinación de servicio de momentos flectores que soporta la losa. ....	113
GRAFICO N° 65: Dimensiones de la viga trabe tipo VI en mm. ....	120
GRAFICO N° 66: Dimensiones del tablero en el Sistema CSI Bridge. ....	121
GRAFICO N° 67: Distribución de cargas muertas en las vigas interiores. ....	124
GRAFICO N° 68: Equilibrando fuerzas para determinar las reacciones de la estructura bajo cargas muertas en las vigas interiores. ....	125
GRAFICO N° 69: Diagrama de fuerzas cortantes de cargas muertas de las vigas interiores. ....	127
GRAFICO N° 70: Diagrama de momento flector de cargas muertas de las vigas interiores. ....	128
GRAFICO N° 71: Distribución de cargas muertas en las vigas exteriores. ....	128
GRAFICO N° 72: Equilibrando fuerzas para determinar las reacciones de la estructura bajo cargas muertas en las vigas exteriores. ....	129
GRAFICO N° 73: Diagrama de fuerzas cortantes de cargas muertas de las vigas exteriores.....	131
GRAFICO N° 74: Diagrama de momento flector de cargas muertas de las vigas exteriores.....	132
GRAFICO N° 75: Distribución de cargas de los pavimentos en las vigas interiores. ....	132
GRAFICO N° 76: Equilibrando fuerzas para determinar las reacciones de la estructura bajo cargas del pavimento en las vigas interiores. ....	133
GRAFICO N° 77: Diagrama de fuerzas cortantes de cargas de la superficie de rodadura de las vigas interiores.....	135
GRAFICO N° 78: Diagrama de momento flector de cargas de la superficie de rodadura de las vigas interiores.....	136
GRAFICO N° 79: Distribución de cargas del pavimento en las vigas exteriores. ....	136
GRAFICO N° 80: Equilibrando fuerzas para determinar las reacciones de la estructura bajo cargas del pavimento en las vigas exteriores. ....	137
GRAFICO N° 81: Diagrama de fuerzas cortantes de cargas de la superficie de rodadura de las vigas exteriores.....	139

**PRESENTADO POR:**

- Danny Daniel Saavedra Oré.
- Danilo Saavedra Oré.



GRAFICO N° 82: Diagrama de momento flector de cargas de la superficie de rodadura de las vigas exteriores.....	140
GRAFICO N° 83: Distribución de cargas de las veredas en las vigas exteriores. ...	140
GRAFICO N° 84: Equilibrando fuerzas para determinar las reacciones de la estructura bajo cargas de las veredas en las vigas exteriores. ....	141
GRAFICO N° 85: Diagrama de fuerzas cortantes de cargas de la vereda de las vigas exteriores.....	143
GRAFICO N° 86: Diagrama de momento flector de cargas de la vereda de las vigas exteriores.....	144
GRAFICO N° 87: Distribución de cargas de la barrera Jersey en las vigas exteriores. ....	144
GRAFICO N° 88: Equilibrando fuerzas para determinar las reacciones de la estructura bajo cargas de la barrera Jersey en las vigas exteriores.....	145
GRAFICO N° 89: Diagrama de fuerzas cortantes de cargas de la barrera Jersey en las vigas exteriores.....	147
GRAFICO N° 90: Diagrama de momento flector de cargas de la barrera Jersey en las vigas exteriores. ....	148
GRAFICO N° 91: Distribución de cargas peatonales para la primera condición en las vigas exteriores. ....	148
GRAFICO N° 92: Equilibrando fuerzas para determinar las reacciones de la estructura bajo cargas peatonales en las vigas exteriores para la primera condición. ....	149
GRAFICO N° 93: Diagrama de fuerzas cortantes de cargas peatonales cargadas en dos tramos en las vigas exteriores.....	151
GRAFICO N° 94: Diagrama de momento flector de cargas peatonales cargadas en dos tramos en las vigas exteriores.....	152
GRAFICO N° 95: Distribución de cargas peatonales para la segunda condición en las vigas exteriores. ....	152
GRAFICO N° 96: Equilibrando fuerzas para determinar las reacciones de la estructura bajo cargas peatonales en las vigas exteriores para la segunda condición. ....	153
GRAFICO N° 97: Diagrama de fuerzas cortantes de cargas peatonales cargadas en el segundo tramo en las vigas exteriores.....	155
GRAFICO N° 98: Diagrama de momento flector de cargas peatonales cargadas en el segundo tramo en las vigas exteriores. ....	155

**PRESENTADO POR:**

- Danny Daniel Saavedra Oré.
- Danilo Saavedra Oré.





GRAFICO N° 99: Distribución de cargas peatonales para la tercera condición en las vigas exteriores. ....	156
GRAFICO N° 100: Equilibrando fuerzas para determinar las reacciones de la estructura bajo cargas peatonales en las vigas exteriores para la tercera condición. ....	157
GRAFICO N° 101: Diagrama de fuerzas cortantes de cargas peatonales cargadas en el primer tramo en las vigas exteriores. ....	158
GRAFICO N° 102: Diagrama de momento flector de cargas peatonales cargadas en el primer tramo en las vigas exteriores. ....	159
GRAFICO N° 103: Diagrama de las envolventes de las fuerzas cortantes de cargas peatonales cargadas. ....	159
GRAFICO N° 104: Diagrama final de las envolventes críticas de las fuerzas cortantes de cargas peatonales cargadas. ....	160
GRAFICO N° 105: Diagrama de los envolventes de los momentos flectores de cargas peatonales cargadas. ....	161
GRAFICO N° 106: Diagrama final de los envolventes críticos de los momentos flectores de cargas peatonales cargadas. ....	161
GRAFICO N° 107: Línea de influencia respecto al apoyo 1. ....	162
GRAFICO N° 108: Línea de influencia respecto al apoyo 2. ....	163
GRAFICO N° 109: Línea de influencia respecto al apoyo 3. ....	164
GRAFICO N° 110: Línea de influencia respecto a los momentos máximos en el primer tramo ( $x=15$ m). ....	164
GRAFICO N° 111: Línea de influencia respecto a los momentos máximos en el apoyo 2 ( $x=35$ m). ....	165
GRAFICO N° 112: Línea de influencia respecto a los momentos máximos en el segundo tramo ( $x=58$ m). ....	165
GRAFICO N° 113: Línea de influencia respecto a la deflexión máxima en el segundo tramo ( $x=56$ m). ....	166
GRAFICO N° 114: Distribución de cargas vehiculares en todos sus tramos en las vigas interiores. ....	166
GRAFICO N° 115: Equilibrando fuerzas para determinar las reacciones de la estructura bajo cargas vehiculares distribuida en todos sus tramos en las vigas interiores. ....	167
GRAFICO N° 116: Diagrama de fuerzas cortantes de cargas vehiculares cargadas en dos tramos. ....	169

**PRESENTADO POR:**

- Danny Daniel Saavedra Oré.
- Danilo Saavedra Oré.



GRAFICO N° 117: Diagrama de momento flector de cargas vehiculares cargadas en dos tramos.....	170
GRAFICO N° 118: Distribución de cargas vehiculares en el segundo tramo en las vigas interiores. ....	170
GRAFICO N° 119: Equilibrando fuerzas para determinar las reacciones de la estructura bajo cargas vehiculares distribuida en el segundo en las vigas interiores. ....	171
GRAFICO N° 120: Diagrama de fuerzas cortantes de cargas vehiculares cargadas en el segundo tramo.....	173
GRAFICO N° 121: Diagrama de momento flector de cargas vehiculares cargadas en el segundo tramo.....	173
GRAFICO N° 122: Distribución de cargas vehiculares en el primer tramo en las vigas interiores. ....	174
GRAFICO N° 123: Equilibrando fuerzas para determinar las reacciones de la estructura bajo cargas vehiculares distribuida en el primer tramo en las vigas interiores. ....	175
GRAFICO N° 124: Diagrama de fuerzas cortantes de cargas vehiculares cargadas en el primer tramo. ....	176
GRAFICO N° 125: Diagrama de momento flector de cargas vehiculares cargadas en el primer tramo. ....	177
GRAFICO N° 126: Carga vehicular ubicado a 15 m del eje 1 en las vigas interiores. ....	177
GRAFICO N° 127: Equilibrando fuerzas para determinar las reacciones de la estructura bajo cargas vehiculares a 15 m del eje 1 en las vigas interiores. ....	178
GRAFICO N° 128: Diagrama de fuerzas cortantes de carga vehicular establecida en el primer tramo a 15 m del eje 1. ....	179
GRAFICO N° 129: Diagrama de momento flector de carga vehicular establecida en el primer tramo a 15 m del eje 1.....	180
GRAFICO N° 130: Carga vehicular ubicado a 23 m del eje 3 en las vigas interiores. ....	180
GRAFICO N° 131: Equilibrando fuerzas para determinar las reacciones de la estructura bajo cargas vehiculares a 23 m del eje 3 en las vigas interiores. ....	181
GRAFICO N° 132: Diagrama de fuerzas cortantes de carga vehicular establecida en el primer tramo a 23 m del eje 3. ....	182

**PRESENTADO POR:**

- Danny Daniel Saavedra Oré.
- Danilo Saavedra Oré.



GRAFICO N° 133: Diagrama de momento flector de carga vehicular establecida en el primer tramo a 23 m del eje 3. ....	183
GRAFICO N° 134: Carga vehicular ubicado a 17 m del eje 3 en las vigas interiores. ....	183
GRAFICO N° 135: Equilibrando fuerzas para determinar las reacciones de la estructura bajo cargas vehiculares a 17 m del eje 3 en las vigas interiores. ....	184
GRAFICO N° 136: Diagrama de fuerzas cortantes de carga vehicular establecida en el primer tramo a 17 m del eje 3. ....	185
GRAFICO N° 137: Diagrama de momento flector de carga vehicular establecida en el primer tramo a 17 m del eje 3. ....	186
GRAFICO N° 138: Envolvente de las fuerzas cortantes por las cargas distribuidas. ....	186
GRAFICO N° 139: Envolvente de los momentos flectores por las cargas distribuidas. ....	187
GRAFICO N° 140: Envolvente de las fuerzas cortantes por las cargas puntuales. .	187
GRAFICO N° 141: Envolvente de los momentos flectores por las cargas puntuales. ....	188
GRAFICO N° 142: Envolvente de las fuerzas cortantes por las cargas puntuales y distribuidas. ....	188
GRAFICO N° 143: Envolvente de los momentos flectores por las cargas puntuales y distribuidas. ....	189
GRAFICO N° 144: Distribución de carga vehicular críticas para el cálculo de la deflexión en las vigas interiores. ....	191
GRAFICO N° 145: Deflexión de la viga interna bajo cargas vehiculares distribuidas. ....	192
GRAFICO N° 146: Carga vehicular puntual críticas para el cálculo de la deflexión en las vigas interiores. ....	193
GRAFICO N° 147: Deflexión de la viga interna bajo cargas vehiculares puntuales.	195
GRAFICO N° 148: Deflexión producida por la carga vehicular del camión de diseño. ....	195
GRAFICO N° 149: Deflexión producida por el 25% carga vehicular del camión de diseño y el total de la sobrecarga distribuida. ....	196
GRAFICO N° 150: Combinación de momentos flectores tipo RESISTENCIA I para las vigas exteriores. ....	197

**PRESENTADO POR:**

- Danny Daniel Saavedra Oré.
- Danilo Saavedra Oré.



GRAFICO N° 151: Combinación de fuerzas cortantes tipo RESISTENCIA I para las vigas exteriores. ....	198
GRAFICO N° 152: Combinación de momentos flectores tipo RESISTENCIA II para las vigas exteriores.....	198
GRAFICO N° 153: Combinación de fuerzas cortantes tipo RESISTENCIA II para las vigas exteriores. ....	199
GRAFICO N° 154: Combinación de momentos flectores tipo RESISTENCIA III para las vigas exteriores.....	199
GRAFICO N° 155: Combinación de fuerzas cortantes tipo RESISTENCIA III para las vigas exteriores. ....	200
GRAFICO N° 156: Combinación de momentos flectores tipo RESISTENCIA IV para las vigas exteriores.....	200
GRAFICO N° 157: Combinación de fuerzas cortantes tipo RESISTENCIA IV para las vigas exteriores. ....	201
GRAFICO N° 158: Combinación de momentos flectores tipo RESISTENCIA V para las vigas exteriores.....	201
GRAFICO N° 159: Combinación de fuerzas cortantes tipo RESISTENCIA V para las vigas exteriores. ....	202
GRAFICO N° 160: Combinación de momentos flectores tipo EXTREMO I para las vigas exteriores. ....	202
GRAFICO N° 161: Combinación de fuerzas cortantes tipo EXTREMO I para las vigas exteriores.....	203
GRAFICO N° 162: Combinación de momentos flectores tipo EXTREMO II para las vigas exteriores. ....	203
GRAFICO N° 163: Combinación de fuerzas cortantes tipo EXTREMO II para las vigas exteriores. ....	204
GRAFICO N° 164: Combinación de momentos flectores tipo SERVICIO I para las vigas exteriores. ....	204
GRAFICO N° 165: Combinación de fuerzas cortantes tipo SERVICIO I para las vigas exteriores.....	205
GRAFICO N° 166: Combinación de momentos flectores tipo SERVICIO II para las vigas exteriores. ....	205
GRAFICO N° 167: Combinación de fuerzas cortantes tipo SERVICIO II para las vigas exteriores.....	206

**PRESENTADO POR:**

- Danny Daniel Saavedra Oré.
- Danilo Saavedra Oré.



GRAFICO N° 168: Combinación de momentos flectores tipo SERVICIO III para las vigas exteriores. ....	206
GRAFICO N° 169: Combinación de fuerzas cortantes tipo SERVICIO III para las vigas exteriores. ....	207
GRAFICO N° 170: Combinación de momentos flectores tipo FATIGA para las vigas exteriores.....	207
GRAFICO N° 171: Combinación de fuerzas cortantes tipo FATIGA para las vigas exteriores.....	208
GRAFICO N° 172: Envolvente final del momento flector. ....	208
GRAFICO N° 173: Envolvente final de las fuerzas cortantes.....	209
GRAFICO N° 174: Combinación de momentos flectores tipo RESISTENCIA I para las vigas interiores. ....	210
GRAFICO N° 175: Combinación de fuerzas cortantes tipo RESISTENCIA I para las vigas interiores. ....	210
GRAFICO N° 176: Combinación de momentos flectores tipo RESISTENCIA II para las vigas interiores.....	211
GRAFICO N° 177: Combinación de fuerzas cortantes tipo RESISTENCIA II para las vigas interiores. ....	211
GRAFICO N° 178: Combinación de momentos flectores tipo RESISTENCIA III para las vigas interiores.....	212
GRAFICO N° 179: Combinación de fuerzas cortantes tipo RESISTENCIA III para las vigas interiores. ....	212
GRAFICO N° 180: Combinación de momentos flectores tipo RESISTENCIA IV para las vigas interiores.....	213
GRAFICO N° 181: Combinación de fuerzas cortantes tipo RESISTENCIA IV para las vigas interiores. ....	213
GRAFICO N° 182: Combinación de momentos flectores tipo RESISTENCIA V para las vigas interiores.....	214
GRAFICO N° 183: Combinación de fuerzas cortantes tipo RESISTENCIA V para las vigas interiores. ....	214
GRAFICO N° 184: Combinación de momentos flectores tipo EXTREMO I para las vigas interiores. ....	215
GRAFICO N° 185: Combinación de fuerzas cortantes tipo EXTREMO I para las vigas interiores. ....	215

**PRESENTADO POR:**

- Danny Daniel Saavedra Oré.
- Danilo Saavedra Oré.



GRAFICO N° 186: Combinación de momentos flectores tipo EXTREMO II para las vigas interiores. ....	216
GRAFICO N° 187: Combinación de fuerzas cortantes tipo EXTREMO II para las vigas interiores. ....	216
GRAFICO N° 188: Combinación de momentos flectores tipo SERVICIO I para las vigas interiores. ....	217
GRAFICO N° 189: Combinación de fuerzas cortantes tipo SERVICIO I para las vigas interiores. ....	217
GRAFICO N° 190: Combinación de momentos flectores tipo SERVICIO II para las vigas interiores. ....	218
GRAFICO N° 191: Combinación de fuerzas cortantes tipo SERVICIO II para las vigas interiores. ....	218
GRAFICO N° 192: Combinación de momentos flectores tipo SERVICIO III para las vigas interiores. ....	219
GRAFICO N° 193: Combinación de fuerzas cortantes tipo SERVICIO III para las vigas interiores. ....	219
GRAFICO N° 194: Combinación de momentos flectores tipo FATIGA para las vigas interiores. ....	220
GRAFICO N° 195: Combinación de fuerzas cortantes tipo FATIGA para las vigas interiores. ....	220
GRAFICO N° 196: Envolvente final del momento flector. ....	221
GRAFICO N° 197: Envolvente final de las fuerzas cortantes. ....	222
GRAFICO N° 198: Sección inicial del pilar. ....	226
GRAFICO N° 199: Sección inicial del pilar. ....	227
GRAFICO N° 200: Sección de la columna del pilar. ....	231
GRAFICO N° 201: Análisis de la sección superior de la columna del pilar. ....	231
GRAFICO N° 202: Análisis de la sección inferior de la columna del pilar. ....	232
GRAFICO N° 203: Diagrama de Interacción de la sección de la columna del pilar. ....	233
GRAFICO N° 204: Diagrama de Interacción bidimensional de la sección de la columna del pilar. ....	234
GRAFICO N° 205: Diagrama de Interacción tridimensional de la sección de la columna del pilar. ....	235
GRAFICO N° 206: Punto en el diagrama de Interacción de la sección de la columna del pilar. ....	236

**PRESENTADO POR:**

- Danny Daniel Saavedra Oré.
- Danilo Saavedra Oré.



GRAFICO N° 207: Punto en el diagrama de Interacción biaxial de la sección de la columna del pilar. .... 236

GRAFICO N° 208: Diagrama de distribución de esfuerzos de la sección de la columna del pilar. .... 237

GRAFICO N° 209: Diagrama de distribución de esfuerzos del refuerzo de acero de la columna del pilar. .... 237

GRAFICO N° 210: Capacidad de soporte contra impactos del pilar según ubicación de contacto principal con respecto a la base. .... 238

GRAFICO N° 211: Dimensiones iniciales del estribo. .... 244

GRAFICO N° 212: Diagrama de momentos flectores del pilote. .... 253

GRAFICO N° 213: Diagrama de fuerzas cortantes del pilote. .... 254

GRAFICO N° 214: Análisis de la sección del pilote. .... 255

GRAFICO N° 215: Diagrama de Interacción de la sección del pilote. .... 256

GRAFICO N° 216: Diagrama de Interacción bidimensional de la sección del pilote. .... 258

GRAFICO N° 217: Diagrama de Interacción tridimensional de la sección del pilote. .... 259

**PRESENTADO POR:**

- Danny Daniel Saavedra Oré.
- Danilo Saavedra Oré.



## **1. ANTECEDENTES.**

El presente proyecto surge de la necesidad poblacional, en contar con un adecuado y rápido acceso que permita la interconexión entre los sectores de la Urbanización de Patibamba Baja y Manuel Escorza. La construcción del Puente vehicular y peatonal es de gran importancia ya que va a otorgar un acceso más rápido y adecuado a los pobladores de los distintos sectores, pero principalmente una conexión al servicio de ESSALUD II de Abancay que hoy en la actualidad se ve restringida por la ubicación de la quebrada el Olivo; este proyecto favorecerá en gran medida el desarrollo social y económico de la población urbana, como a la vez otorga un nuevo centro de esparcimiento y paseo a la población y turistas que visiten nuestra ciudad y que requieran circular ya sea a través de vehículo o a pie por el puente con total seguridad y comodidad.

La ciudad de Abancay en los últimos años viene experimentando un crecimiento demográfico principalmente en la parte sur de la Ciudad, permitiendo a la vez el movimiento comercial que incrementa la economía de la población, esta situación influye de forma directa a un importante crecimiento del parque automotor que a la fecha ha rebasado la capacidad de las principales arterias de la Ciudad, debido a la ubicación de la quebrada el Olivo el cual no permite un acceso directo entre ambos sectores llegando a ocasionar un aislamiento y principalmente no permitiendo una buena accesibilidad a los Servicios de Salud de Abancay.

Con la ejecución y conclusión de estos trabajos se estará mejorando de manera integral el problema de accesibilidad y conexión entre ambos sectores, lo cual permitirá un crecimiento en la parte social y económica de los pobladores de las Urbanizaciones de San Javier, Patibamba Baja, Santo Domingo, Santa Elena, Virgen del Carmen, etc. con el resto de la Ciudad de Abancay, mejorando así la calidad de vida en dichos sectores y otorgándole un mejor aspecto y entorno paisajista, cómoda y segura circulación vial, con un tránsito permanente durante todos los días del año. Pudiendo asegurar una buena circulación a un futuro incremento del tránsito vehicular y peatonal.

### **PRESENTADO POR:**

- Danny Daniel Saavedra Oré.
- Danilo Saavedra Oré.





## 2. INFORMACIÓN GENERAL.

### 2.1. GENERALIDADES.

A continuación se muestra la información general del proyecto:

<b>Proyecto</b>	: “ANÁLISIS Y DISEÑO DEL PUENTE DE INTERCONEXIÓN ENTRE LA URBANIZACIÓN PATIBAMABA BAJA Y MANUEL ESCORZA DE LA CIUDAD DE ABANCAY”.
<b>Ubicación</b>	: Región Apurímac Provincia de Abancay Distrito de Abancay
<b>Plazo de ejecución del Estudio</b>	: 90 días
<b>Presupuesto de Obra</b>	: 5, 456 ,533 .66 Nuevos Soles
<b>Plazo de Ejecución de Obra</b>	: 245 días

### 2.2. UBICACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO.

#### 2.2.1. UBICACIÓN POLÍTICA DEL PROYECTO.

Políticamente, el proyecto se encuentra localizado entre las Urbanizaciones de Patibamba Baja y Manuel Escorza dentro de la ciudad de Abancay, distrito de Abancay, provincia de Abancay, departamento de Apurímac.

**CUADRO N° 1:** Ubicación Política del Proyecto.

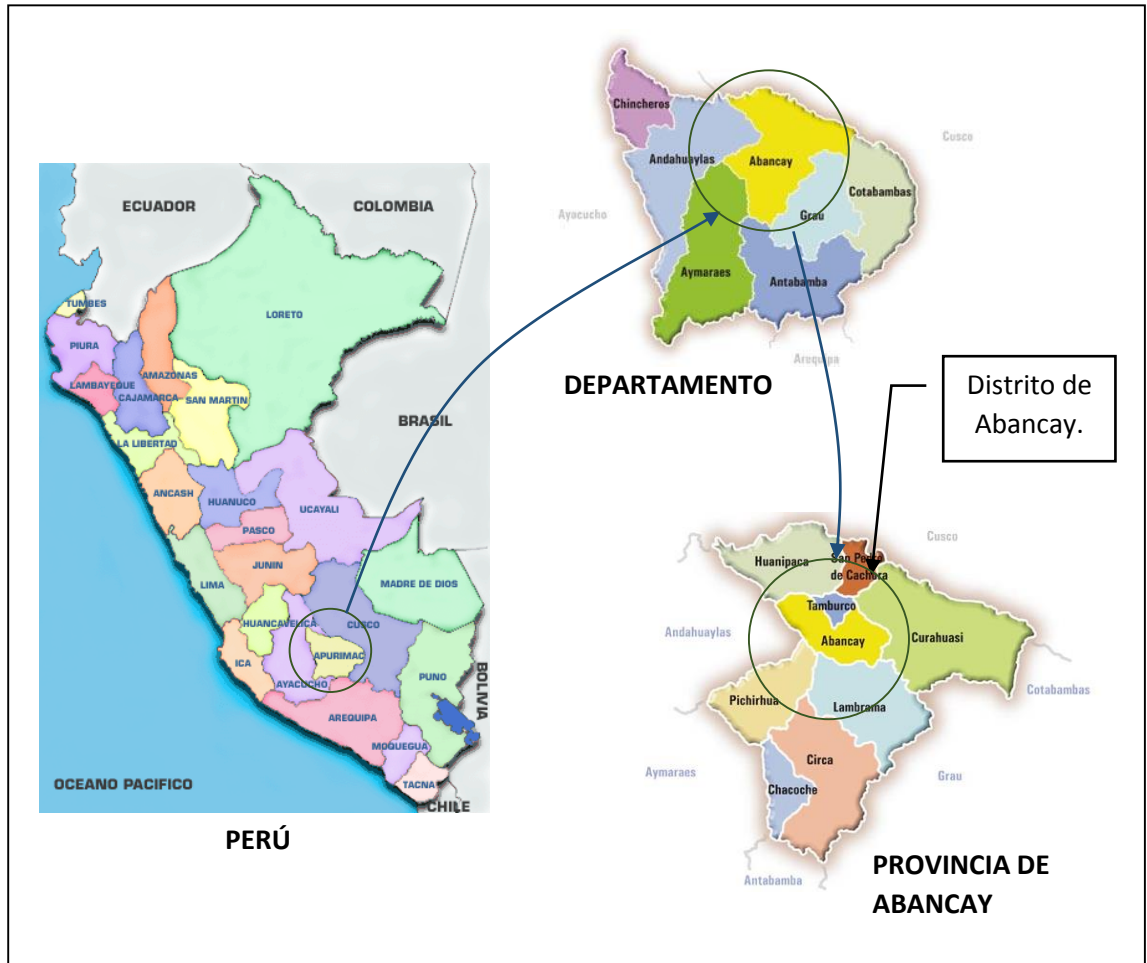
<b>Departamento/Región:</b>	Apurímac
<b>Provincia:</b>	Abancay
<b>Distrito:</b>	Abancay
<b>Sectores:</b>	Entre las Urbanizaciones Patibamba Baja y Manuel Escorza

**Elaboración:** Propia.

#### PRESENTADO POR:

- Danny Daniel Saavedra Oré.
- Danilo Saavedra Oré.

**GRAFICO N° 1: Ubicación Política del Proyecto.**



**Fuente:** go2peru, <http://www.e-peru-tours.com/>.

**2.2.2. UBICACIÓN GEOGRÁFICA DEL PUENTE.**

Geográficamente, el puente se encuentra ubicado en la parte sur del Perú en el flanco oriental de la Cordillera Occidental de los Andes, entre las siguientes coordenadas.

**CUADRO N° 2: Coordenadas donde se ubica el Puente.**

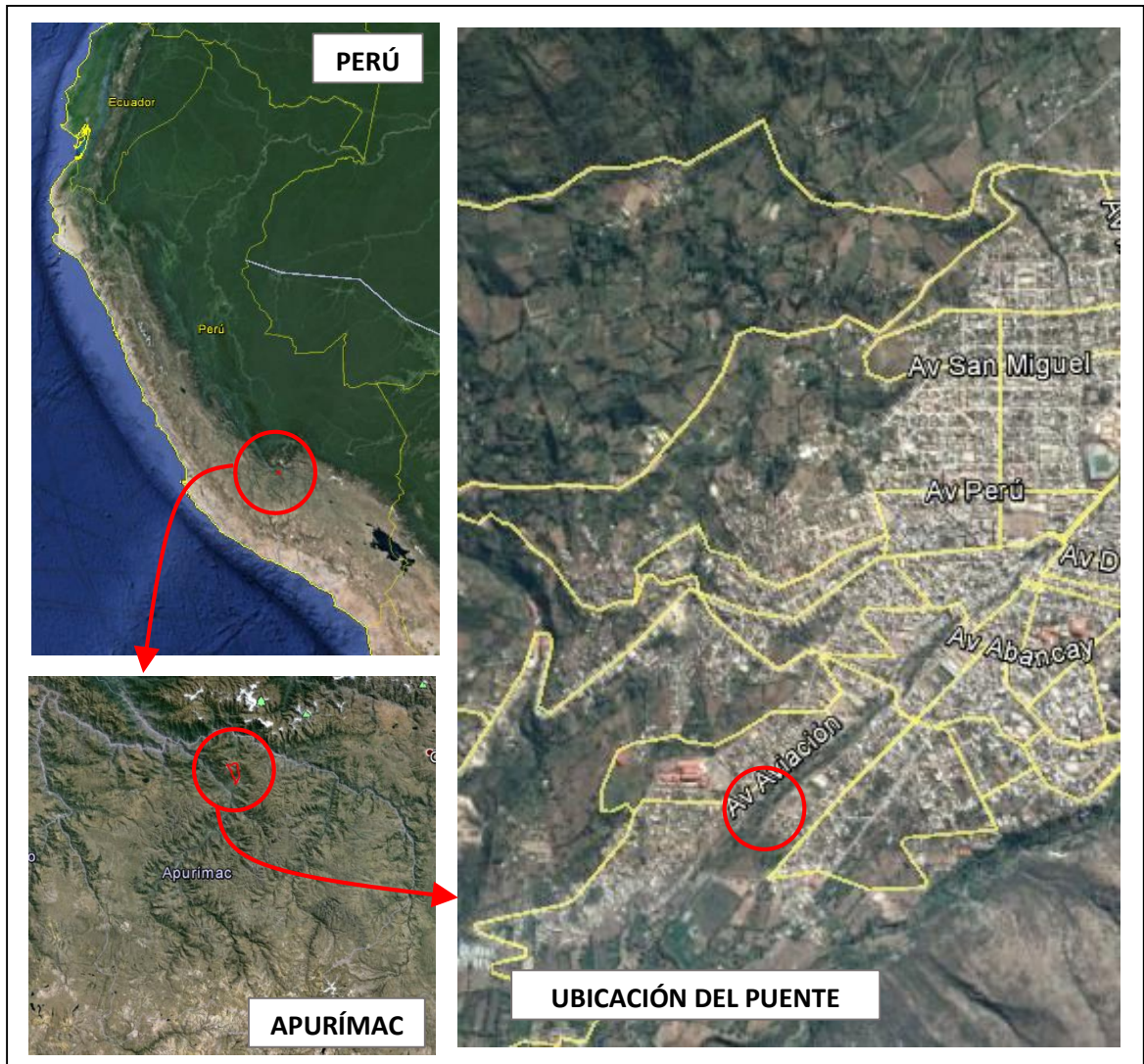
<b>ESTE (m):</b>	727772.46
<b>NORTE (m):</b>	8490705.53
<b>ALTITUD (m.s.n.m.):</b>	2238.00

**Elaboración:** Propia.

**PRESENTADO POR:**

- Danny Daniel Saavedra Oré.
- Danilo Saavedra Oré.

GRAFICO N° 2: Ubicación geográfica del Puente.



Fuente: GOOGLE EARTH.

### 2.3. ACCESIBILIDAD Y VÍAS DE COMUNICACIÓN.

Para llegar a la zona donde se ubica el proyecto, se utilizara la carretera Asfaltada que une la ciudad de Lima con la Ciudad de Abancay de Acuerdo a la Ruta 1. Otra ruta viene a ser desde la ciudad del cusco. A continuación se muestra con más detalle el acceso a la zona donde se realizara el proyecto:

#### PRESENTADO POR:

- Danny Daniel Saavedra Oré.
- Danilo Saavedra Oré.

**CUADRO N° 3:** Accesibilidad al Proyecto.

RUTA	TRAMO	CONDICIÓN	DISTANCIA	DURACIÓN	TRANSPORTE
RUTA 1	Lima - Nazca - Abancay	Carretera Asfaltada.	907 km	22 Hr	Transporte Departamental, camión, Vehículos Livianos
	Plaza de Abancay – Puente.	Calles Parcialmente Asfaltada.	2.4 km	5 mnts.	Colectivo, camión, Vehículos Livianos
RUTA 2	Cusco - Abancay	Carretera Asfaltada.	198.05 km	4.30 Hrs	Transporte Departamental, Colectivo, camión, Vehículos Livianos
	Plaza de Abancay – Puente.	Calles Parcialmente Asfaltada.	2.4 km	5 mnts.	Colectivo, camión, Vehículos Livianos

**Elaboración:** Propia.

### 3. ESTUDIOS BÁSICOS.

#### 3.1. ESTUDIO TOPOGRÁFICO.

##### 3.1.1. INFORMACIÓN BÁSICA.

El estudio se inicia con la recopilación de información básica disponible tanto en campo como en gabinete que se encuentre relacionada con aspectos topográficos y de ubicación de la zona de estudio, que permita plantear las metodologías de trabajos adecuados con el objeto de obtener resultados óptimos.

El reconocimiento desarrollado en el trabajo de campo nos permitió apreciar “in situ” las principales referencias, procesos y metodología a emplear para realizar el levantamiento según las indicaciones recomendadas en los términos de referencia, para lo cual se utilizó lo la siguiente información:

- Catastro de la Ciudad de Abancay
- Imágenes Satelitales del GOOGLE EARTH
- Carta Nacional de INGEMMET

#### PRESENTADO POR:

- Danny Daniel Saavedra Oré.
- Danilo Saavedra Oré.



Con la información antes citada y el criterio ingenieril se elaboró un plan de trabajo con el fin de determinar los procesos y metodologías adecuadas a desarrollarse en todo el intervalo de tiempo que duraría, se tomó en consideración las recomendaciones citadas por el Manual de Diseño de Puentes tanto en la etapa del Trabajo de Campo como de Gabinete.

### **3.1.2. UBICACIÓN DEL PUENTE.**

La ubicación del Puente de Interconexión vial se encuentra por debajo de la quebrada estacional el Olivo en la parte sur de la ciudad, que se encuentra entre las siguientes coordenadas geográficas:

#### **COORDENADAS DEL PUENTE DE INTERCONEXIÓN:**

##### **ESTRIBO DERECHO**

Norte : 8490686.577 m

Este : 727791.979 m

Altitud : 2278.781 msnm

##### **ESTRIBO IZQUIERDO**

Norte : 8490723.118 m

Este : 727743.191 m

Altitud : 2279.364 msnm

### **3.1.3. EQUIPOS UTILIZADOS.**

El equipo utilizado para el trabajo del Levantamiento topográfico fue el RTK R10 y sus complementos. Sus características se muestran a continuación:

- Motor de procesamiento TRIMBLE HD-GNSS.
- Tecnología TRIMBLE SUREPOINT.
- Tecnología de Receptor TRIMBLE 360.
- Tecnología TRIMBLE XFILL.
- Diseño ergonómico.
- Antena GNSS inteligente.

### **3.1.4. SISTEMA DE COORDENADAS.**

El sistema de coordenadas, empleado para los trabajos de topografía está referido al Sistema de Coordenadas UTM, (Universal Transversal Mercador).

#### **PRESENTADO POR:**

- Danny Daniel Saavedra Oré.
- Danilo Saavedra Oré.



Los valores obtenidos durante el proceso del levantamiento topográfico se realizó mediante el RTK R10 para lo cual se ubicó la Antena de Base en la parte más alta posible, en este caso en el techo de una vivienda con fin de que el Rover puede captar mediante los Satélites los puntos, a partir del proceso desarrollado anteriormente se procedió al trabajo de campo de levantamiento topográfico, es decir se están dejando de tomar los valores de escala y convergencia, a fin de ser más práctico en la etapa de replanteo para la información en el diseño, con los valores de coordenadas planas topográficas que se presentan en este informe, se pueden efectuar los metrados y diseños.

Debemos anotar que para los ajustes de campo en lo referente a información de ángulos y distancias se ha aplicado a cada grupo de información de poligonal y como también para los puntos de rellenos, es por ello que los planos obtenidos en este estudio garantizan la correcta medición de sus componentes y por ello la correcta precisión de los metrados que deriven de los planos presentados.

### **3.1.5. NIVELACIÓN Y LÍNEA DE GRADIENTE.**

Primero dentro del proceso de nivelación y alineamiento se determinó la pendiente que existe entre la quebrada el olivo, para lo cual se utilizó el alfiler, jalones y gps, colocándose como referencia la proyección de la vía existente en el extremo de la Urbanización Manuel escorza. Durante este proceso se determinó una pendiente de 2% el cual se encuentra dentro de los límites adecuados para la instalación de un puente.

También se determinó la pendiente del cauce, con fin de obtener una base de datos para los estudios complementarios que demanda el Proyecto.

### **3.1.6. LEVANTAMIENTO DEL ÁREA DE INFLUENCIA.**

#### **• Metodología Utilizada.**

El equipo utilizado nos permite varias metodologías para un levantamiento topográfico en campo, utilizando en nuestro caso la metodología de Navegación Cinemática Satelital en Tiempo Real, el cual es un método que nos permite mayor precisión y rapidez durante los trabajos desarrollados.

#### **PRESENTADO POR:**

- Danny Daniel Saavedra Oré.
- Danilo Saavedra Oré.

• **Trabajo Desarrollado.**

El levantamiento topográfico que fue ejecutado por el método cinemático con el RTK R10. A partir de un puntos de poligonal o puntos auxiliares se inició con la toma de puntos, tomándose todos los detalles como la ubicación de las viviendas, canales existentes, proyección de vías, cauce del rio y más detalles ubicados dentro del área en estudio. Se establecieron puntos de control obligatorio o BMs con la intención de proporcionar un punto permanente que nos permitirán realizar el replanteo del proyecto. Para más detalle, ver en el ANEXO A (ESTUDIO TOPOGRÁFICO).

### 3.2. ESTUDIO HIDROLÓGICO E HIDRÁULICO.

#### 3.2.1. CARACTERÍSTICAS GEOMORFOLÓGICAS.

A continuación se muestra un resumen de las características geomorfológicas:

**CUADRO N° 4:** Características geomorfológicas del área de estudio.

Nombre de la Cuenca:	Chinchichaca
Nombre del cauce Principal:	Chinchichaca
Área de la Cuenca	30868609.48 m <sup>2</sup>
Perímetro de la Cuenca	31704.95 m
Pendiente Media de la Cuenca:	45.23%
Pendiente del Cauce Principal:	14.17%
Altitud media de la cuenca:	3797.011 m.s.n.m
Índice Gravelius	1.598
Factor de Forma	0.39
Densidad de Drenaje	0.736 km/km <sup>2</sup>

**Elaboración:** Propia.

### 3.2.2. CURVA DE INTENSIDAD, DURACIÓN Y FRECUENCIA.

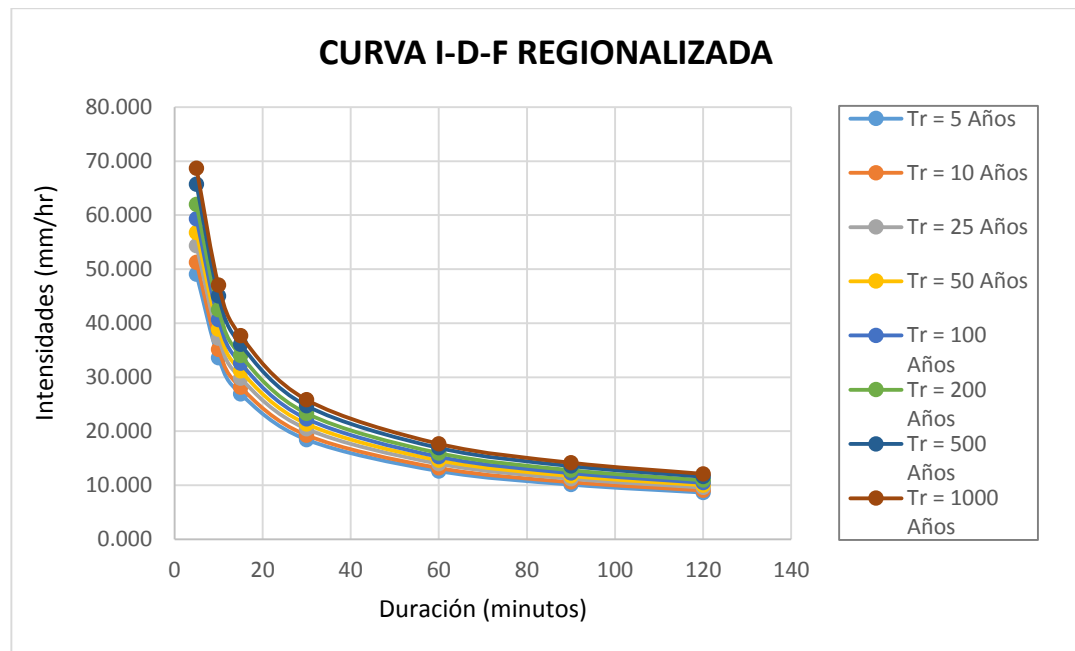
El cuadro de intensidades y la curva IDF se muestra a continuación:

**CUADRO N° 5:** Cuadro de la Intensidad- Tiempo de duración - Periodo de retorno Regionalizada.

DURACIÓN (mim)	PERIODO DE RETORNO (Años)							
	5	10	25	50	100	200	500	1000
5	49.054	51.262	54.333	56.777	59.332	62.002	65.716	68.673
10	33.592	35.104	37.207	38.881	40.630	42.459	45.002	47.027
15	26.919	28.130	29.815	31.156	32.558	34.023	36.062	37.684
30	18.434	19.263	20.417	21.336	22.296	23.299	24.695	25.806
60	12.623	13.191	13.982	14.611	15.268	15.955	16.911	17.672
90	10.115	10.571	11.204	11.708	12.235	12.785	13.551	14.161
120	8.644	9.033	9.575	10.005	10.456	10.926	11.581	12.102
150	7.652	7.997	8.476	8.857	9.256	9.672	10.252	10.713

**Elaboración:** Propia.

**GRAFICO N° 3:** Diagrama de la curva Intensidad - Tiempo de duración - Periodo de retorno Regionalizada.



**Elaboración:** Propia.

**PRESENTADO POR:**

- Danny Daniel Saavedra Oré.
- Danilo Saavedra Oré.



### 3.2.3. TIEMPO DE CONCENTRACIÓN.

A continuación se muestra el tiempo de concentración por los diferentes métodos empleados y el resultado final asumido.

**CUADRO N° 6:** Calculo del Tiempo de Concentración.

MÉTODOS	FORMULAS	RESULTADOS
MÉTODO KRIPICH	$t_c = 0.01947 L^{0.77} S^{-0.385}$	45.24 min
MÉTODO CALIFORNIA CULVERTS PRACTICE.	$t_c = 0.0195 \left(\frac{L^3}{H}\right)^{0.385}$	41.86 min
MÉTODO IZZARD	$t_c = \frac{525 (0.0000276 i + c)L^{0.33}}{S^{0.333}i^{0.667}}$	151.19 min
MÉTODO FEDERAL AVIATION ADMINISTRATION	$t_c = 0.7035 \frac{(1.1 - C)L^{0.50}}{S^{0.333}}$	91.28 min
MÉTODO DE LA ECUACIÓN DE ONDA CINEMÁTICA MORGALI Y LINSLEY, ARON Y ERBORGE.	$t_c = \frac{7 L^{0.6} n^{0.6}}{I^{0.4} S^{0.3}}$	156.23 min
MÉTODO DE LA ECUACIÓN DE RETARDO SCS.	$t_c = \frac{0.0136 L^{0.8} \left(\frac{1000}{CN} - 9\right)^{0.7}}{S^{0.5}}$	245.70 min
<b>PROMEDIO (Resultado Final):</b>		121.918 min

**Elaboración:** Propia.

### 3.2.4. CAUDAL MÁXIMO.

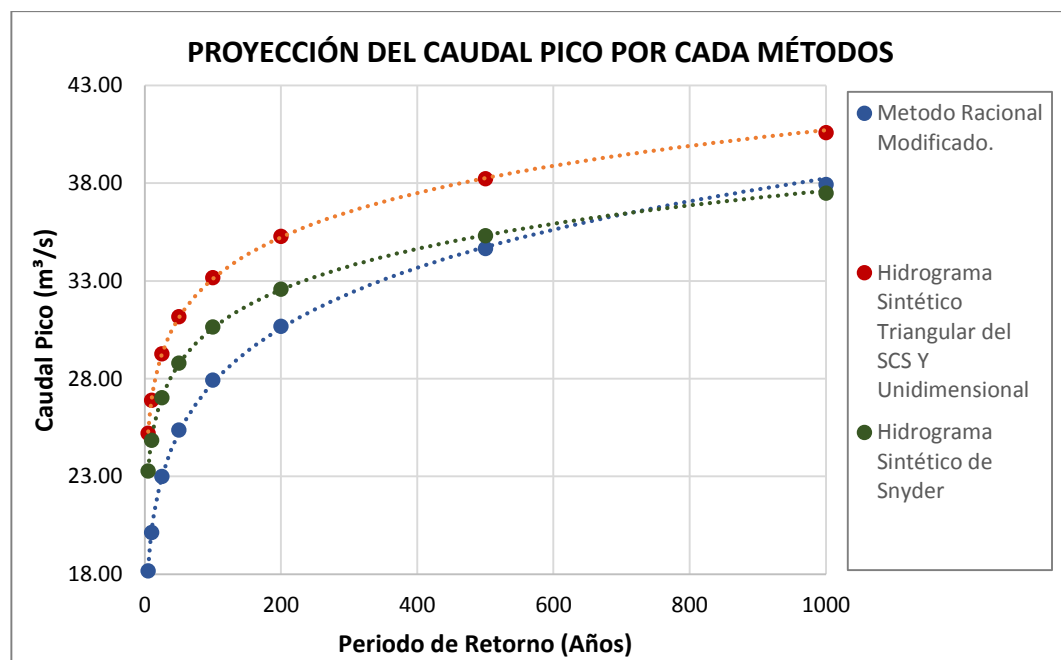
A continuación se muestra el caudal máximo por diferentes métodos empleados y el resultado final asumido.

**CUADRO N° 7:** Caudal máximo de diseño por diferentes métodos y periodos de retorno.

Periodo de Retorno (Años)	MÉTODO DE CALCULO (m <sup>3</sup> /s)			Resultado Final
	Método Racional Modificado.	Hidrograma Sintético Triangular del SCS Y Unidimensional	Hidrograma Sintético de Snyder	
5	18.17	25.21	23.29	<b>25.21</b>
10	20.15	26.90	24.85	<b>26.90</b>
25	23.01	29.27	27.04	<b>29.27</b>
50	25.37	31.17	28.80	<b>31.17</b>
100	27.93	33.18	30.65	<b>33.18</b>
200	30.69	35.28	32.59	<b>35.28</b>
500	34.67	38.23	35.32	<b>38.23</b>
1000	37.95	40.60	37.50	<b>40.60</b>

**Elaboración:** Propia.

**GRAFICO N° 4:** Caudal máximo de diseño por diferentes métodos y periodos de retorno.



**Elaboración:** Propia.

**PRESENTADO POR:**

- Danny Daniel Saavedra Oré.
- Danilo Saavedra Oré.

El método empleado será el más crítico, en este caso se trata del método del Hidrograma sintético triangular del SCS y el método del Hidrograma Unidimensional.

El periodo de retorno para determinar el nivel de aguas máximas extraordinarias (N.A.M.E.) será de 200 años el cual nos dará un caudal máximo que a continuación se muestra:

$$Q_{max_{200 \text{ años}}} = 35.28 \text{ m}^3/\text{s}$$

El periodo de retorno para determinar la socavación será hasta de 1000 años el cual nos dará un caudal máximo que a continuación se muestra:

$$Q_{max_{1000 \text{ años}}} = 40.60 \text{ m}^3/\text{s}$$

### 3.2.5. NIVEL DE AGUAS MÁXIMAS EXTRAORDINARIAS.

A continuación se muestra el nivel de aguas máximas extraordinarias calculadas por diferentes métodos y considerando el resultado final asumido.

**CUADRO N° 8:** Selección del N.A.M.E. y del tirante máximo como Resultado final.

PERIODO DE RETORNO (Años)	MÉTODO EMPÍRICO DE MANNING		MODELO HEC-RAS		RESULTADO FINAL	
	h (m)	N.A.M.E. (m.s.n.m.)	h (m)	N.A.M.E. (m.s.n.m.)	h (m)	N.A.M.E. (m.s.n.m.)
5	1.143	2268.653	1.220	2268.730	<b>1.600</b>	<b>2269.110</b>
10	1.171	2268.681	1.250	2268.760	<b>1.660</b>	<b>2269.170</b>
25	1.209	2268.719	1.290	2268.800	<b>1.730</b>	<b>2269.240</b>
50	1.238	2268.748	1.320	2268.830	<b>1.800</b>	<b>2269.310</b>
100	1.267	2268.777	1.340	2268.850	<b>1.860</b>	<b>2269.370</b>
200	1.296	2268.806	1.380	2268.890	<b>1.920</b>	<b>2269.430</b>
500	1.336	2268.846	1.440	2268.950	<b>1.990</b>	<b>2269.500</b>
1000	1.367	2268.877	1.480	2268.990	<b>2.060</b>	<b>2269.570</b>

**Elaboración:** Propia.

### 3.2.6. SOCAVACIÓN.

A continuación se muestra la profundidad de socavación de acuerdo al modelamiento en el sistema Hec-Ras.

**CUADRO N° 9:** Socavación Total Máximo por Periodo de Retorno de Acuerdo al sistema Hec-Ras.

PERIODO DE RETORNO (Años)	SOCAVACIÓN TOTAL MÁXIMO (m)		
	IZQUIERDA	CENTRO	DERECHA
5	0.52	0	0
10	0.32	0.41	0.05
25	0.36	0.56	0.1
50	0.32	0.56	0.11
100	0.31	0.59	0.11
200	0.31	0.61	0.1
500	0.31	0.7	0.14
1000	0.32	0.81	0.19

Elaboración: Propia.

### 3.3. ESTUDIO GEOLÓGICO Y GEOTÉCNICO.

#### 3.3.1. GEOMORFOLOGÍA LOCAL.

Las distintas formas que exhibe la topografía del actual del relieve tienen estrecha relación con la configuración geológica del sector y la historia de formación de los materiales que lo conforman (Baca Vidal, Benavente Velasquez, Loayza Schiaffino, & Acurio Cruz, 2007).

#### • MORFOGÉNESIS

Los rasgos morfológicos de la cuenca de Abancay están ligados a las perturbaciones tectónicas del levantamiento andino y por procesos de degradaciones (Baca Vidal, Benavente Velasquez, Loayza Schiaffino, & Acurio Cruz, 2007). Los Cambios climáticos ocurridos durante el cuaternario, han dejado profundas huellas en la morfología de la región, las glaciaciones produjeron grandes movimientos de masas rocosas, acumulándose gradualmente en el actual valle de Abancay y al pie de los



Nevados Ampay y Runtococha (Baca Vidal, Benavente Velasquez, Loayza Schiaffino, & Acurio Cruz, 2007).

En la actualidad se presentan deslizamientos y fuertes procesos de erosión hídrica de los suelos en las laderas empinadas, siendo frecuentemente los huaycos, desborde de ríos en los meses de fuertes precipitaciones pluviales (Baca Vidal, Benavente Velasquez, Loayza Schiaffino, & Acurio Cruz, 2007).

#### • **PRINCIPALES UNIDADES MORFOLÓGICAS**

Se han logrado determinar en la ciudad de Abancay y sus alrededores seis unidades geomorfológicas.

- VALLE PROFUNDO DEL PACHACHACA.
- LADERAS ALUVIALES DE ABANCAY.
- LADERAS EMPINADAS - CUENCA INFERIOR Y MEDIA.
- FONDOS DE QUEBRADAS TRIBUTARIAS DEL RÍO MARIÑO.
- ZONA MONTAÑOSA SUPERIOR.
- ÁREAS GLACIARES (Ampay).

#### **PRESENTADO POR:**

- Danny Daniel Saavedra Oré.
- Danilo Saavedra Oré.

### 3.3.2. GEOLOGÍA REGIONAL.

#### • ESTRATIGRAFÍA

En el área de estudio afloran rocas sedimentarias tectonizadas cuyas edades son del pérmico al triásico, no evidenciando las rocas cretácicas en la cuenca de estudio como se describe a continuación.

- GRUPO COPACABANA (pérmico inferior y medio).
- GRUPO MITU (pérmico superior).
- GRUPO PUCARA (Jurásico Inferior).

#### • DEPÓSITOS CUATERNARIOS INCOHERENTES

A nivel Regional se ha localizado los siguientes depósitos:

- Depósitos Morrénicos (Q-mo).
- Depósitos Aluviales.
- Depósitos Coluviales.

#### • ROCAS ÍGNEAS

En la zona de Abancay se encuentra parte del batolito de Apurímac, que regionalmente se emplaza en forma alargada y orientado de Este a Oeste, con una longitud de casi 150 Km., coincidiendo a su vez con el rumbo general de los Andes (Baca Vidal, Benavente Velasquez, Loayza Schiaffino, & Acurio Cruz, 2007).

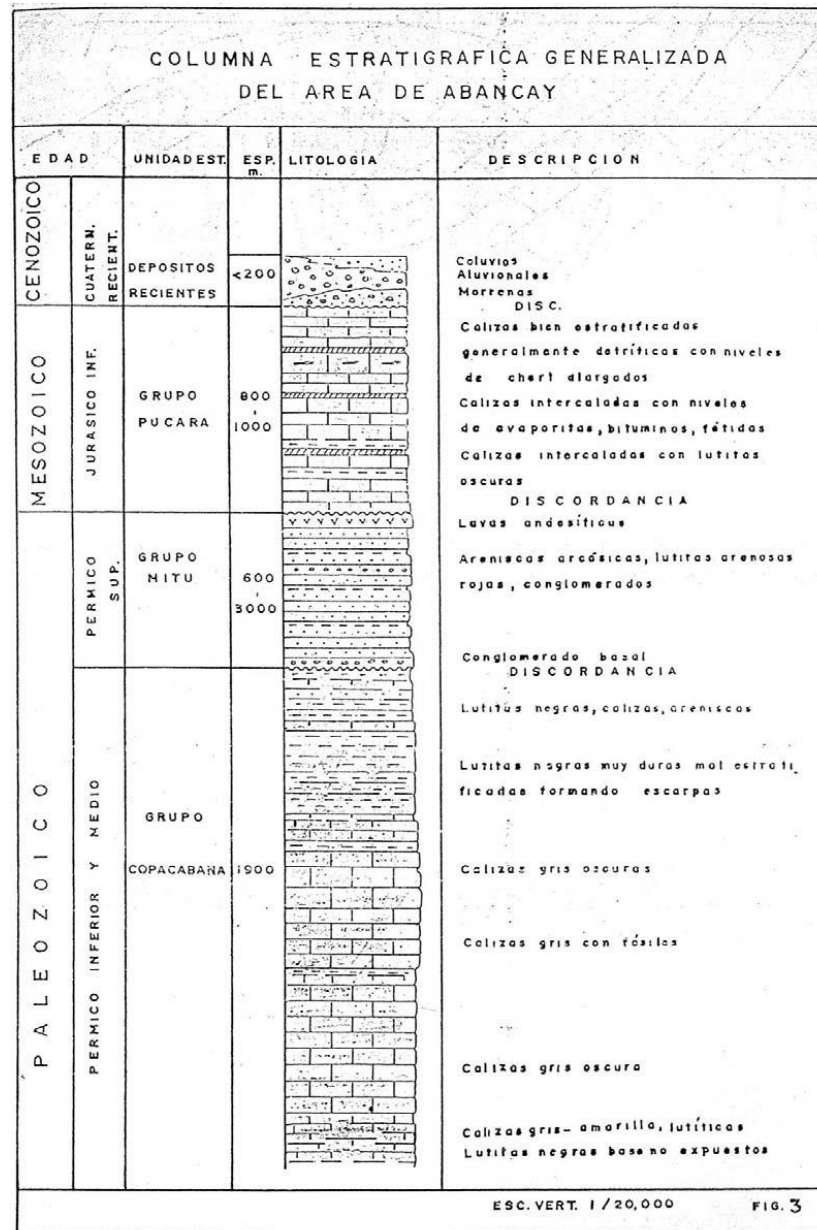
Marocco (1975) determinó como el macizo sintectónico de Abancay y el gran batolito post – tectónico E-W del terciario inferior y medio respectivamente, en el presente estudio reconoceremos como:

- Granodiorita Quisapata (Ti-gd).
- Macizo Intrusivo Runtucchocha (ts-gd).

### 3.3.3. EDAD Y CORRELACIÓN ESTRATIGRÁFICA.

La secuencia geológica de los estratos existentes en el área de Abancay se muestra en la columna estratigráfica siguiente.

**GRAFICO N° 5:** Columna Estratigráfica Generalizada del área de Abancay.



**Fuente:** Mapa de Peligros de la Ciudad de Abancay (Proyecto INDECI: PNUD PER/02/051 00014426 - Ciudades Sostenibles:), 2007, Ing. Aurelio Serrano.

**PRESENTADO POR:**

- Danny Daniel Saavedra Oré.
- Danilo Saavedra Oré.



### 3.3.4. GEODINÁMICA EXTERNA.

#### • COMPORTAMIENTO GEOTÉCNICO DE LOS SUELOS

La mitad de la subcuenca Mariño se conforma por rocas ígneas (granito, granodiorita, dioritas). Estos se hallan al sur del poblado, sin embargo hacia el Norte presentan rocas sedimentarias muy tectonizadas y que forman el alto estructural de Abancay. El valle se halla recubierto por depósitos recientes (cuaternarios) fluviales, alternados con masas calcáreas costrificadas, denominadas “caliche” que su comportamiento geotécnico es de regular a bueno y finalmente se hallan depósitos coluviales procedentes de la erosión de las rocas sedimentarias arcillosas de color rojo, gris hasta negro, que constituyen los mejores suelos de cultivos de la zona y dicho sea de paso alberga a la mayor masa de cobertura vegetal de la zona, pero su comportamiento geotécnico es malo regular, sensible a procesos de remoción en masa (Baca Vidal, Benavente Velasquez, Loayza Schiaffino, & Acurio Cruz, 2007).

#### • IDENTIFICACIÓN DE ZONAS INESTABLES

La ciudad de Abancay se encuentra amenazada por la ocurrencia de eventos de fenómenos geo-climáticos en actividad que se hallan latentes en la ciudad y su entorno inmediato. Es importante indicar que parte de estos fenómenos, han sido provocados, producto de intervenciones no controladas (Baca Vidal, Benavente Velasquez, Loayza Schiaffino, & Acurio Cruz, 2007).

Los principales eventos sucedidos en esta zona se muestran a continuación:

- ALUVIÓN DE 1951.
- DESLIZAMIENTO COCHA PUMARANRA Y ZONAS ALEDAÑAS.
- ALUVIÓN DEL 2012.

#### PRESENTADO POR:

- Danny Daniel Saavedra Oré.
- Danilo Saavedra Oré.



### 3.3.5. RESULTADOS DE LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS.

- **UBICACIÓN DE LAS CALICATAS.**

- **Ubicación de Calicata 01.**

Se encuentra ubicada en el estribo izquierdo aguas abajo, en las siguientes coordenadas:

ESTE: 727804.48 m

NORTE: 8490685.07 m

COTA: 2279.56 msnm

**GRAFICO N° 6:** Ubicación de la Calicata 01.



**Elaboración:** Propia, basada en imágenes de Google Earth.

- **Ubicación de Calicata 02.**

Se encuentra ubicado en el estribo derecho aguas abajo, en las siguientes coordenadas:

ESTE: 727747.99 m

NORTE: 8490718.02 m

COTA: 2280.35 msnm

**PRESENTADO POR:**

- Danny Daniel Saavedra Oré.
- Danilo Saavedra Oré.

**GRAFICO N° 7:** Ubicación de la Calicata 02.



**Elaboración:** Propia, basada en imágenes de Google Earth.

• **RESUMEN DE RESULTADOS DE LA CALICATA N°01.**

La calicata se realizó a tajo abierto a una profundidad de 16m de profundidad donde se pudieron visualizar 3 estratos, los cuales tiene las siguientes características:

**CUADRO N° 10:** Resumen de resultados del estrato N°01, calicata 01.

NOMBRE DEL ENSAYO	NORMA APLICABLE	RESULTADO	PROPÓSITO DEL ENSAYO
Contenido de Humedad	ASTM D2216 NTP 339.127	4.85%	Para determinar el agua que tiene el suelo.
Limite Liquido	AASHTO T89 ASTM D4318 NTP 339.129	25.45%	Hallar el contenido de agua entre los estados Líquidos y Plásticos.
Limite Plástico	AASHTO T89 ASTM D4318 NTP 339.129	19.55%	Hallar el contenido de agua entre los estados plásticos y semi sólido.
Índice Plástico	AASHTO T89 ASTM D4318 NTP 339.129	5.90%	Hallar el rango de contenido de agua por encima del cual, el suelo está en un estado plástico.
Densidad Relativa de los Solidos Finos	ASTM D4253 ASTM D4254 NTP 339.137 NTP 339.138	2.54	Nos permite la obtención del volumen de sólidos, cuando se calculan las relaciones gravimétricas y volumétricas de un suelo.

**PRESENTADO POR:**

- Danny Daniel Saavedra Oré.
- Danilo Saavedra Oré.



<b>Densidad Relativa de los Sólidos Gruesos</b>	ASTM D4253 ASTM D4254 NTP 339.137 NTP 339.138	2.65	Nos permite la obtención del volumen de sólidos, cuando se calculan las relaciones gravimétricas y volumétricas de un suelo.
<b>Clasificación del Suelo según SUCS</b>	ASTM D2487 NTP 339.134	OL (Arcilla Orgánica Arenosa con Grava)	Es utilizada para describir la textura y el tamaño de las partículas de un suelo.
<b>Angulo de fricción interna.</b>	ASTM D3080 NTP 339.171	21.44°	Es la resistencia al deslizamiento causado por la fricción que hay entre las superficies de contacto de las partículas y de su densidad.
<b>Cohesión</b>	ASTM D3080 NTP 339.171	0.06 kp/cm <sup>2</sup>	Es la atracción entre partículas, originadas por las fuerzas moleculares y las películas de agua.
<b>Capacidad Admisible de Carga</b>	Norma Técnica E 050	1.61 kp/cm <sup>2</sup>	Se ha calculado la capacidad admisible de carga para el área en estudio de acuerdo al tipo de infraestructura.

Elaboración: Propia.

**CUADRO N° 11:** Resumen de resultados del estrato N°02, calicata 01.

<b>NOMBRE DEL ENSAYO</b>	<b>NORMA APLICABLE</b>	<b>RESULTADO</b>	<b>PROPÓSITO DEL ENSAYO</b>
<b>Contenido de Humedad</b>	ASTM D2216 NTP 339.127	3.42%	Para determinar el agua que tiene el suelo.
<b>Limite Líquido</b>	AASHTO T89 ASTM D4318 NTP 339.129	33.82%	Hallar el contenido de agua entre los estados Líquidos y Plásticos.
<b>Limite Plástico</b>	AASHTO T89 ASTM D4318 NTP 339.129	15.71%	Hallar el contenido de agua entre los estados plásticos y semi sólido.
<b>Índice Plástico</b>	AASHTO T89 ASTM D4318 NTP 339.129	18.11%	Hallar el rango de contenido de agua por encima del cual, el suelo está en un estado plástico.
<b>Densidad Relativa de los Sólidos Finos</b>	ASTM D4253 ASTM D4254 NTP 339.137 NTP 339.138	2.58	Nos permite la obtención del volumen de sólidos, cuando se calculan las relaciones gravimétricas y volumétricas de un suelo.
<b>Densidad Relativa de los Sólidos Gruesos</b>	ASTM D4253 ASTM D4254 NTP 339.137 NTP 339.138	2.68	Nos permite la obtención del volumen de sólidos, cuando se calculan las relaciones gravimétricas y volumétricas de un suelo.
<b>Clasificación del Suelo según SUCS</b>	ASTM D2487 NTP 339.134	SC (Arena Arcillosa con Grava)	Es utilizada para describir la textura y el tamaño de las partículas de un suelo.

**PRESENTADO POR:**

- Danny Daniel Saavedra Oré.
- Danilo Saavedra Oré.



<b>Angulo de fricción interna.</b>	ASTM D3080 NTP 339.171	25.69°	Es la resistencia al deslizamiento causado por la fricción que hay entre las superficies de contacto de las partículas y de su densidad.
<b>Cohesión</b>	ASTM D3080 NTP 339.171	0.01 kp/cm <sup>2</sup>	Es la atracción entre partículas, originadas por las fuerzas moleculares y las películas de agua.
<b>Capacidad Admisible de Carga</b>	Norma Técnica E 050	1.61 kp/cm <sup>2</sup>	Se ha calculado la capacidad admisible de carga para el área en estudio de acuerdo al tipo de infraestructura.

Elaboración: Propia.

**CUADRO N° 12:** Resumen de resultado del estrado N°03, calicata 01.

<b>NOMBRE DEL ENSAYO</b>	<b>NORMA APLICABLE</b>	<b>RESULTADO</b>	<b>PROPÓSITO DEL ENSAYO</b>
<b>Contenido de Humedad</b>	ASTM D2216 NTP 339.127	3.33%	Para determinar el agua que tiene el suelo.
<b>Limite Liquido</b>	AASHTO T89 ASTM D4318 NTP 339.129	27.12%	Hallar el contenido de agua entre los estados Líquidos y Plásticos.
<b>Limite Plástico</b>	AASHTO T89 ASTM D4318 NTP 339.129	17.95%	Hallar el contenido de agua entre los estados plásticos y semi sólido.
<b>Índice Plástico</b>	AASHTO T89 ASTM D4318 NTP 339.129	9.17%	Hallar el rango de contenido de agua por encima del cual, el suelo está en un estado plástico.
<b>Densidad Relativa de los Solidos Finos</b>	ASTM D4253 ASTM D4254 NTP 339.137 NTP 339.138	2.60	Nos permite la obtención del volumen de sólidos, cuando se calculan las relaciones gravimétricas y volumétricas de un suelo.
<b>Densidad Relativa de los Solidos Gruesos</b>	ASTM D4253 ASTM D4254 NTP 339.137 NTP 339.138	2.62	Nos permite la obtención del volumen de sólidos, cuando se calculan las relaciones gravimétricas y volumétricas de un suelo.
<b>Clasificación del Suelo según SUCS</b>	ASTM D2487 NTP 339.134	SC (Arena Bien Graduada con Arcilla y Grava)	Es utilizada para describir la textura y el tamaño de las partículas de un suelo.
<b>Angulo de fricción interna.</b>	ASTM D3080 NTP 339.171	28.37°	Es la resistencia al deslizamiento causado por la fricción que hay entre las superficies de contacto de las partículas y de su densidad.
<b>Cohesión</b>	ASTM D3080 NTP 339.171	0.01 kp/cm <sup>2</sup>	Es la atracción entre partículas, originadas por las fuerzas moleculares y las películas de agua.

**PRESENTADO POR:**

- Danny Daniel Saavedra Oré.
- Danilo Saavedra Oré.



<b>Capacidad Admisible de Carga</b>	Norma Técnica E 050	1.61 kp/cm <sup>2</sup>	Se ha calculado la capacidad admisible de carga para el área en estudio de acuerdo al tipo de infraestructura.
-------------------------------------	---------------------	-------------------------	--

**Elaboración:** Propia.

• **RESUMEN DE RESULTADOS DE LA CALICATA N°02.**

La calicata se realizó a tajo abierto a una profundidad de 16m de profundidad donde se pudieron visualizar 2 estratos, los cuales tiene las siguientes características:

**CUADRO N° 13:** Resumen de resultados del estrado N°01, Calicata 02.

<b>NOMBRE DEL ENSAYO</b>	<b>NORMA APLICABLE</b>	<b>RESULTADO</b>	<b>PROPÓSITO DEL ENSAYO</b>
<b>Contenido de Humedad</b>	ASTM D2216 NTP 339.127	3.66%	Para determinar el agua que tiene el suelo.
<b>Limite Liquido</b>	AASHTO T89 ASTM D4318 NTP 339.129	26.33%	Hallar el contenido de agua entre los estados Líquidos y Plásticos.
<b>Limite Plástico</b>	AASHTO T89 ASTM D4318 NTP 339.129	15.68%	Hallar el contenido de agua entre los estados plásticos y semi sólido.
<b>Índice Plástico</b>	AASHTO T89 ASTM D4318 NTP 339.129	10.65%	Hallar el rango de contenido de agua por encima del cual, el suelo está en un estado plástico.
<b>Densidad Relativa de los Solidos Finos</b>	ASTM D4253 ASTM D4254 NTP 339.137 NTP 339.138	2.59	Nos permite la obtención del volumen de sólidos, cuando se calculan las relaciones gravimétricas y volumétricas de un suelo.
<b>Densidad Relativa de los Solidos Gruesos</b>	ASTM D4253 ASTM D4254 NTP 339.137 NTP 339.138	2.64	Nos permite la obtención del volumen de sólidos, cuando se calculan las relaciones gravimétricas y volumétricas de un suelo.
<b>Clasificación del Suelo según SUCS</b>	ASTM D2487 NTP 339.134	SC (Arena Arcillosa con Grava)	Es utilizada para describir la textura y el tamaño de las partículas de un suelo.
<b>Angulo de fricción interna.</b>	ASTM D3080 NTP 339.171	27.04°	Es la resistencia al deslizamiento causado por la fricción que hay entre las superficies de contacto de las partículas y de su densidad.
<b>Cohesión</b>	ASTM D3080 NTP 339.171	0.01 kp/cm <sup>2</sup>	Es la atracción entre partículas, originadas por las fuerzas moleculares y las películas de agua.

**PRESENTADO POR:**

- Danny Daniel Saavedra Oré.
- Danilo Saavedra Oré.



<b>Capacidad Admisible de Carga</b>	Norma Técnica E 050	1.65 kp/cm <sup>2</sup>	Se ha calculado la capacidad admisible de carga para el área en estudio de acuerdo al tipo de infraestructura.
-------------------------------------	---------------------	-------------------------	--

Elaboración: Propia.

**CUADRO N° 14:** Resumen de resultados del estrato N°02, calicata 02.

<b>NOMBRE DEL ENSAYO</b>	<b>NORMA APLICABLE</b>	<b>RESULTADO</b>	<b>PROPÓSITO DEL ENSAYO</b>
<b>Contenido de Humedad</b>	ASTM D2216 NTP 339.127	3.45%	Para determinar el agua que tiene el suelo.
<b>Limite Líquido</b>	AASHTO T89 ASTM D4318 NTP 339.129	26.83%	Hallar el contenido de agua entre los estados Líquidos y Plásticos.
<b>Limite Plástico</b>	AASHTO T89 ASTM D4318 NTP 339.129	17.74%	Hallar el contenido de agua entre los estados plásticos y semi sólido.
<b>Índice Plástico</b>	AASHTO T89 ASTM D4318 NTP 339.129	9.09%	Hallar el rango de contenido de agua por encima del cual, el suelo está en un estado plástico.
<b>Densidad Relativa de los Solidos Finos</b>	ASTM D4253 ASTM D4254 NTP 339.137 NTP 339.138	2.55	Nos permite la obtención del volumen de sólidos, cuando se calculan las relaciones gravimétricas y volumétricas de un suelo.
<b>Densidad Relativa de los Solidos Gruesos</b>	ASTM D4253 ASTM D4254 NTP 339.137 NTP 339.138	2.61	Nos permite la obtención del volumen de sólidos, cuando se calculan las relaciones gravimétricas y volumétricas de un suelo.
<b>Clasificación del Suelo según SUCS</b>	ASTM D2487 NTP 339.134	SW-SC (Arena Bien Graduada con Arcilla y Grava)	Es utilizada para describir la textura y el tamaño de las partículas de un suelo.
<b>Angulo de fricción interna.</b>	ASTM D3080 NTP 339.171	28.15°	Es la resistencia al deslizamiento causado por la fricción que hay entre las superficies de contacto de las partículas y de su densidad.
<b>Cohesión</b>	ASTM D3080 NTP 339.171	0.01 kp/cm <sup>2</sup>	Es la atracción entre partículas, originadas por las fuerzas moleculares y las películas de agua.
<b>Capacidad Admisible de Carga</b>	Norma Técnica E 050	1.65 kp/cm <sup>2</sup>	Se ha calculado la capacidad admisible de carga para el área en estudio de acuerdo al tipo de infraestructura.

Elaboración: Propia.

**PRESENTADO POR:**

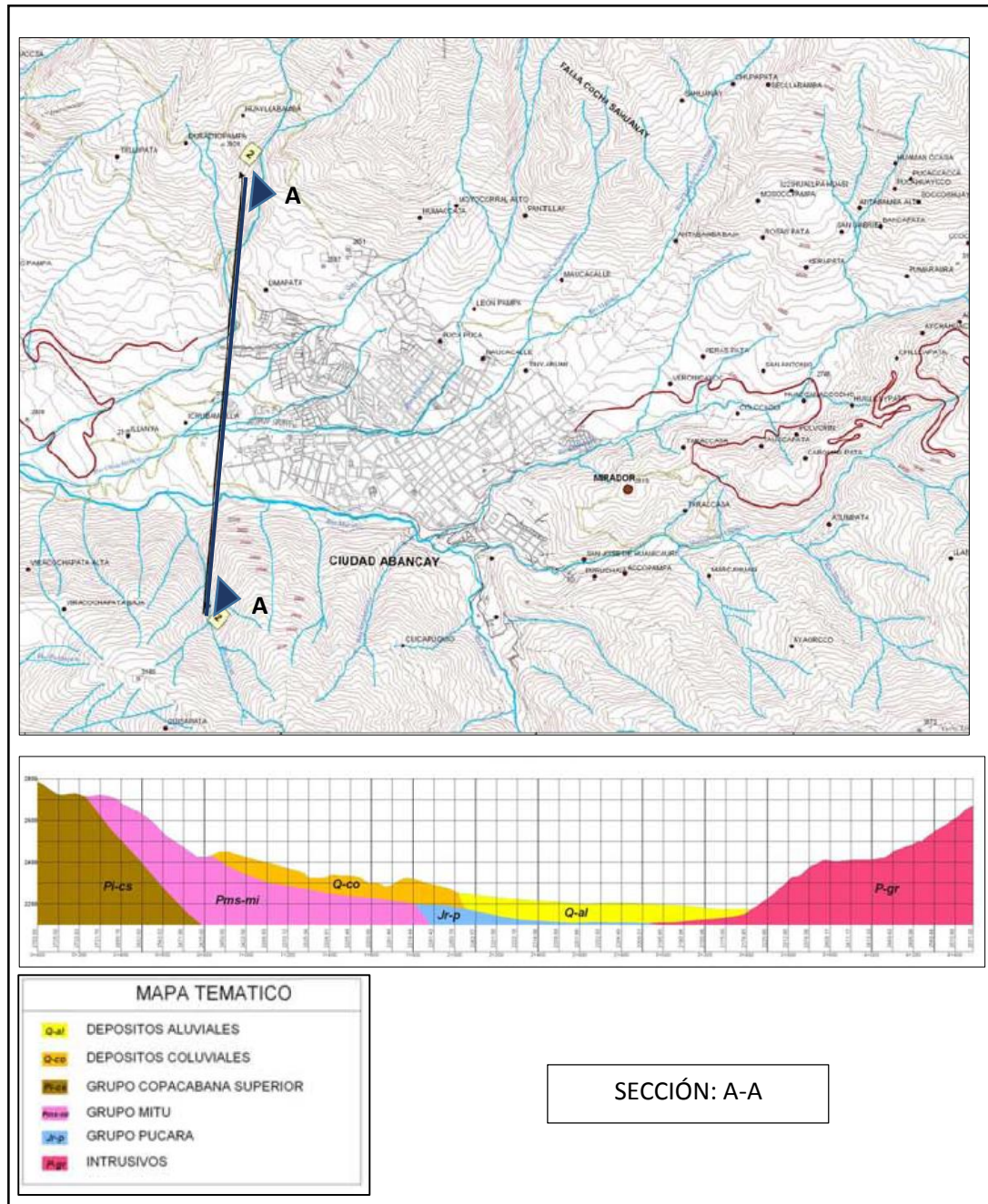
- Danny Daniel Saavedra Oré.
- Danilo Saavedra Oré.

### 3.4. ESTUDIO DE RIESGO SÍSMICO.

#### 3.4.1. IDENTIFICACIÓN DE ESTRATOS Y CLASIFICACIÓN DE SUELOS.

La ciudad de Abancay está compuesta por diversos depósitos. Estos depósitos fueron estudiados e identificados en el Estudio de Ciudades Sostenibles en el año 2007. A continuación se muestra la sección de entres y el perfil correspondiente para el proyecto.

**GRAFICO N° 8:** Depósitos en el Área de interés del Proyecto.



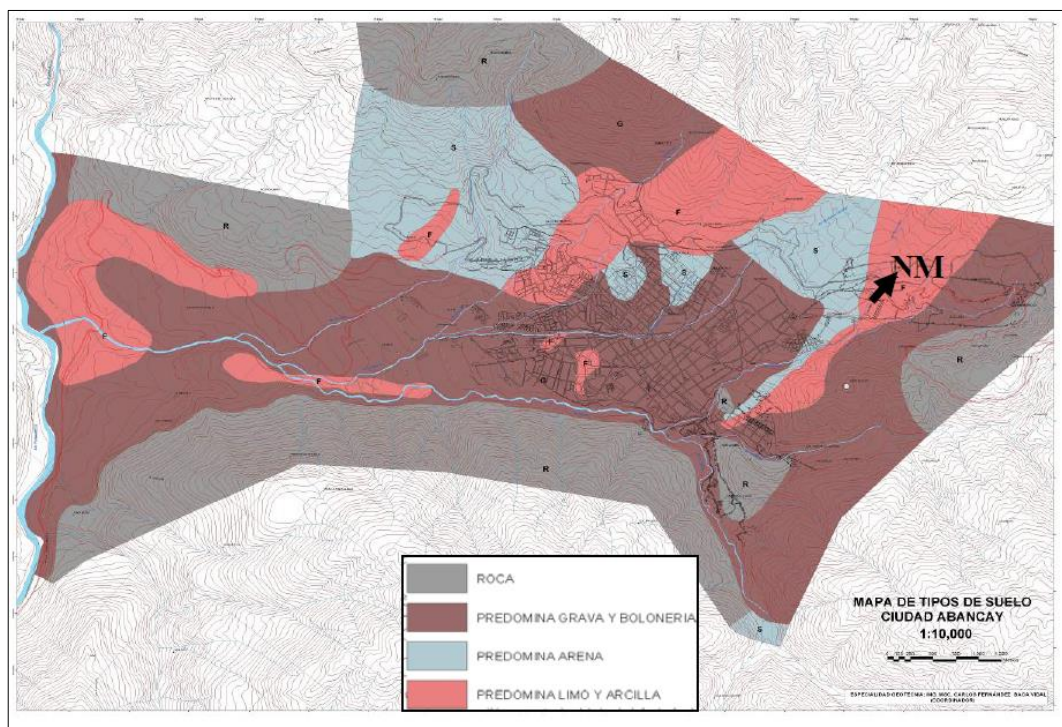
PRESENTADO POR:

- Danny Daniel Saavedra Oré.
- Danilo Saavedra Oré.

**Fuente:** Ciudades Sostenibles – Mapa de Peligros de la Ciudad de Abancay, Baca Vidal, C. F., Benavente Velasquez, R., Loayza Schiaffino, C., & Acurio Cruz.

El Estudio de Ciudades Sostenibles también desarrollo el plano de tipos de suelos en el ámbito urbano y sus alrededores de la ciudad de Abancay, en donde se puede observar que el proyecto está conformado por un suelo que predomina la grava y boloneria, como se muestra a continuación.

**GRAFICO N° 9:** Mapa de tipos de suelos.



**Fuente:** Ciudades Sostenibles – Mapa de Peligros de la Ciudad de Abancay, Baca Vidal, C. F., Benavente Velasquez, R., Loayza Schiaffino, C., & Acurio Cruz.

**PRESENTADO POR:**

- Danny Daniel Saavedra Oré.
- Danilo Saavedra Oré.



### 3.4.2. PROYECCIÓN DE EVENTOS SÍSMICOS EN EL DEPARTAMENTO DE APURÍMAC.

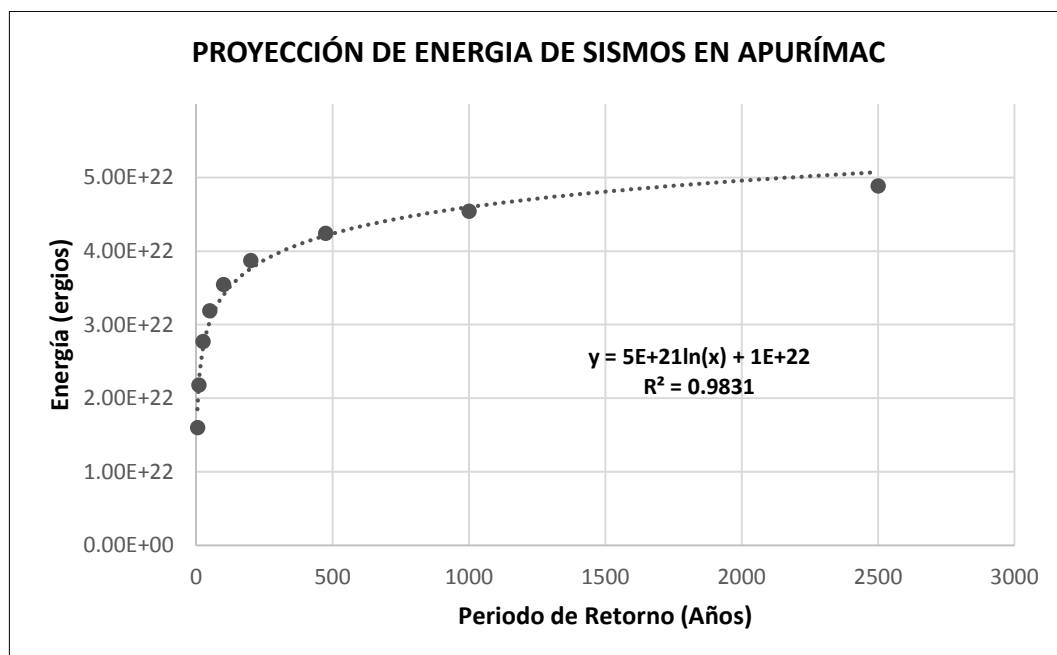
A continuación se muestra la proyección de Eventos Sísmicos en el Departamento de Apurímac hasta 2500 años de periodo de retorno.

**CUADRO N° 15:** Proyección de Eventos sísmicos por periodo de retorno.

PERIODO DE RETORNO (Años):	P	f(z)	z	Energía (ergios)	Evento Sísmico (Mb, Ms, Mw, MI).
5	0.20000	0.80000	0.85	1.601E+22	6.84
10	0.10000	0.90000	1.29	2.179E+22	6.89
25	0.04000	0.96000	1.74	2.770E+22	6.93
50	0.02000	0.98000	2.06	3.191E+22	6.96
100	0.01000	0.99000	2.33	3.545E+22	6.98
200	0.00500	0.99500	2.58	3.874E+22	7.00
475	0.00211	0.99789	2.86	4.242E+22	7.01
1000	0.00100	0.99900	3.09	4.544E+22	7.02
2500	0.00040	0.99960	3.35	4.886E+22	7.04

Elaboración: Propia.

**GRAFICO N° 10:** Proyección de Energía de los eventos Sismos en el Departamento de Apurímac por periodo de retorno.

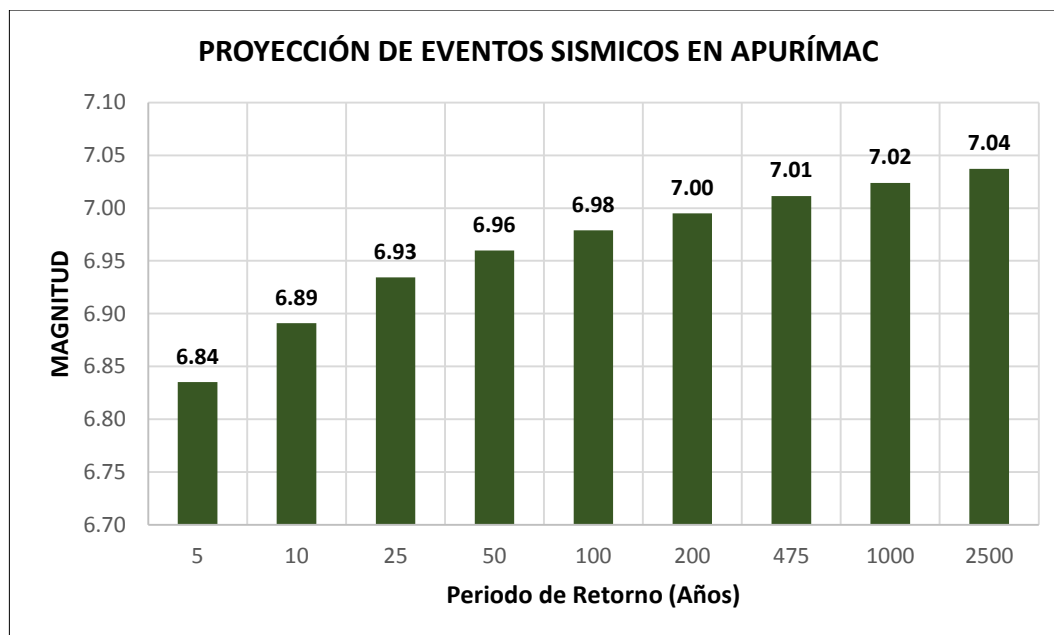


Elaboración: Propia.

**PRESENTADO POR:**

- Danny Daniel Saavedra Oré.
- Danilo Saavedra Oré.

**GRAFICO N° 11:** Proyección de eventos Sísmos en el Departamento de Apurímac por periodo de retorno.



Elaboración: Propia.

### 3.4.3. PROYECCIÓN DE EVENTOS SÍSMICOS MAYOR A UN RADIO DE 500 KM DESDE LA UBICACIÓN DEL PUENTE.

A continuación se muestra la proyección de eventos sísmicos en un radio de 500 km a la redonda de la ubicación del puente hasta 2500 años de periodo de retorno.

**CUADRO N° 16:** Proyección de eventos sísmicos por periodo de retorno.

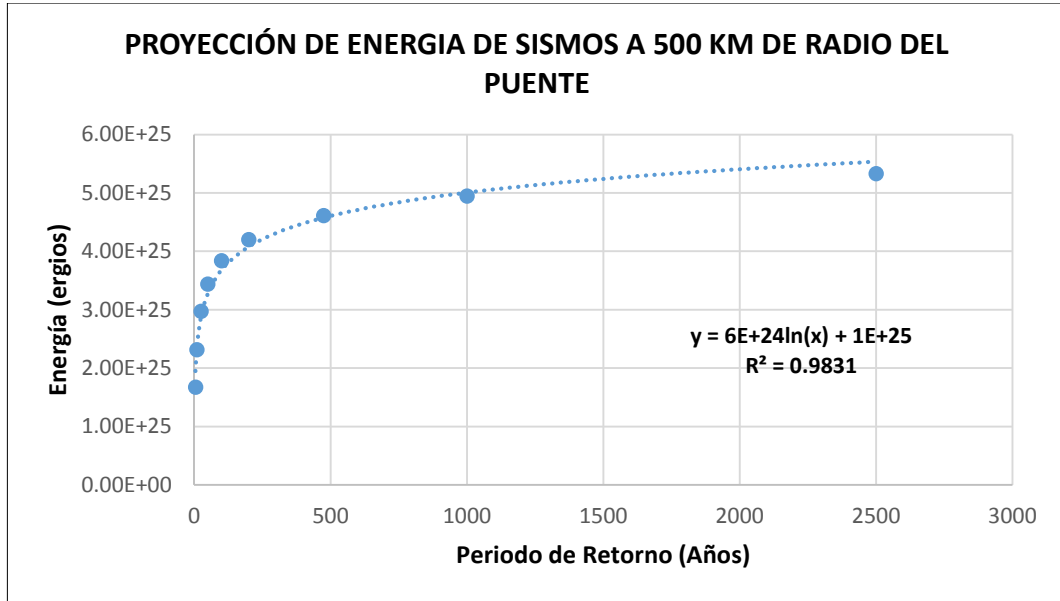
Periodo de Retorno (Años)	f	P	Z	Energía (ergios)	Evento Sísmico (Mb, Ms, Mw, MI).
5	0.20000	0.80000	0.85	1.670E+25	8.09
10	0.10000	0.90000	1.29	2.314E+25	8.15
25	0.04000	0.96000	1.74	2.972E+25	8.20
50	0.02000	0.98000	2.06	3.440E+25	8.22
100	0.01000	0.99000	2.33	3.835E+25	8.24
200	0.00500	0.99500	2.58	4.201E+25	8.26
475	0.00211	0.99789	2.86	4.611E+25	8.28
1000	0.00100	0.99900	3.09	4.947E+25	8.29
2500	0.00040	0.99960	3.35	5.328E+25	8.30

Elaboración: Propia.

**PRESENTADO POR:**

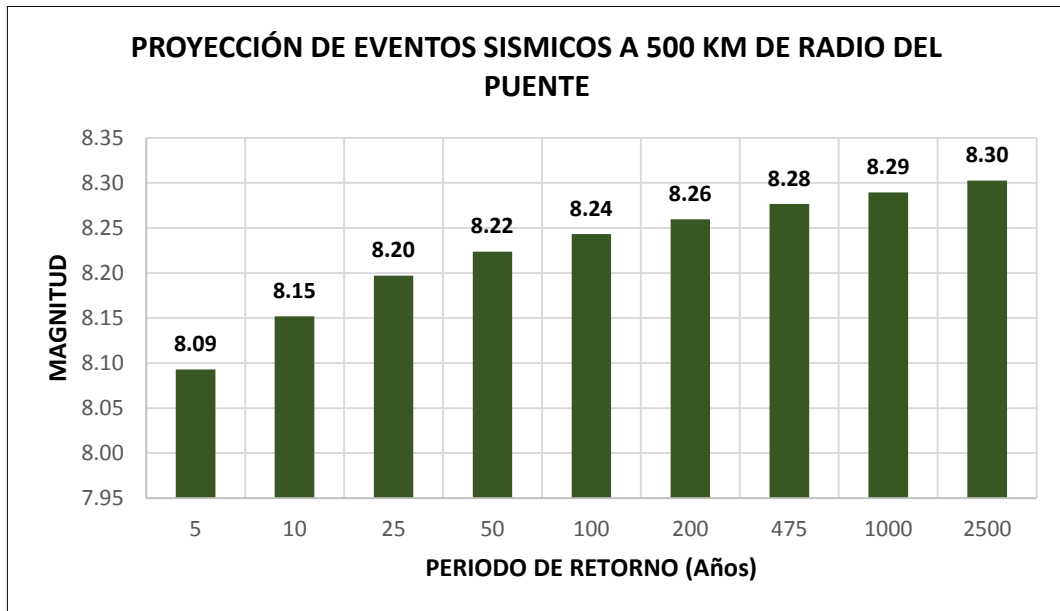
- Danny Daniel Saavedra Oré.
- Danilo Saavedra Oré.

**GRAFICO N° 12:** Proyección de Energía de los eventos Sismos en un radio de 500 km a la redonda de la ubicación del puente.



Elaboración: Propia.

**GRAFICO N° 13:** Proyección de eventos Sismos en un radio de 500 km a la redonda de la ubicación del puente.



Elaboración: Propia.

PRESENTADO POR:

- Danny Daniel Saavedra Oré.
- Danilo Saavedra Oré.

### 3.4.4. COEFICIENTE DE RESPUESTA SÍSMICA ELÁSTICA.

A continuación se muestra el espectro sísmico de diseño del proyecto.

**CUADRO N° 17:** Coeficiente de respuesta sísmica elástica,  $C_n$  con respecto al periodo de vibración del “n-ésimo” modo (s) para el proyecto.

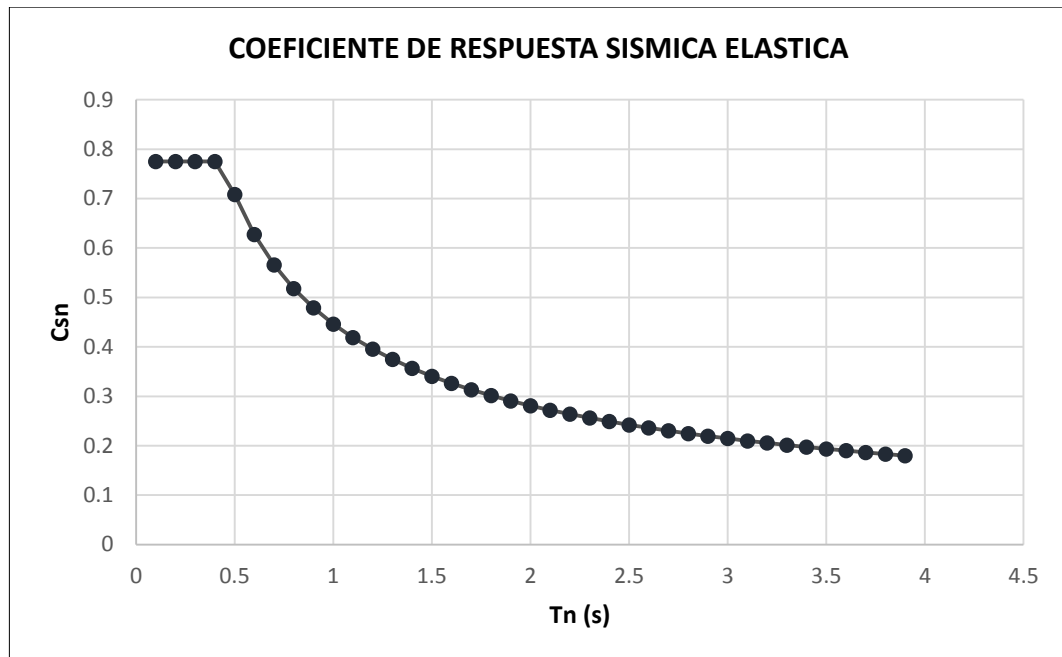
<b>T<sub>n</sub></b>	<b>C<sub>n</sub></b>
0.1	0.775
0.2	0.775
0.3	0.775
0.4	0.775
0.5	0.709
0.6	0.628
0.7	0.566
0.8	0.518
0.9	0.479
1	0.446
1.1	0.419
1.2	0.395
1.3	0.375
1.4	0.357
1.5	0.341
1.6	0.326
1.7	0.313
1.8	0.302
1.9	0.291
2	0.281
2.1	0.272
2.2	0.264
2.3	0.256
2.4	0.249
2.5	0.242
2.6	0.236
2.7	0.230
2.8	0.225
2.9	0.220
3	0.215
3.1	0.210
3.2	0.206
3.3	0.201
3.4	0.197
3.5	0.194
3.6	0.190
3.7	0.187
3.8	0.183
3.9	0.180

**Elaboración:** Propia.

**PRESENTADO POR:**

- Danny Daniel Saavedra Oré.
- Danilo Saavedra Oré.

**GRAFICO N° 14:** Coeficiente de Respuesta Sísmica Elástica.



**Elaboración:** Propia.

#### 3.4.5. MAPA DE CATEGORIZACIÓN DE PELIGROS POR EVENTOS SÍSMICOS EN EL ÁREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO.

A continuación se muestra la estratificación de riesgos y el Mapa de categorización de peligros por eventos Sísmicos en el Área de Influencia del Proyecto.

**PRESENTADO POR:**

- Danny Daniel Saavedra Oré.
- Danilo Saavedra Oré.

**CUADRO N° 18:** Estratificación de Riesgos.

SÍMBOLO	DENOMINACIÓN	DESCRIPCIÓN
	Zona critica	Sector que cuentan con suelos inestables con una topografía accidentada. En un evento sísmico extraordinario se recomienda evacuar. No debe ser utilizada como refugio para los pobladores.
	Zona vulnerable	Sectores que cuentan con suelos estables a regular, tienen una topografía regular, los edificios construidos en esta zona no cuentan con un diseño ni proceso constructivo adecuado. Pequeños anchos de vías urbanas el cual dificulta encontrar refugio en esta Zona. No es segura como refugio en caso de un evento sísmico máximo o extraordinario y no brinda un refugio adecuado para los pobladores.
	Zona segura	Sectores que cuentan con suelos estables, tienen una topografía regular, sin edificios construidos alrededor o construidos un diseño y proceso constructivo adecuado. Zona segura en un evento sísmico máximo o extraordinario y refugio para los pobladores.

**Elaboración:** Propia.

**GRAFICO N° 15:** Mapa de categorización de peligros por eventos Sísmicos en el Área de Influencia del Proyecto.



**Elaboración:** Propia.

**PRESENTADO POR:**

- Danny Daniel Saavedra Oré.
- Danilo Saavedra Oré.



Donde:

1. Es un pequeño parque, el cual se le considera como una zona segura en caso de la ocurrencia de un evento sísmico máximo, por estar alejada de edificaciones.
2. Es un terreno que actualmente es de uso agrícola, sin edificios construidos alrededor. Es una zona estable y segura como refugio. En caso que este terreno pase por un proceso de urbanización, se deberá redefinir el grado de riesgo ante eventos sísmico, ya que dependerá del tipo de edificaciones que se construyan en la zona con respecto a un adecuado proceso constructivo.
3. Es una losa deportiva, el cual se le considera como una zona segura en caso de la ocurrencia de un evento sísmico máximo, por estar alejada de edificaciones y por la poca transitividad de vehículos.
4. Es un terreno que actualmente es de uso agrícola, sin edificios construidos alrededor. Es una zona estable y segura como refugio. En caso que este terreno pase por un proceso de urbanización, se deberá redefinir el grado de riesgo ante eventos sísmico, ya que dependerá del tipo de edificaciones que se construyan en la zona con respecto a un adecuado proceso constructivo.
5. Es una losa deportiva, el cual se le considera como una zona segura en caso de la ocurrencia de un evento sísmico máximo, por estar alejada de edificaciones. Es un adecuado refugio para los pobladores del sector.
6. Es una losa multideportiva, el cual se le considera como una zona segura en caso de la ocurrencia de un evento sísmico máximo, por estar alejada de edificaciones y por la poca transitividad de vehículos.
7. Está compuesta por calles y viviendas, que se encuentran sobre terrenos con suelos estables. El problema viene las deficiencias estructurales de los edificios, los cuales no cuentan con ningún tipo de diseño. El ancho de las vías urbanas son muy pequeñas para brindar refugio a los pobladores en caso de un evento sísmico, esto por un crecimiento urbano sin planificación por parte de las autoridades y la población.
8. Está compuesta por calles y viviendas, que se encuentran sobre terrenos con suelos estables. El ancho de las vías urbanas son muy pequeñas para brindar refugio a los pobladores en caso de un evento sísmico, esto por un crecimiento urbano sin planificación por parte de las autoridades y la

**PRESENTADO POR:**

- Danny Daniel Saavedra Oré.
- Danilo Saavedra Oré.

población. Se puede observar gran cantidad de edificios en mal estado y muy convencional.

9. Zona de alto peligro en caso de que ocurra un evento sísmico máximo. Tiene problemas de deslizamientos e inestabilidad del suelo, ocasionada por escombros que se desechan en el lugar y la irregularidad topográfica que cuenta. Los edificios construidos en sus alrededores exponen a mayor esfuerzo a los taludes. En un evento sísmico, se recomienda evacuar el lugar.

### 3.5. ESTUDIO DE TRÁFICO.

#### 3.5.1. UBICACIÓN DE LAS ESTACIONES DE CONTROL POR TRAMOS.

Las ubicaciones de las estaciones de control es la siguiente:

**CUADRO N° 19:** Ubicación de las Estaciones de control.

N°	Ubicación	Estación	Tipo	Código de la Estación	N° Días	Fecha
<b>Conteo y Clasificación Vehicular</b>						
1	Esquina de Av, Aviación y Prolongación de ESSALUD II.	Aviación	Principal	E1	7	08/08/16 al 14/08/16
2	Puente Circunvalación	Circunvalación	Principal	E2	7	08/08/16 al 14/08/16
<b>Encuesta Origen - Destino</b>						
1	Esquina de Av, Aviación y Prolongación de ESSALUD II.	Aviación	Principal	OD1	3	08/08/16 al 10/08/16

**Elaboración:** Propia.

#### 3.5.2. ÍNDICE MEDIO DIARIO SEGÚN CLASE VEHICULAR.

De las estaciones de estudio, se obtiene el IMDs, el cual será afectado por el factor de corrección mensual (FC), indicado en el cuadro anterior, obteniendo el IMDA.

Los resultados obtenidos, indican un volumen vehicular en la Estación Aviación es de 1414 veh/día, y en la Estación Circunvalación es de 8078 veh/día.

**PRESENTADO POR:**

- Danny Daniel Saavedra Oré.
- Danilo Saavedra Oré.



**CUADRO N° 20:** Resumen del volumen clasificado diario de la Estación Aviación.

ESTACIÓN E1				
VEHÍCULO	IMDS	FC	IMDA	DISTRIBUCIÓN
Automóvil	244	0.82	200	14%
Station Wagon	980	0.82	804	57%
Pick Up	74	0.82	61	4%
Panel	1	0.82	1	0%
Combi	313	0.82	257	18%
Microbús	1	0.82	1	0%
Bus 2E	0	0.89	0	0%
Bus 3E	0	0.89	0	0%
Camión 2E	98	0.89	88	6%
Camión 3E	2	0.89	2	0%
Camión 4E	0	0.89	0	0%
Semitrayler 2S1/2S2	0	0.89	0	0%
Semitrayler 2S3	0	0.89	0	0%
Semitrayler 3S1/3S2	0	0.89	0	0%
Semitrayler >=3S3	0	0.89	0	0%
Trayler 2T2	0	0.89	0	0%
Trayler 2T3	0	0.89	0	0%
Trayler 3T2	0	0.89	0	0%
Trayler 3T3	0	0.89	0	0%
<b>TOTAL</b>			1414	100%

**Fuente:** Elaboración Propia.

**PRESENTADO POR:**

- Danny Daniel Saavedra Oré.
- Danilo Saavedra Oré.

**CUADRO N° 21:** Resumen del volumen clasificado diario de la Estación Circunvalación.

ESTACIÓN E2				
VEHÍCULO	IMDS	FC	IMDA	DISTRIBUCIÓN
Automóvil	2521	0.82	2069	26%
Station Wagon	6116	0.82	5019	62%
Pick Up	407	0.82	334	4%
Panel	2	0.82	2	0%
Combi	397	0.82	326	4%
Microbús	1	0.82	1	0%
Bus 2E	0	0.00	0	0%
Bus 3E	0	0.89	0	0%
Camión 2E	339	0.89	303	4%
Camión 3E	27	0.89	24	0%
Camión 4E	0	0.89	0	0%
Semitrayler 2S1/2S2	0	0.89	0	0%
Semitrayler 2S3	0	0.89	0	0%
Semitrayler 3S1/3S2	0	0.89	0	0%
Semitrayler >=3S3	0	0.89	0	0%
Trayler 2T2	0	0.89	0	0%
Trayler 2T3	0	0.89	0	0%
Trayler 3T2	0	0.89	0	0%
Trayler 3T3	0	0.89	0	0%
TOTAL			8078	100%

**Fuente:** Elaboración Propia.

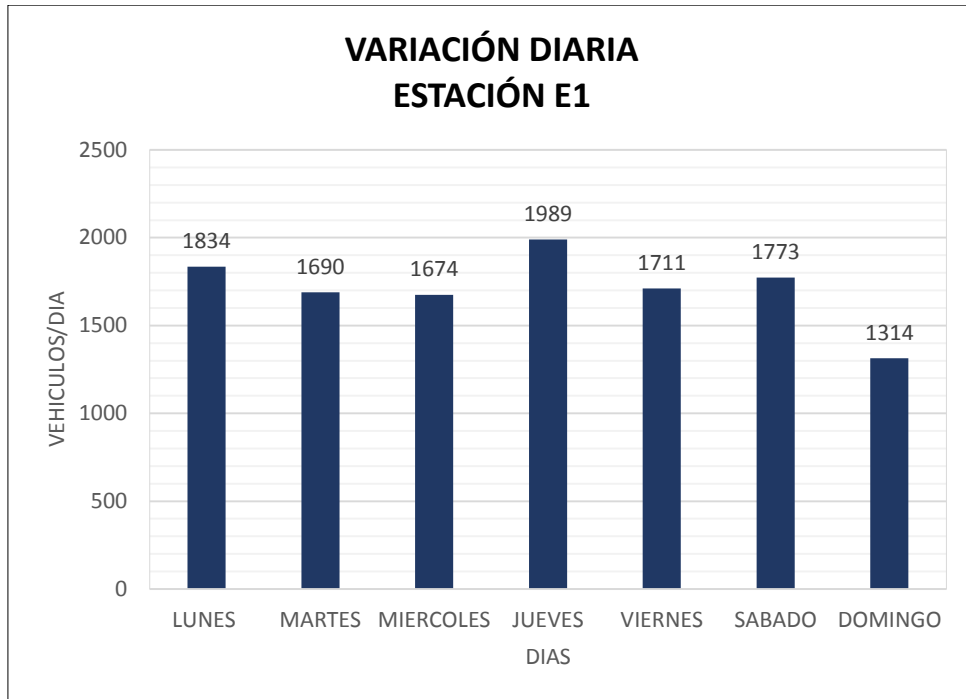
### 3.5.3. DÍA PICO.

El día pico es aquel que registra el mayor volumen de tránsito, durante la semana de conteo. Para lo cual a continuación mostramos las gráficas siguientes que contienen el mayor volumen de tráfico que se presentó durante una semana de conteo en cada estación establecida.

**PRESENTADO POR:**

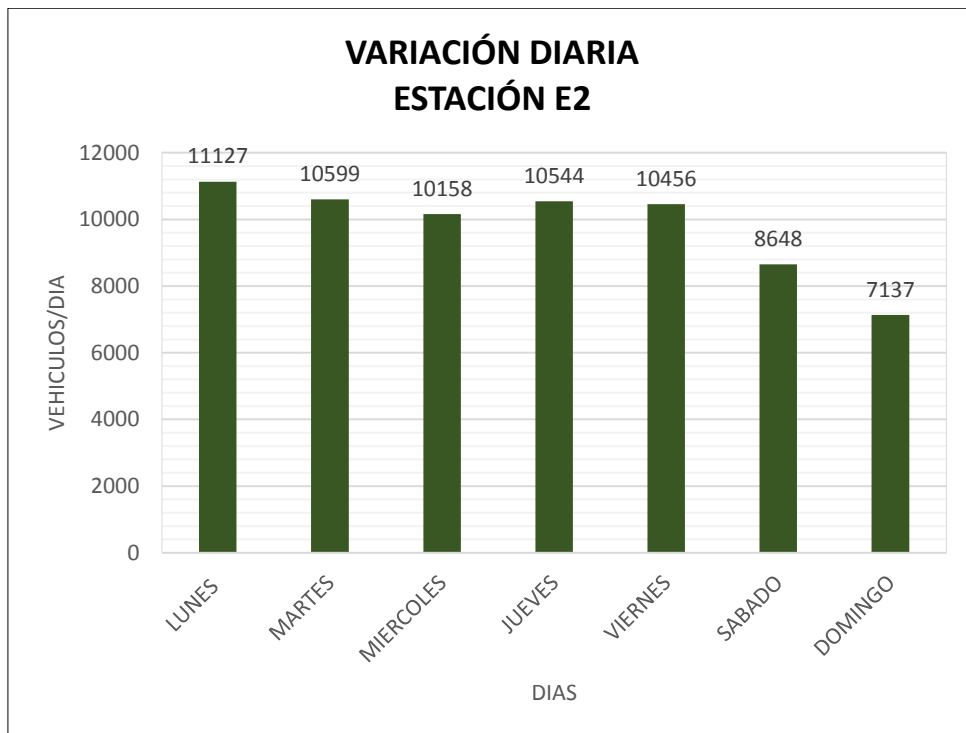
- Danny Daniel Saavedra Oré.
- Danilo Saavedra Oré.

GRAFICO N° 16: Estación Aviación "E1".



Fuente: Elaboración Propia.

GRAFICO N° 17: Estación Circunvalación "E2".



Fuente: Elaboración Propia.

PRESENTADO POR:

- Danny Daniel Saavedra Oré.
- Danilo Saavedra Oré.

### 3.5.4. HORA PICO.

La hora pico es aquella que registra el mayor volumen de tránsito durante 24 horas del día. Las gráficas siguientes incluidas a continuación contiene la curva de variación horaria por sentido de circulación.

**GRAFICO N° 18:** Variación del Trafico Horario de la Estación Aviación “E1”.



Fuente: Elaboración Propia.

**GRAFICO N° 19:** Variación del Trafico Horario de la Estación Circunvalación “E2”.



Fuente: Elaboración Propia.

PRESENTADO POR:

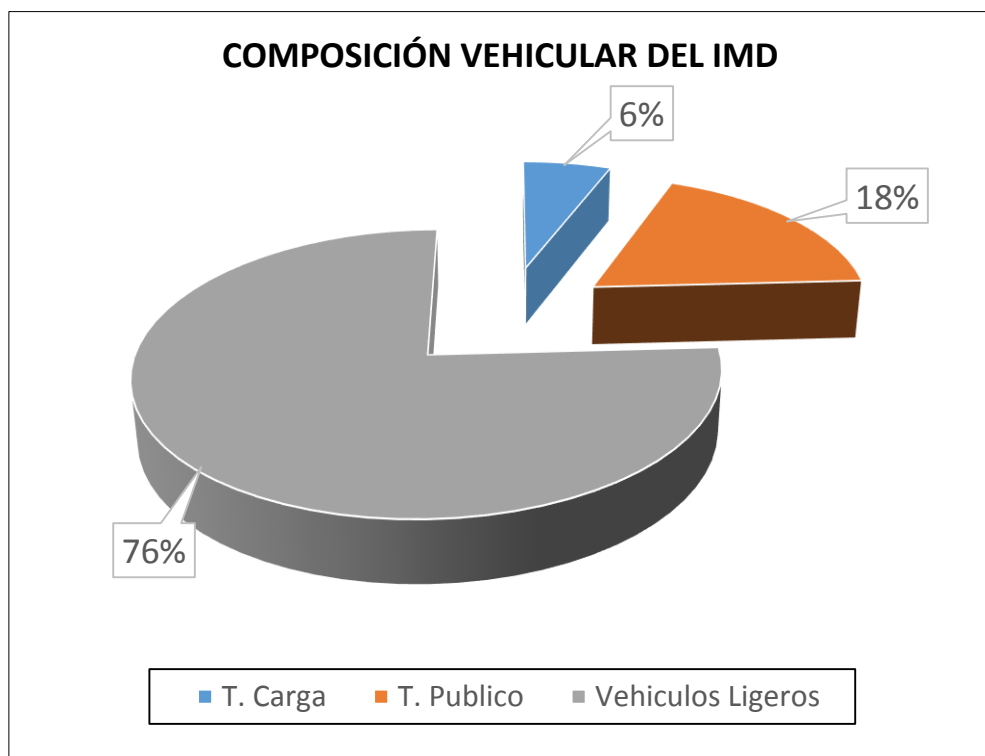
- Danny Daniel Saavedra Oré.
- Danilo Saavedra Oré.

### 3.5.5. COMPOSICIÓN VEHICULAR.

La composición vehicular de la zona se basa en vehículos ligeros que transportan pasajeros a distintas arterias de la ciudad, cabe resaltar que el tipo de vehículo que realizara esta actividad son los Autos y Station Wagon.

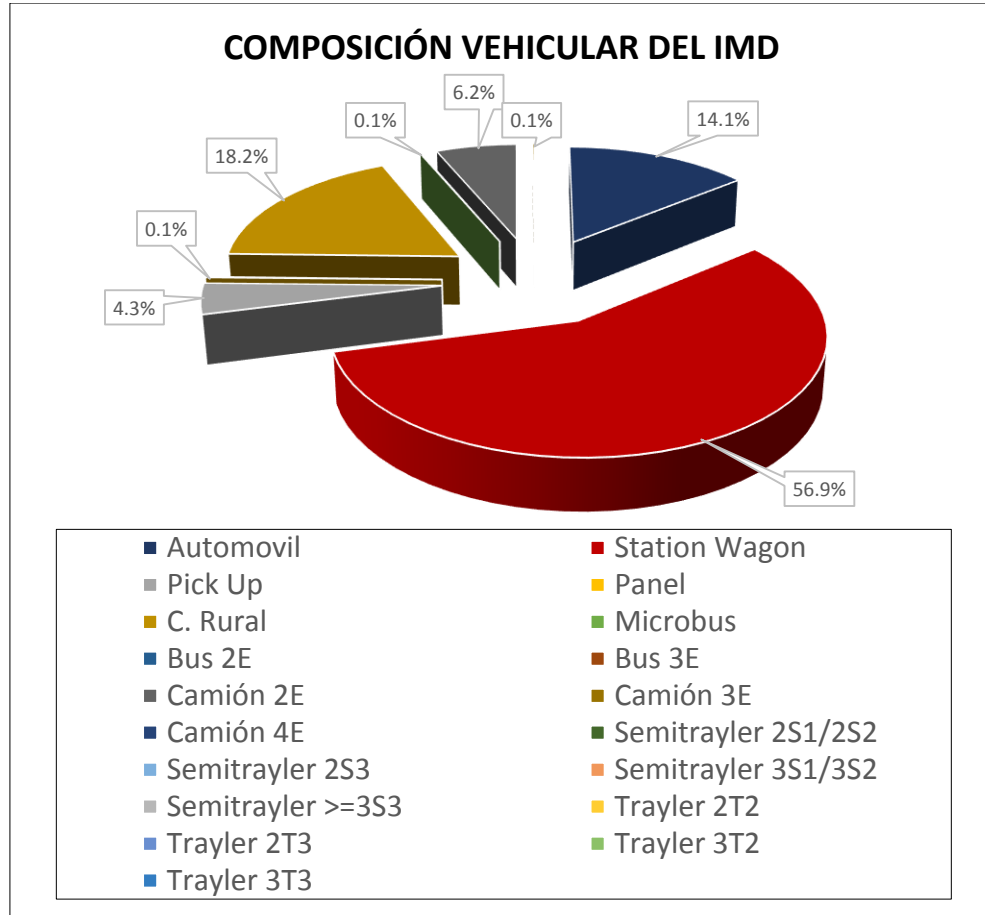
El transporte Público de Pasajeros es reducido en las dos estaciones establecidas para el estudio, casi representando el 1% o 2%, así como también se ve que el Transporte de Carga conforma también una menor parte de la Composición Vehicular del IMD.

**GRAFICO N° 20:** Composición Vehicular Estación Aviación "E1".



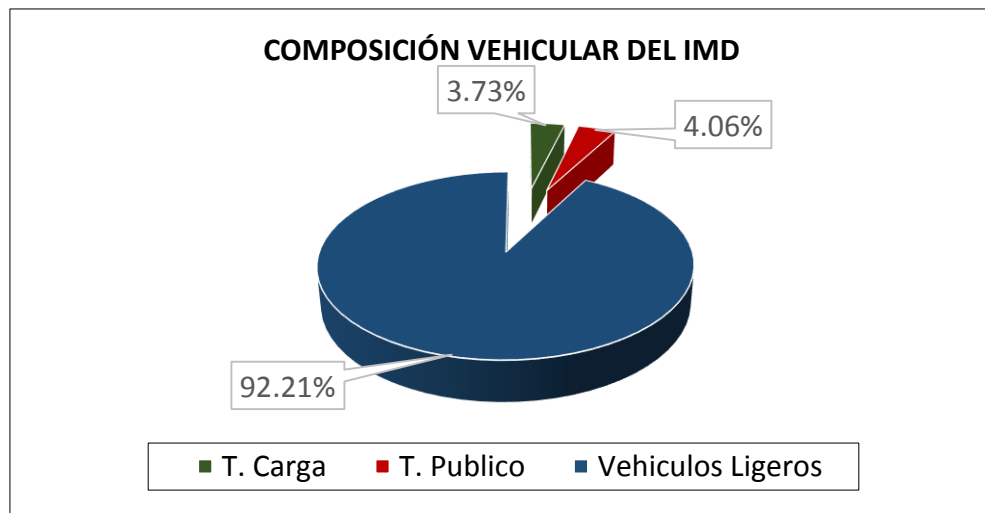
**Fuente:** Elaboración Propia.

**GRAFICO N° 21:** Composición Vehicular por tipo de vehículo Estación Aviación “E1”.



Fuente: Elaboración Propia.

**GRAFICO N° 22:** Composición Vehicular Estación Circunvalación “E2”.

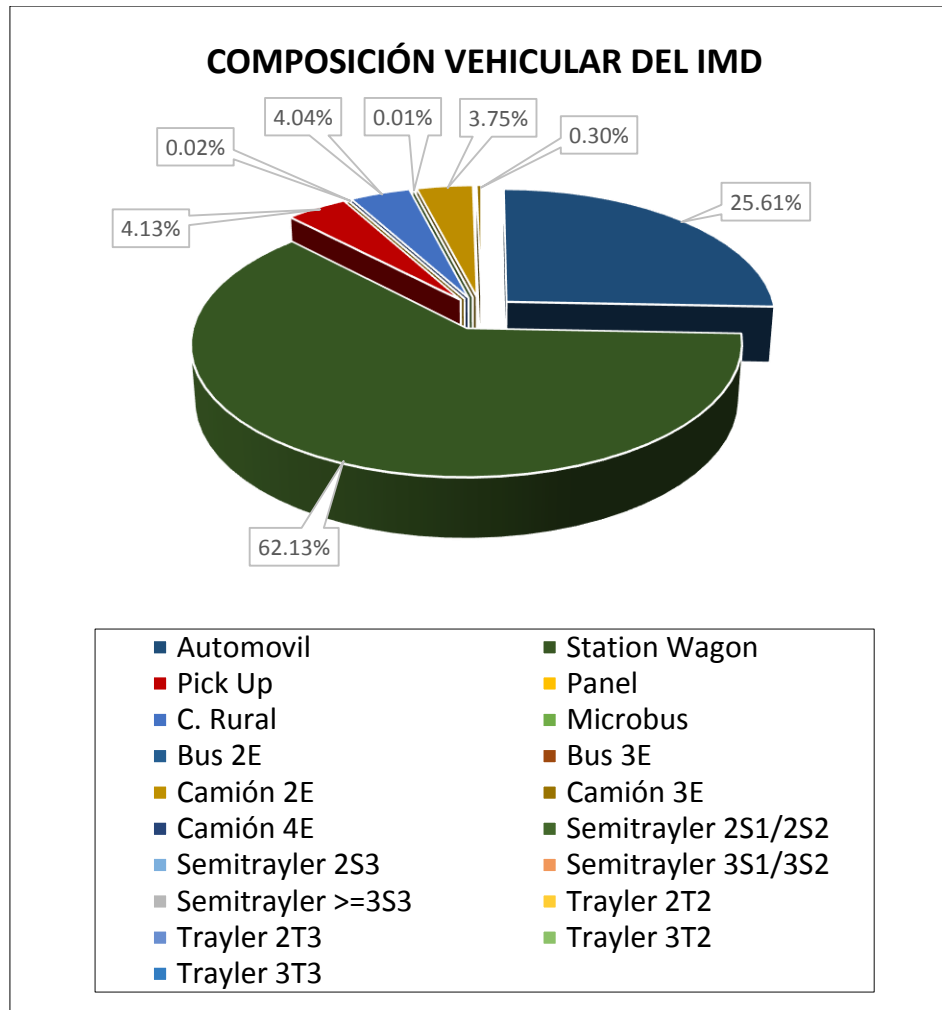


Fuente: Elaboración Propia.

**PRESENTADO POR:**

- Danny Daniel Saavedra Oré.
- Danilo Saavedra Oré.

**GRAFICO N° 23:** Composición Vehicular por tipo de vehículo Estación Circunvalación “E2”.



**FUENTE:** Elaboración Propia.

### 3.5.6. PROYECCIÓN DEL TRAFICO TOTAL.

Como se ha explicado, el tráfico total de la carretera está compuesto por el tráfico normal, el tráfico generado por el proyecto y el tráfico desviado de otras rutas. Por ello, el tráfico proyectado final es el resultado de sumar los tráficos normal y generado proyectados.

**PRESENTADO POR:**

- Danny Daniel Saavedra Oré.
- Danilo Saavedra Oré.



**CUADRO N° 22:** Proyección del Tráfico Vehicular Total de la Estación Aviación “E1”.

VEHÍCULO	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036
Automóvil	200	202	278	280	283	286	289	291	296	298	301	303	306	310	313	316	319	323	325	329	332
Station Wagon	804	812	1115	1126	1138	1149	1160	1172	1185	1195	1207	1220	1232	1244	1257	1269	1282	1295	1308	1321	1334
Pick Up	61	62	84	85	85	87	89	89	90	91	91	92	93	94	96	97	98	98	99	100	101
Panel	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
C. Rural	257	260	356	361	363	368	371	375	378	382	387	390	395	397	401	406	409	414	417	422	427
Microbus	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Bus 2E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Bus 3E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Camión 2E	88	93	134	139	145	153	160	167	175	184	192	201	212	221	232	244	255	268	281	295	309
Camión 3E	2	2	2	2	2	3	3	3	3	3	3	5	5	5	5	5	6	6	6	6	7
Camión 4E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Semitrayler 2S1/2S2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Semitrayler 2S3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Semitrayler 3S1/3S2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Semitrayler >=3S3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Trayler 2T2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Trayler 2T3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Trayler 3T2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Trayler 3T3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>TOTAL</b>	<b>1414</b>	<b>1433</b>	<b>1971</b>	<b>1995</b>	<b>2018</b>	<b>2048</b>	<b>2074</b>	<b>2099</b>	<b>2129</b>	<b>2155</b>	<b>2183</b>	<b>2213</b>	<b>2245</b>	<b>2273</b>	<b>2306</b>	<b>2339</b>	<b>2371</b>	<b>2406</b>	<b>2438</b>	<b>2475</b>	<b>2512</b>

FUENTE: Elaboración Propia.



### 3.6. ESTUDIO DE TRAZO Y DISEÑO VIAL DE LOS ACCESOS.

#### 3.6.1. NÚMERO DE CARRILES / ANCHO DE LAS CALZADAS.

- **Diseño del Puente de Interconexión.**

Número de Carriles: 2 carriles.

- **Diseño del Acceso.**

Número de Carriles: 2 carriles.

#### 3.6.2. ANCHO DE CARRILES.

- **Diseño del Puente de Interconexión.**

Ancho de Carril: 3.00 m.

- **Diseño del Acceso.**

Ancho de Carril: 3.00 m.

#### 3.6.3. BOMBEO.

La magnitud del bombeo dependerá del tipo de superficie de rodadura y de los niveles de precipitación de la zona.

**CUADRO N° 23:** Bombeo de la Calzada.

Ancho Mínimo de Carril en Pista Normal (Mts)	Bombeo %	
	Precipitación <500mm/año	Precipitación >500mm/año
Pavimento Superior	2.0	2.5
Tratamiento Superficial	2.5	2.5 – 3.0
Afirmado	3.0 – 3.5	3.0 – 4.9

**Fuente:** Manual de Diseño Geométrico de Vías Urbanas - 2005 – ICG.

#### 3.6.4. PERALTE.

Teniendo en cuenta lo indicado en el párrafo anterior, y con la finalidad de lograr una coherencia con lo establecido por la norma vigente para diseño de carreteras peruanas, que establece que el peralte máximo de dichas vías, en los tramos de cruce de áreas urbanas será de 6%; se ha establecido como peralte máximo el 6% para las vías expresas y arteriales y el 4% para las vías locales y colectoras.

**PRESENTADO POR:**

- Danny Daniel Saavedra Oré.
- Danilo Saavedra Oré.



### 3.6.5. PERALTE DE LAS BERMAS.

La diferencia algebraica entre las pendientes transversales de la berma superior y la calzada, será siempre igual o menor de 7 %.

### 3.6.6. SEPARADORES O BERMAS CENTRALES.

- **Diseño del Puente de Interconexión.**

Berma Central: No presenta.

- **Diseño del Acceso.**

Berma Central: 1.50 m.

### 3.6.7. BERMAS LATERALES.

- **Diseño del Puente de Interconexión.**

Berma Lateral: 0.50m. (Se implementa solo por motivos de emergencia)

- **Diseño del Acceso.**

Berma Lateral: 1.00m.

### 3.6.8. SARDINELES.

- **Diseño del Puente de Interconexión.**

Sardinel (altura): 0.20 m

Sardinel (ancho): 0.20 m

- **Diseño del Acceso.**

Sardinel (altura): 0.20 m

Sardinel (ancho): 0.15 m

### 3.6.9. DISTANCIAS LATERALES Y VERTICALES LIBRES EN LAS VÍAS.

- **Diseño del Puente de Interconexión.**

Distancia Vertical: 0.20 m

Distancia Horizontal: 1.20 m

- **Diseño del Acceso.**

Distancia Vertical: 0.20 m

Distancia Horizontal: 1.20 m

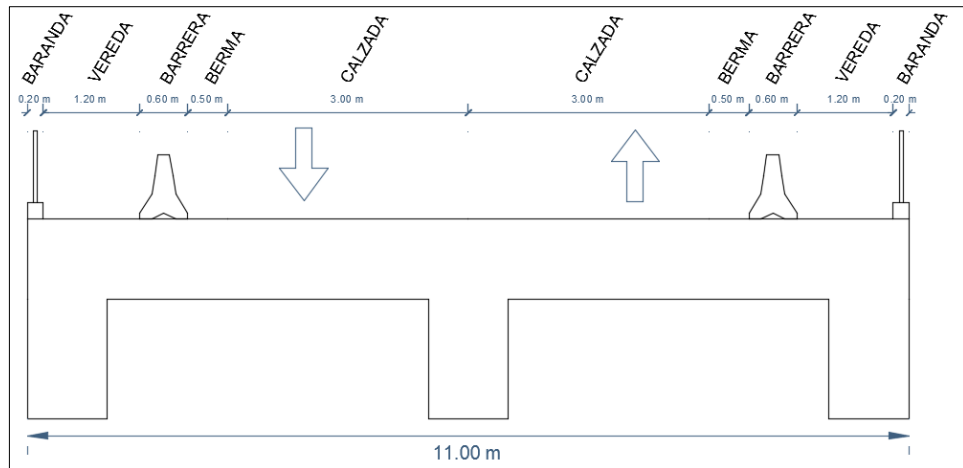
#### PRESENTADO POR:

- Danny Daniel Saavedra Oré.
- Danilo Saavedra Oré.

### 3.6.10. SECCIONES TRANSVERSALES TÍPICAS.

- Sección Transversal Típica del Puente de Interconexión.

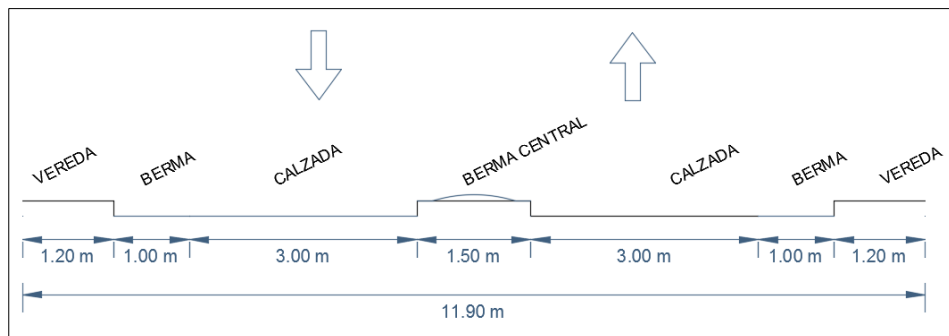
**GRAFICO N° 24:** Sección Transversal Típica del Puente de Interconexión.



**Fuente:** Elaboración Propia.

- Sección Transversal Típica de los Accesos.

**GRAFICO N° 25:** Sección Transversal Típica de los Accesos.



**Fuente:** Elaboración Propia.

**PRESENTADO POR:**

- Danny Daniel Saavedra Oré.
- Danilo Saavedra Oré.



#### 4. INGENIERÍA DEL PROYECTO.

##### 4.1. OBJETIVO.

El objetivo del análisis estructural es dimensionar y justificar la estabilidad del puente, teniendo caramente en cuenta la seguridad de los usuarios y el costo del proyecto.

##### 4.2. CARACTERÍSTICA DEL PUENTE.

El puente planteado será continuo de tipo girber que tendrá una longitud total de 75 m y establecido en dos tramos conformado por estructuras de 35 m y 40 m, con apoyos intermedios. El puente se proyecta de dos carriles, con un ancho de calzada de 6.00 m. y dos veredas laterales de un ancho total de 1.00 m. cada una. El puente se ha proyectado de acuerdo al Reglamento Americano del AASHTO LRFD y el Manual de Diseño de Puentes para la sobrecarga de diseño HL93.

##### 4.3. FILOSOFÍA DE DISEÑO.

El puente se diseñara teniendo en cuenta los Estados Limites que establece el Manual de Diseño de Puentes, que especifica los objetivos de constructibilidad, seguridad, y serviciabilidad, como también tener en consideración la inspección, economía y estética.

Para el Diseño se seguirá la filosofía del método LRFD (Load and Resistance Factor Design), que se basa en la siguiente ecuación:

$$n \sum \gamma_i \phi_i \leq \phi R_r$$

Para el cual:

$$n = N_D N_R N_i$$

Donde:

$\gamma_i$ : Factor de Carga.

$\phi$ : Factor de Resistencia.

n: Factor que relaciona a la ductilidad.

$N_D$ : Factor que se refiere a la ductibilidad.

$N_R$ : Factor que se refiere a la redundancia.

$N_i$ : Factor que se refiere a la importancia operativa.

$Q_i$ : Efectos de fuerzas.

$R_n$ : Resistencia nominal.

$R_r$ : Resistencia factorizada:  $\phi R_n$ .

Se considerara  $\phi=1.0$ .

#### PRESENTADO POR:

- Danny Daniel Saavedra Oré.
- Danilo Saavedra Oré.



#### 4.4. MATERIALES.

Los materiales que se utilizarán en el proyecto, deberán cumplir con las normas que se indica en el MANUAL DE DISEÑO DE PUENTES.

Los materiales y sus especificaciones se muestran a continuación:

##### 4.4.1. ACERO DE REFUERZO.

Las barras de refuerzo deberán ser corrugadas y con una resistencia a la fluencia ( $f_y$ ) de 4200 kg/cm<sup>2</sup> de grado 60. A continuación se muestra sus propiedades:

- **Módulo de Elasticidad:** 2 040 000 kg/cm<sup>2</sup>.
- **Peso Volumétrico:** 7850 kg/cm<sup>2</sup>.

##### 4.4.2. TORÓN.

Los torones serán de siete alambres de baja relajación y con una resistencia a la tracción ( $f_{pu}$ ) de 18 900 kg/cm<sup>2</sup> de grado 270. A continuación se muestra sus propiedades:

- **Resistencia a la fluencia  $f_{py}$ :** 90%  $f_{pu}$ .
- **Módulo de Elasticidad:** 2 000 000 kg/cm<sup>2</sup>.

##### 4.4.3. CONCRETO.

El concreto deberá ser de densidad normal y con una resistencia a la compresión ( $f'c$ ) de 280 kg/cm<sup>2</sup>. A continuación se muestra sus propiedades:

- **Coefficiente de expansión térmica:**  $10.8 \times 10^{-6} / ^\circ C$ .
- **Peso Volumétrico:** 2500 kg/cm<sup>2</sup>.
- **Módulo de Elasticidad:** 284419.53 kg/cm<sup>2</sup>.
- **Módulo de Poisson:** 0.2.

Nota: Se considerara estos valores para todos los elementos estructurales del puente excepto las trabes que utilizara un concreto de resistencia igual a 420 kg/cm<sup>2</sup>.

#### 4.5. CARGAS Y FACTORES DE CARGA.

##### 4.5.1. PESO PROPIO Y CARGA MUERTE.

La carga permanente del puente se determinara de acuerdo al tipo de material que se utilice para su construcción, de acuerdo al siguiente cuadro:

#### PRESENTADO POR:

- Danny Daniel Saavedra Oré.
- Danilo Saavedra Oré.

**CUADRO N° 24:** Peso específico por material.

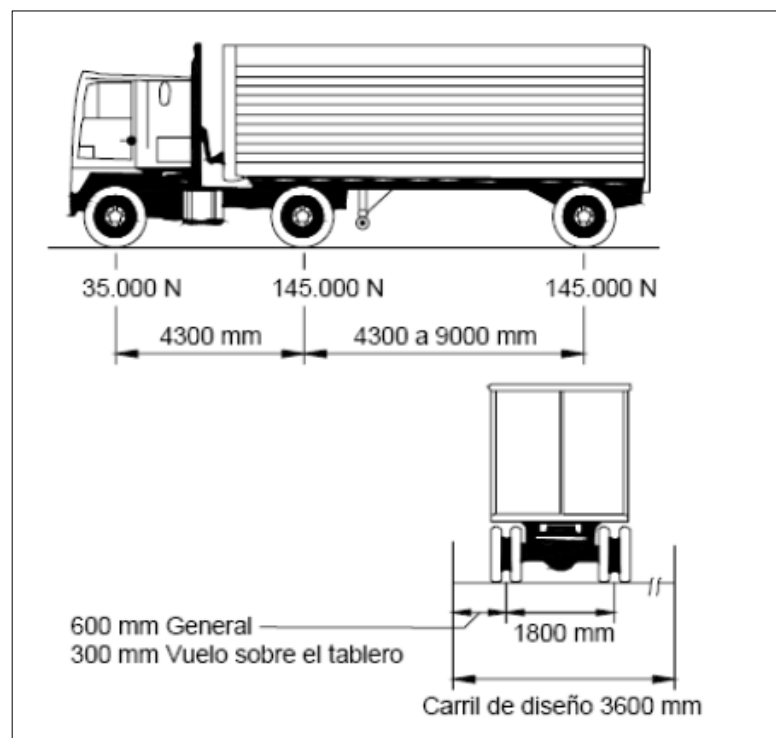
MATERIAL	Y (kgf/m <sup>3</sup> )
Agua dulce	1000
Agua salada	1020
Acero	7850
Aluminio	2800
Arena, tierra o grava sueltas, arcilla	1600
Arena, tierra o grava compactada	1900
Asfalto, Macadam	2200
Concreto ligero	1740
Concreto normal	2400
Concreto Armado	2500

**Fuente:** Manual de Diseño de Puentes.

#### 4.5.2. CARGAS VIVAS DEL VEHÍCULO.

El vehículo de diseño de acuerdo al Manual de Diseño de Puentes, será el HL-93 (anteriormente se utilizaba HS20 o H20-S16), donde la distancia entre ejes de 145 kN (14.78 tn) se encuentra entre 4.30 m y 9.00 m. Esto de acuerdo al siguiente gráfico:

**GRAFICO N° 26:** Características del camión de Diseño.



**Fuente:** Manual de Diseño de Puentes.

**PRESENTADO POR:**

- Danny Daniel Saavedra Oré.
- Danilo Saavedra Oré.



La sobrecarga distribuida será igual a 0.970 tn/m, para lo cual no se considerara los efectos dinámicos, de acuerdo al Manual de Diseño de Puentes.

La dimensión del área de contacto en dirección longitudinal está dado por la siguiente expresión:

$$I = 0.0228YP$$

Y: Factor de carga correspondiente a la carga viva en la condición limite considerada.

P: Carga correspondiente a una sola rueda (72.5 kN).

Se tendrá el siguiente resultado:

$$I = 0.0228 (1) (72.5)$$

$$I = 1.653 \text{ m}$$

#### 4.5.3. FUERZAS DE FRENADO Y DE ACELERACIÓN.

De acuerdo al Manual de Diseño de Puentes, la fuerza de frenado y de aceleración se supondrá igual al 25% de las cargas vehiculares de cada uno de los ejes de los camiones. Se supondrá que las fuerzas de frenado y de aceleración actúan horizontalmente, en dirección longitudinal estando aplicadas a 1.8 m sobre el nivel de la losa de tablero.

#### 4.5.4. CARGA SOBRE VEREDAS, BARANDAS Y SARDINELES.

- **SOBRE CARGA VEREDAS.**

La sobre carga de las veredas será igual a 360 kg/m<sup>2</sup>.

- **FUERZAS SOBRE SARDINEL.**

El sardinel resistirá una fuerza lateral igual a 760 kg/m.

- **FUERZAS SOBRE BARANDAS.**

Las fuerzas sobre las barandas se muestran a continuación:

**Ft (Transversal):** 24.5 tn.

**Fl (Longitudinal):** 8.2 tn.

**Fv (Vertical abajo):** 8.2 tn.

#### PRESENTADO POR:

- Danny Daniel Saavedra Oré.
- Danilo Saavedra Oré.



#### 4.5.5. CARGA EN PUENTES PEATONALES.

La sobre carga peatonal será igual a 510 kg/m<sup>2</sup>.

#### 4.5.6. CARGA POR EFECTOS DE SISMOS.

El espectro de diseño se determinó en el Estudio Sísmico en Anexos. El resumen de los resultados se muestra en el capítulo 8.4.4.

#### 4.5.7. CARGAS DE VIENTO.

La velocidad de viento está dado por la siguiente expresión:

$$V_z = C V_{10} \ln\left(\frac{Z}{Z_0}\right) \geq V_{10}$$

Donde:

V<sub>z</sub>: Velocidad del viento (km/h) a la altura z

V<sub>10</sub>: Velocidad de referencia, correspondiente a z = 10 m.

Z: Altura por encima del nivel del terreno o del agua, m.

C, z<sub>0</sub>: Constantes.

La presión que produce el viento será igual a:

$$P = P_B \left(\frac{V_z}{100}\right)^2$$

Donde:

P: presión del viento, kN/m<sup>2</sup>

V<sub>z</sub>: velocidad del viento a la altura z, km/h.

P<sub>B</sub>: presión básica correspondiente a una velocidad de 100 km/h.

### 4.6. FACTORES DE CARGAS Y COMBINACIONES.

#### 4.6.1. CARGAS Y NOTACIONES.

Las cargas a considerarse de acuerdo al Manual de Diseño de Puentes, se muestran a continuación:

- **Cargas permanentes.**

DC: Carga muerta de Componente estructural y no estructural.

DW: Carga muerta de la superficie de rodadura y dispositivos auxiliares.

EH: Presión de tierra horizontal.

ES: Carga superficial en el terreno.

EV: Presión vertical del terreno.

#### PRESENTADO POR:

- Danny Daniel Saavedra Oré.
- Danilo Saavedra Oré.



- **Cargas Transitorias.**

BR: Fuerza de frenado vehicular.

EQ: Sismo.

FR: Fricción.

IM: Carga de impacto.

LL: Carga viva vehicular.

LS: Carga viva superficial.

PL: Carga viva de peatones.

WS: efecto de viento sobre la estructura.

#### 4.6.2. FACTORES DE CARGA Y COMBINACIÓN.

La carga total factorizada se determinara con la siguiente expresión:

$$Q = n \sum \gamma_i q_i$$

Donde:

n: modificación de cargas.

$q_i$ : Carga especificada.

$\gamma_i$ : factor de carga

De acuerdo al MANUAL DE DISEÑO DE PUENTES, a continuación se especifica los estados límites:

**RESISTENCIA I:** Combinación básica de carga relacionada con el uso vehicular normal sin considerar el viento.

**RESISTENCIA II:** Combinación de carga relaciona al uso del puente mediante vehículos de diseño especiales especificados por el propietario y/o vehículos que permiten la evaluación, sin considerar el viento.

**RESISTENCIA III:** Combinación de carga relacionada al puente expuesto al viento con una velocidad mayor que 90 km/h.

**RESISTENCIA IV:** Combinación de carga relacionada a relaciones muy altas de la carga muerta a la carga viva.

**RESISTENCIA V:** Combinación de carga relacionada al uso vehicular normal del puente considerando el viento a una velocidad de 90 km/h.

**EVENTO EXTREMO I:** Combinación de Carga incluyendo sismo.

**EVENTO EXTREMO II:** Combinación de carga relacionada a la carga de viento, choque de vehículos y ciertos eventos hidráulicos con carga viva reducida, distinta de la carga de choque vehicular.

**SERVICIO I:** Combinación de carga relacionada al uso operativo normal del puente con viento a 90 km/h y con todas las cargas a su valor nominal sin factorizar. También está relacionada al control de la deflexión en estructuras metálicas empotradas, placas de revestimiento de túneles y tubos termoplásticos, así como controlar el ancho de la grietas en estructuras de concreto armado.

**SERVICIO II:** Combinación de carga considerada para controlar la fluencia de la estructura de acero y el deslizamiento de las conexiones críticas, debidos a la carga viva vehicular.

**SERVICIO III:** Combinación de carga relacionada solamente a la fuerza de tensión en estructuras de concreto pretensado, con el objetivo de controlar las grietas.

**FATIGA:** Combinación de fatiga y carga de fractura, relacionada a la carga viva vehicular repetitiva y las respuestas dinámicas bajo un camión de diseño simple con el espaciamiento entre ejes.

La combinación de Carga y Factores de carga se presenta continuación:

**CUADRO N° 25:** Combinación de Carga y Factores de carga.

Combinación de Cargas Estado Limite	DC DD DW EH EV ES	LL IM CE BR PL LS	WA	WS	WL	FR	TU CR SH	TG	SE	Usar solamente uno de losas indicados en estas columnas en cada combinación			
										EQ	IC	CT	CV
RESISTENCIA I	$\gamma_p$	1.75	1.00			1.00	0.50/1.20	YTG	YSE				
RESISTENCIA II	$\gamma_p$	1.35	1.00			1.00	0.50/1.20	YTG	YSE				
RESISTENCIA III	$\gamma_p$		1.00	1.40		1.00	0.50/1.20	YTG	YSE				
RESISTENCIA IV Solamente EH, EV, ES, DW, DC	$\gamma_p$ 1.5		1.00			1.00	0.50/1.20						
RESISTENCIA V	$\gamma_p$	1.35	1.00	0.40	0.40	1.00	0.50/1.20	YTG	YSE				
EVENTO EXTREMO I	$\gamma_p$	YEQ	1.00			1.00				1.00			
EVENTO EXTREMO II	$\gamma_p$	0.50	1.00			1.00					1.00	1.00	1.00
SERVICIO I	1.00	1.00	1.00	0.30	0.30	1.00	1.00/1.20	YTG	YSE				
SERVICIO II	1.00	1.30	1.00			1.00	1.00/1.20						
SERVICIO III	1.00	0.80	1.00			1.00	1.00/1.20	YTG	YSE				
FATIGA - solamente LL, IM y CE		0.75											

**Fuente:** Manual de Diseño de Puentes.

**PRESENTADO POR:**

- Danny Daniel Saavedra Oré.
- Danilo Saavedra Oré.

**CUADRO N° 26:** Factores de Cargas para Cargas Permanentes (Yp).

Tipo de Carga	Factor de Carga	
	Máximo	Mínimo
DC: Componentes y Auxiliares	1.25	0.90
DD: Fuerza de arrastre hacia abajo	1.80	0.45
DW: Superficies de Rodadura y Accesorios.	1.50	0.65
EH: Presión horizontal de tierra		
*Activa	1.50	0.90
*En reposo	1.35	0.90
EV: Presión vertical de tierra		
* Estabilidad global	1.35	N/A
* Estructuras de Retención	1.35	1
* Estructuras Rígidas Empotradas	1.30	0.9
* Pórticos Rígidos	1.35	0.9
* Estructuras Flexibles empotrados excepto alcantarillas metálicas	1.95	0.9
* Alcantarillas Metálicas	1.50	0.9
ES: Carga superficial en el terreno	1.50	0.8

**Fuente:** Manual de Diseño de Puentes.

#### 4.7. DISEÑO DE LOSA.

##### 4.7.1. PREDIMENSIONAMIENTO.

Para el predimensionamiento de la losa de concreto armado se utilizara la siguiente expresión:

$$h = \frac{1.2 (s + 3000)}{30}$$

Donde:

S: es la longitud transversal entre vigas trabe.

La longitud transversal entre vigas trabe es igual a 1.6 m, el cual nos da el siguiente resultado:

$$h = \frac{1.2 (1600 + 3000)}{30}$$

$$h = 184 \text{ mm}$$

$$h = 0.184 \text{ m}$$

Por seguridad se aproximara igual a:

$$h = 0,30 \text{ m}$$

#### PRESENTADO POR:

- Danny Daniel Saavedra Oré.
- Danilo Saavedra Oré.

#### 4.7.2. METRADOS DE CARGAS.

##### 4.7.2.1. METRADOS DE CARGA MUERTA.

Para el metrado de cargas muertas se consideró el peso de la losa.

**CUADRO N° 27:** Metrado de cargas muertas distribuidas de la losa.

Detalle	$\gamma$ (kg/m <sup>3</sup> )	Largo (m)	Ancho (m)	Área (m <sup>2</sup> )	w (tn/m)
Losa	2500	0.3	1.00	0.3	0.750
<b>total:</b>					0.750

Elaboración: Propia.

##### 4.7.2.2. METRADOS DE CARGAS DE VEREDAS.

Las cargas que producen las veredas también afectan a la losa en los cantos del puente.

**CUADRO N° 28:** Metrado de cargas de veredas sobre la losa.

Detalle	q (kg/m <sup>2</sup> )	Ancho (m)	w (tn/m)
CARGA DE VEREDAS	360	1.00	0.360

Elaboración: Propia

##### 4.7.2.3. METRADO DE CARGAS DE PAVIMENTOS.

Para el metrado de cargas de pavimentos se consideró la distribución sobre la losa.

**CUADRO N° 29:** Metrado de cargas de pavimentos distribuidas sobre la losa.

Detalle	q (kg/m <sup>2</sup> )	Ancho (m)	w (tn/m)
CARGA DE PAVIMENTOS	110	1.00	0.110

Elaboración: Propia

##### 4.7.2.4. CARGAS DISTRIBUIDA DE BARRERA JERSEY.

Esta carga se encuentra sobre el apoyo de la losa, por lo cual no tendrá mucha incidencia en el cálculo. La carga será igual a:

**CUADRO N° 30:** Metrados de carga distribuida de barrera Jersey sobre la losa.

Detalle	w (tn/m)	Ancho (m)	P (tn)
Barrera Jersey	0.510	1.00	0.510

Elaboración: Propia, referido a <http://www.tubocreto.com/>.

#### PRESENTADO POR:

- Danny Daniel Saavedra Oré.
- Danilo Saavedra Oré.

#### 4.7.2.5. CARGA DISTRIBUIDA DE BARANDAS.

Esta carga se encuentra sobre el apoyo de la losa, por lo cual no tendrá mucha incidencia en el cálculo. La carga será igual a:

**CUADRO N° 31:** Metrado de carga distribuida de baranda sobre las losa.

Detalle	w (tn/m)	Ancho (m)	P (tn)
Baranda	0.100	1.00	0.100

Elaboración: Propia.

#### 4.7.2.6. METRADO DE CARGA DISTRIBUIDA DE PEATONES.

La carga afecta la losa, ya que los peatones transitan por las veredas que se encuentran en los cantos del puente.

**CUADRO N° 32:** Metrado de carga distribuida de peatones sobre la losa.

Detalle	q (kg/m <sup>2</sup> )	Ancho (m)	w (tn/m)
CARGA PEATONAL	510	1.00	0.510

Elaboración: Propia.

#### 4.7.2.7. METRADO DE CARGA VEHICULARES.

El cálculo de la carga vehicular se muestra a continuación:

**CUADRO N° 33:** Metrado de cargas vehiculares sobre la losa.

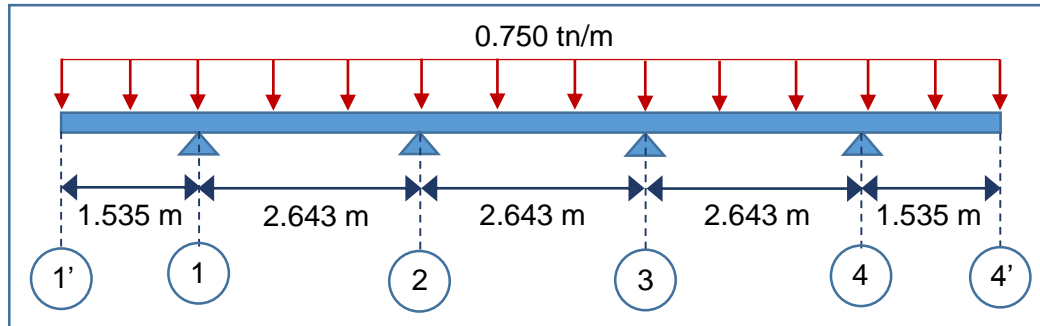
DETALLE	UND	CARGA	EFFECTOS DINÁMICOS	EFFECTOS DE ACCELERACIÓN Y FRENADO	FACTOR DE RUEDA	TOTAL
Carga de Rueda	tn	14.78	1.33	1.25	1.653	14.86
Carga Distribuida	tn	0.97	-	-	-	0.97
<b>Total:</b>						<b>15.83</b>

Elaboración: Propia.

#### 4.7.3. ANÁLISIS ESTRUCTURAL PARA EL DISEÑO DE LOSA.

##### 4.7.3.1. ANÁLISIS DE LA LOSA BAJO CARGAS MUERTAS.

GRAFICO N° 27: Distribución de cargas muertas en la losa.



Elaboración: Propia.

Determinando el momento de empotramiento en el eje 1 y 4.

$$M_1 = -\frac{W L_1^2}{2} = -\frac{0.750 (1.535)^2}{2} = -0.884 \text{ tn.m}$$

$$M_4 = -\frac{W L_1^2}{2} = -\frac{0.750 (1.535)^2}{2} = -0.884 \text{ tn.m}$$

Determinado el área del diagrama de momento independiente simplemente apoyados.

$$A_1 = \frac{W L_1^3}{12} = \frac{0.750 (2.643)^3}{12} = 1.154 \text{ tn.m}^2$$

$$A_2 = \frac{W L_2^3}{12} = \frac{0.750 (2.643)^3}{12} = 1.154 \text{ tn.m}^2$$

$$A_3 = \frac{W L_3^3}{12} = \frac{0.750 (2.643)^3}{12} = 1.154 \text{ tn.m}^2$$

Centro de cargas independientes simplemente apoyadas.

$$\bar{a}_1 = \frac{L_1}{2} = \frac{2.643}{2} = 1.322 \text{ m}$$

$$\bar{a}_2 = \frac{L_2}{2} = \frac{2.643}{2} = 1.322 \text{ m}$$

$$\bar{a}_3 = \frac{L_3}{2} = \frac{2.643}{2} = 1.322 \text{ m}$$

PRESENTADO POR:

- Danny Daniel Saavedra Oré.
- Danilo Saavedra Oré.

Aplicando la ecuación de tres momentos en el primer tramo.

$$L_1 M_1 + 2(L_1 + L_2)M_2 + L_2 M_3 = - \sum \frac{6 A_i \bar{a}_i}{L}$$

$$2.643M_1 + 2(2.643 + 2.643)M_2 + 2.643M_3 = - \frac{6 A_1 \bar{a}_1}{L} - \frac{6 A_2 \bar{a}_2}{L}$$

$$2.64M_1 + 10.57M_2 + 2.64M_3 = - \frac{6(1.154)(1.32)}{2.643} - \frac{6(1.154)(1.32)}{2.643}$$

$$2.64M_1 + 10.57M_2 + 2.64M_3 = -6.926 \text{ tn. m}^2$$

$$2.64(-0.884) + 10.57M_2 + 2.64M_3 = -6.926 \text{ tn. m}^2$$

$$10.57M_2 + 2.64M_3 = -4.590 \text{ tn. m}^2$$

Aplicando la ecuación de tres momentos en el segundo tramo.

$$L_2 M_2 + 2(L_2 + L_3)M_3 + L_3 M_4 = - \sum \frac{6 A_i \bar{a}_i}{L}$$

$$2.643M_2 + 2(2.643 + 2.643)M_3 + 2.643M_4 = - \frac{6 A_1 \bar{a}_1}{L} - \frac{6 A_2 \bar{a}_2}{L}$$

$$2.64M_2 + 10.57M_3 + 2.64M_4 = - \frac{6(1.154)(1.32)}{2.643} - \frac{6(1.154)(1.32)}{2.643}$$

$$2.64M_2 + 10.57M_3 + 2.64M_4 = -6.926 \text{ tn. m}^2$$

$$2.64M_2 + 10.57M_3 + 2.64(-0.884) = -6.926 \text{ tn. m}^2$$

$$2.64M_2 + 10.57M_3 = -4.590 \text{ tn. m}^2$$

Resolviendo las ecuaciones de los dos tramos:

$$A = \begin{bmatrix} 10.57 & 2.64 \\ 2.64 & 10.57 \end{bmatrix}$$

$$A^{-1} = \begin{bmatrix} 0.1009 & -0.0252 \\ -0.0252 & 0.1009 \end{bmatrix}$$

$$M = A^{-1}R$$

$$\begin{bmatrix} M_2 \\ M_3 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0.1009 & -0.0252 \\ -0.0252 & 0.1009 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} -4.590 \\ -4.590 \end{bmatrix}$$

$$M = \begin{bmatrix} -0.347 \\ -0.347 \end{bmatrix}$$

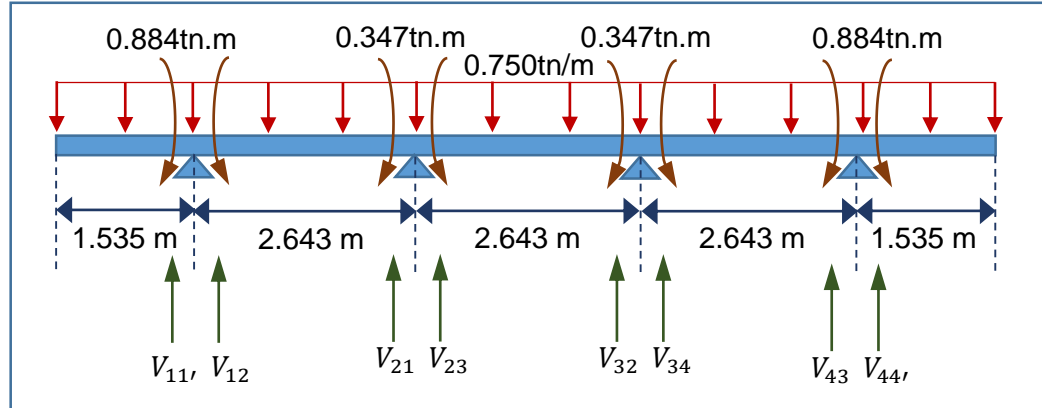
Resultado:

$$M_2 = -0.347 \text{ tn. m}$$

$$M_3 = -0.347 \text{ tn. m}$$

Determinando las reacciones:

**GRAFICO N° 28:** Equilibrando fuerzas para determinar las reacciones de la estructura bajo cargas muertas.



**Elaboración:** Propia.

$$\sum F_{11'} = 0$$

$$-0.750(1.535) + V_{11'} = 0$$

$$V_{11'} = 1.15 \text{ tn}$$

$$\sum M_{12} = 0$$

$$0.750(2.643) \frac{(2.643)}{2} + 0.347 - 0.884 - V_{21}(2.643) = 0$$

$$V_{21} = 0.79 \text{ tn}$$

$$\sum M_{21} = 0$$

$$-0.750(2.643) \frac{(2.643)}{2} + 0.347 - 0.884 + V_{12}(2.643) = 0$$

$$V_{12} = 1.19 \text{ tn}$$

$$\sum M_{23} = 0$$

$$0.750(2.643) \frac{(2.643)}{2} + 0.347 - 0.347 - V_{32}(2.643) = 0$$

$$V_{32} = 0.99 \text{ tn}$$

$$\sum M_{32} = 0$$

$$-0.750(2.643) \frac{(2.643)}{2} + 0.347 - 0.347 + V_{23}(2.643) = 0$$

$$V_{23} = 0.99 \text{ tn}$$

**PRESENTADO POR:**

- Danny Daniel Saavedra Oré.
- Danilo Saavedra Oré.



$$\sum M_{34} = 0$$

$$0.750(2.643) \frac{(2.643)}{2} - 0.347 + 0.884 - V_{43}(2.643) = 0$$

$$V_{43} = 1.19 \text{ tn}$$

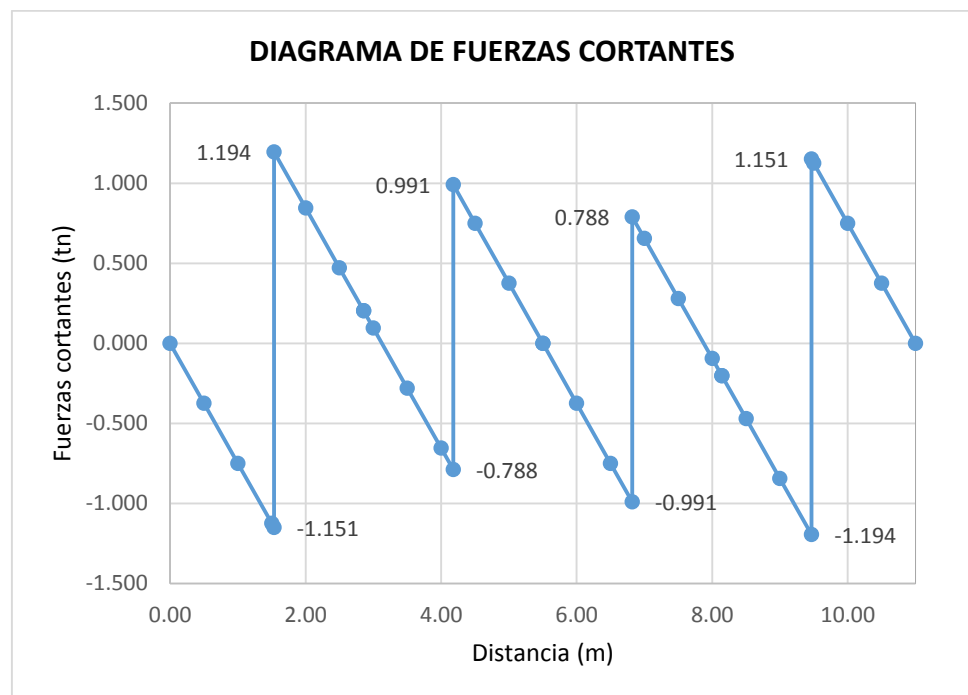
$$\sum M_{43} = 0$$

$$-0.750(2.643) \frac{(2.643)}{2} - 0.347 + 0.884 + V_{34}(2.643) = 0$$

$$V_{34} = 0.79 \text{ tn}$$

A continuación se muestra el diagrama de fuerzas cortantes y momento flector:

**GRAFICO N° 29:** Diagrama de fuerzas cortantes de cargas muertas en losas.

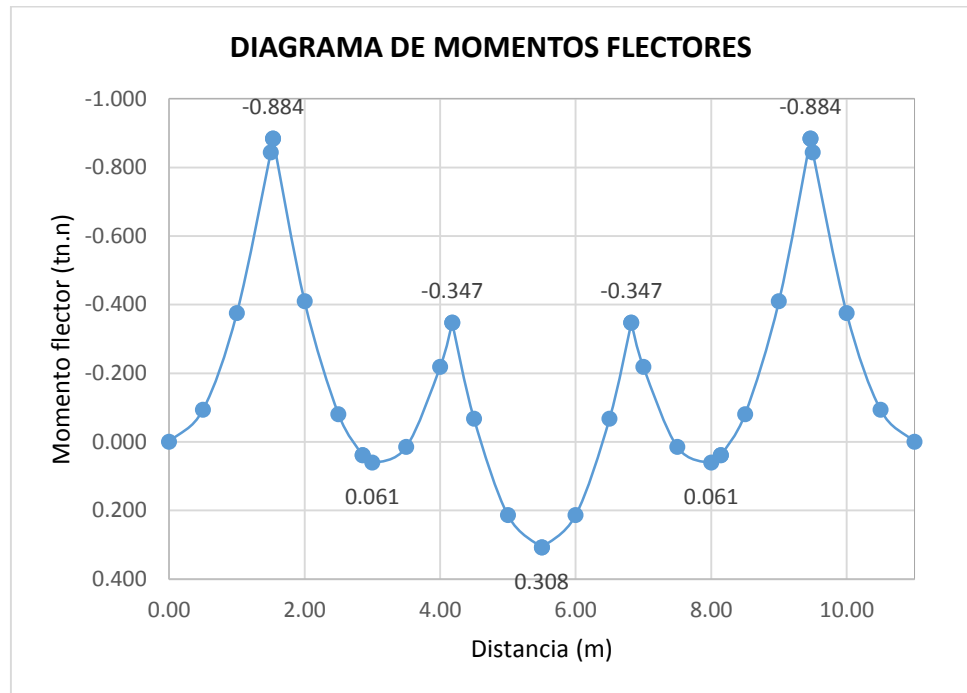


**Elaboración:** Propia.

**PRESENTADO POR:**

- Danny Daniel Saavedra Oré.
- Danilo Saavedra Oré.

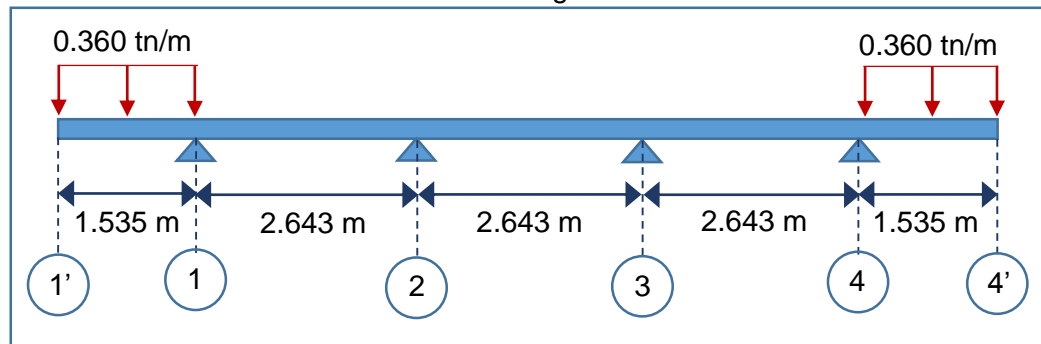
**GRAFICO N° 30:** Diagrama de momento flector de cargas muertas en losas.



Elaboración: Propia.

#### 4.7.3.2. ANÁLISIS DE LA LOSA BAJO CARGAS DE LAS VEREDAS.

**GRAFICO N° 31:** Distribución de cargas de las veredas sobre la losa.



Elaboración: Propia.

Determinando el momento de empotramiento en el eje 1 y 4.

$$M_1 = -\frac{W L_1^2}{2} = -\frac{0.360 (1.535)^2}{2} = -0.424 \text{ tn.m}$$

$$M_4 = -\frac{W L_1^2}{2} = -\frac{0.360 (1.535)^2}{2} = -0.424 \text{ tn.m}$$

PRESENTADO POR:

- Danny Daniel Saavedra Oré.
- Danilo Saavedra Oré.

Aplicando la ecuación de tres momentos en el primer tramo.

$$L_1 M_1 + 2(L_1 + L_2)M_2 + L_2 M_3 = - \sum \frac{6 A_i \bar{a}_i}{L}$$

$$2.643M_1 + 2(2.643 + 2.643)M_2 + 2.643M_3 = - \frac{6 A_1 \bar{a}_1}{L} - \frac{6 A_2 \bar{a}_2}{L}$$

$$2.64M_1 + 10.57M_2 + 2.64M_3 = 0$$

$$2.64(-0.424) + 10.57M_2 + 2.64M_3 = 0$$

$$10.57M_2 + 2.64M_3 = 1.12 \text{ tn.m}^2$$

Aplicando la ecuación de tres momentos en el segundo tramo.

$$L_2 M_2 + 2(L_2 + L_3)M_3 + L_3 M_4 = - \sum \frac{6 A_i \bar{a}_i}{L}$$

$$2.643M_2 + 2(2.643 + 2.643)M_3 + 2.643M_4 = - \frac{6 A_1 \bar{a}_1}{L} - \frac{6 A_2 \bar{a}_2}{L}$$

$$2.64M_2 + 10.57M_3 + 2.64M_4 = 0$$

$$2.64M_2 + 10.57M_3 + 2.64(-0.424) = 0$$

$$2.64M_2 + 10.57M_3 = 1.12 \text{ tn.m}^2$$

Resolviendo las ecuaciones de los dos tramos:

$$A = \begin{bmatrix} 10.57 & 2.64 \\ 2.64 & 10.57 \end{bmatrix}$$

$$A^{-1} = \begin{bmatrix} 0.1009 & -0.0252 \\ -0.0252 & 0.1009 \end{bmatrix}$$

$$M = A^{-1}R$$

$$\begin{bmatrix} M_2 \\ M_3 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0.1009 & -0.0252 \\ -0.0252 & 0.1009 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 1.12 \\ 1.12 \end{bmatrix}$$

$$M = \begin{bmatrix} 0.085 \\ 0.085 \end{bmatrix}$$

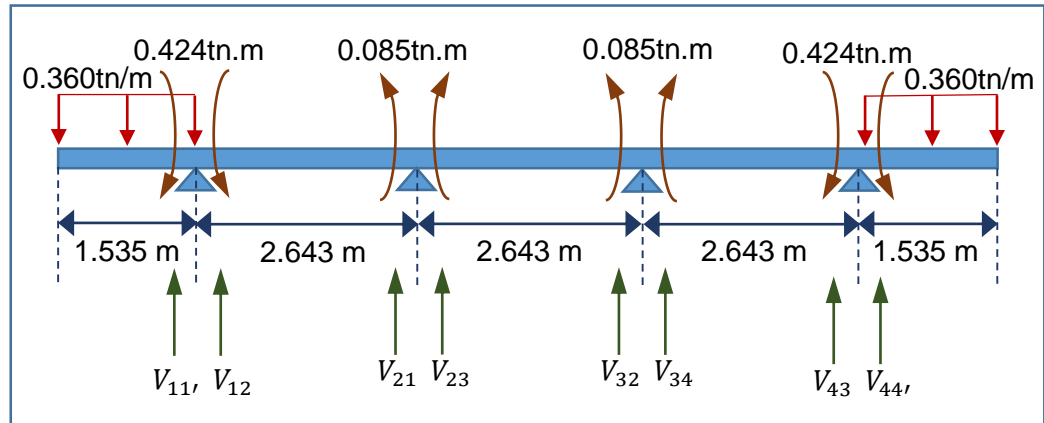
Resultado:

$$M_2 = 0.085 \text{ tn.m}$$

$$M_3 = 0.085 \text{ tn.m}$$

Determinando las reacciones:

**GRAFICO N° 32:** Equilibrando fuerzas para determinar las reacciones de la estructura bajo cargas ejercidas por las veredas.



**Elaboración:** Propia.

$$\sum F_{11'} = 0$$

$$-0.360(1.535) + V_{11'} = 0$$

$$V_{11'} = 0.55 \text{ tn}$$

$$\sum M_{12} = 0$$

$$-0.085 - 0.424 - V_{21}(2.643) = 0$$

$$V_{21} = -0.19 \text{ tn}$$

$$\sum M_{21} = 0$$

$$-0.085 - 0.424 + V_{12}(2.643) = 0$$

$$V_{12} = 0.19 \text{ tn}$$

$$\sum M_{23} = 0$$

$$-0.085 + 0.085 - V_{32}(2.643) = 0$$

$$V_{32} = 0 \text{ tn}$$

$$\sum M_{32} = 0$$

$$-0.085 + 0.085 + V_{23}(2.643) = 0$$

$$V_{23} = 0 \text{ tn}$$

$$\sum M_{34} = 0$$

$$0.085 + 0.424 - V_{43}(2.643) = 0$$

$$V_{43} = 0.19 \text{ tn}$$

**PRESENTADO POR:**

- Danny Daniel Saavedra Oré.
- Danilo Saavedra Oré.

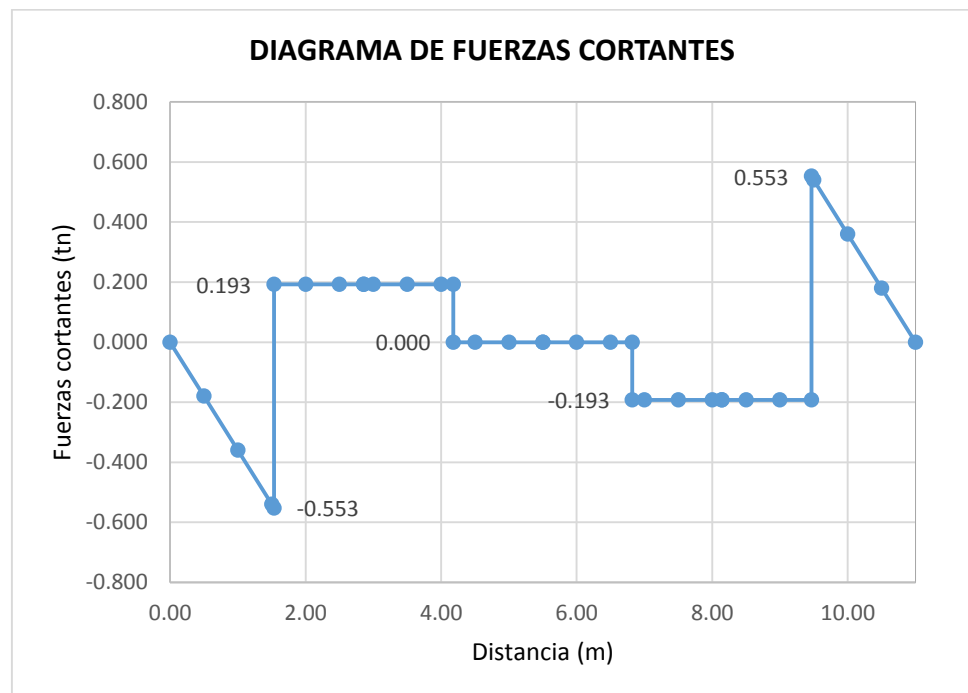
$$\sum M_{43} = 0$$

$$0.085 + 0.424 + V_{34}(2.643) = 0$$

$$V_{34} = -0.19 \text{ tn}$$

A continuación se muestra el diagrama de fuerzas cortantes y momento flector:

**GRAFICO N° 33:** Diagrama de fuerzas cortantes de cargas de las veredas sobre la losa.

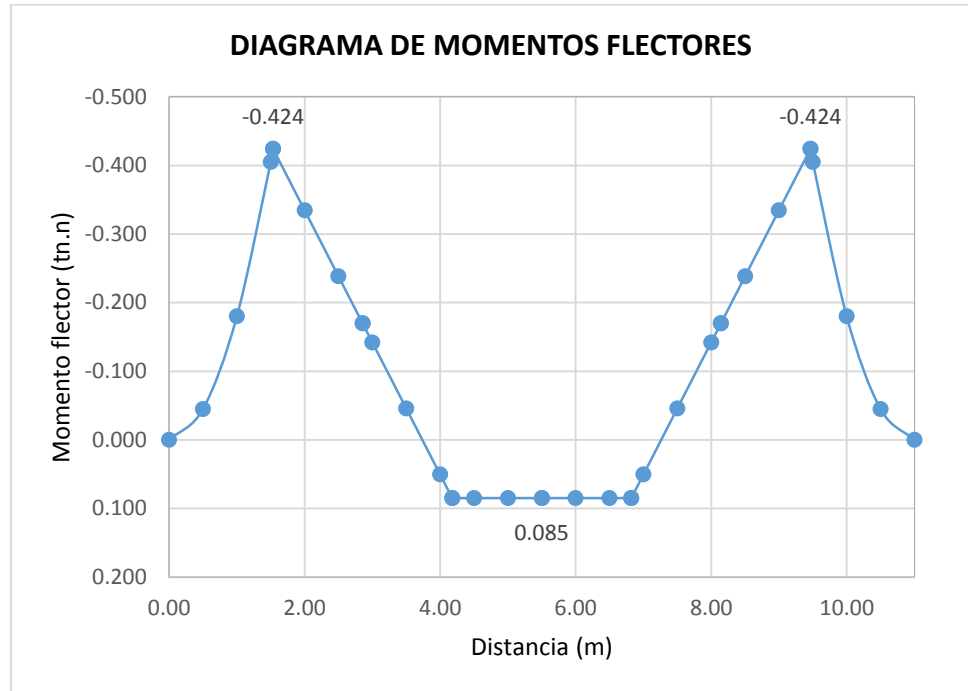


**Elaboración:** Propia.

**PRESENTADO POR:**

- Danny Daniel Saavedra Oré.
- Danilo Saavedra Oré.

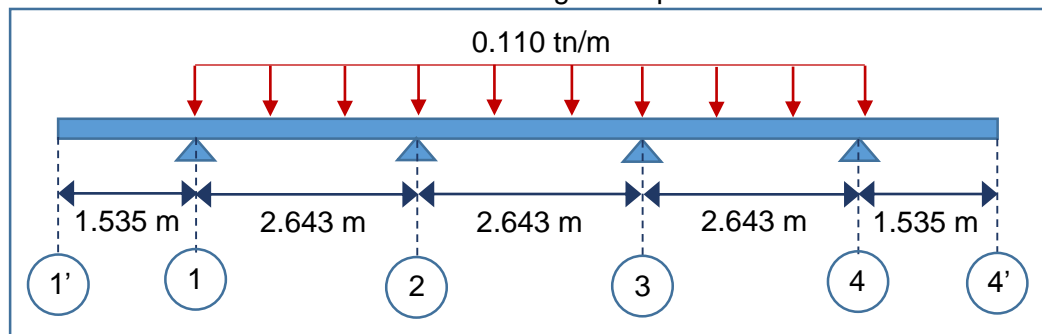
**GRAFICO N° 34:** Diagrama de momento flector de cargas de las veredas sobre la losa.



Elaboración: Propia.

#### 4.7.3.3. ANÁLISIS DE LA LOSA BAJO CARGAS DE LA SUPERFICIE DE RODADURA.

**GRAFICO N° 35:** Distribución de cargas del pavimento sobre la losa.



Elaboración: Propia.

Determinando el momento de empotramiento en el eje 1 y 4.

$$M_1 = 0$$

$$M_4 = 0$$

PRESENTADO POR:

- Danny Daniel Saavedra Oré.
- Danilo Saavedra Oré.

Determinado el área del diagrama de momento independiente simplemente apoyados.

$$A_1 = \frac{W L_1^3}{12} = \frac{0.110 (2.643)^3}{12} = 0.169 \text{ tn. m}^2$$

$$A_2 = \frac{W L_2^3}{12} = \frac{0.110 (2.643)^3}{12} = 0.169 \text{ tn. m}^2$$

$$A_3 = \frac{W L_3^3}{12} = \frac{0.110 (2.643)^3}{12} = 0.169 \text{ tn. m}^2$$

Centro de cargas independientes simplemente apoyadas.

$$\bar{a}_1 = \frac{L_1}{2} = \frac{2.643}{2} = 1.322 \text{ m}$$

$$\bar{a}_2 = \frac{L_2}{2} = \frac{2.643}{2} = 1.322 \text{ m}$$

$$\bar{a}_3 = \frac{L_3}{2} = \frac{2.643}{2} = 1.322 \text{ m}$$

Aplicando la ecuación de tres momentos en el primer tramo.

$$L_1 M_1 + 2(L_1 + L_2)M_2 + L_2 M_3 = - \sum \frac{6 A_i \bar{a}_i}{L}$$

$$2.643 M_1 + 2(2.643 + 2.643)M_2 + 2.643 M_3 = - \frac{6 A_1 \bar{a}_1}{L} - \frac{6 A_2 \bar{a}_2}{L}$$

$$2.64 M_1 + 10.57 M_2 + 2.64 M_3 = - \frac{6(0.169)(1.32)}{2.643} - \frac{6(0.169)(1.32)}{2.643}$$

$$2.64 M_1 + 10.57 M_2 + 2.64 M_3 = -1.016 \text{ tn. m}^2$$

$$2.64(0) + 10.57 M_2 + 2.64 M_3 = -1.016 \text{ tn. m}^2$$

$$10.57 M_2 + 2.64 M_3 = -1.016 \text{ tn. m}^2$$

Aplicando la ecuación de tres momentos en el segundo tramo.

$$L_2 M_2 + 2(L_2 + L_3)M_3 + L_3 M_4 = - \sum \frac{6 A_i \bar{a}_i}{L}$$

$$2.643 M_2 + 2(2.643 + 2.643)M_3 + 2.643 M_4 = - \frac{6 A_1 \bar{a}_1}{L} - \frac{6 A_2 \bar{a}_2}{L}$$

$$2.64 M_2 + 10.57 M_3 + 2.64 M_4 = - \frac{6(0.169)(1.32)}{2.643} - \frac{6(0.169)(1.32)}{2.643}$$

$$2.64 M_2 + 10.57 M_3 + 2.64 M_4 = -1.016 \text{ tn. m}^2$$

$$2.64 M_2 + 10.57 M_3 + 2.64(0) = -1.016 \text{ tn. m}^2$$

$$2.64 M_2 + 10.57 M_3 = -1.016 \text{ tn. m}^2$$

Resolviendo las ecuaciones de los dos tramos:

$$A = \begin{bmatrix} 10.57 & 2.64 \\ 2.64 & 10.57 \end{bmatrix}$$

$$A^{-1} = \begin{bmatrix} 0.1009 & -0.0252 \\ -0.0252 & 0.1009 \end{bmatrix}$$

$$M = A^{-1}R$$

$$\begin{bmatrix} M_2 \\ M_3 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0.1009 & -0.0252 \\ -0.0252 & 0.1009 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} -1.016 \\ -1.016 \end{bmatrix}$$

$$\begin{bmatrix} M_2 \\ M_3 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} -0.0769 \\ -0.0769 \end{bmatrix}$$

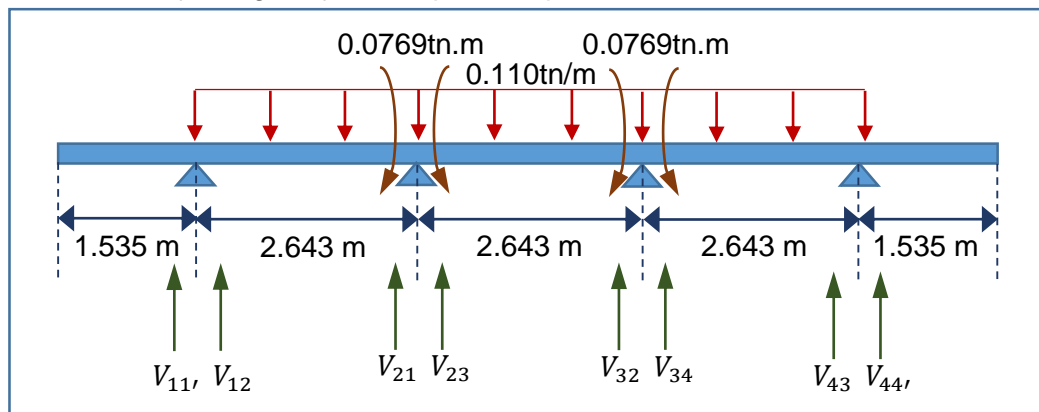
Resultado:

$$M_2 = -0.0769 \text{ tn.m}$$

$$M_3 = -0.0769 \text{ tn.m}$$

Determinando las reacciones:

**GRAFICO N° 36:** Equilibrando fuerzas para determinar las reacciones de la estructura bajo cargas ejercidas por la superficie de rodadura.



Elaboración: Propia.

$$\sum M_{12} = 0$$

$$0.110(2.643) \frac{(2.643)}{2} + 0.0769 - V_{21}(2.643) = 0$$

$$V_{21} = 0.17 \text{ tn}$$

$$\sum M_{21} = 0$$

$$-0.110(2.643) \frac{(2.643)}{2} + 0.0769 + V_{12}(2.643) = 0$$

$$V_{12} = 1.12 \text{ tn}$$

PRESENTADO POR:

- Danny Daniel Saavedra Oré.
- Danilo Saavedra Oré.



$$\sum M_{23} = 0$$

$$0.110(2.643) \frac{(2.643)}{2} + 0.0769 - 0.0769 - V_{32}(2.643) = 0$$

$$V_{32} = 0.15 \text{ tn}$$

$$\sum M_{32} = 0$$

$$-0.110(2.643) \frac{(2.643)}{2} + 0.0769 - 0.0769 + V_{23}(2.643) = 0$$

$$V_{23} = 0.15 \text{ tn}$$

$$\sum M_{34} = 0$$

$$0.110(2.643) \frac{(2.643)}{2} - 0.0769 - V_{43}(2.643) = 0$$

$$V_{43} = 0.12 \text{ tn}$$

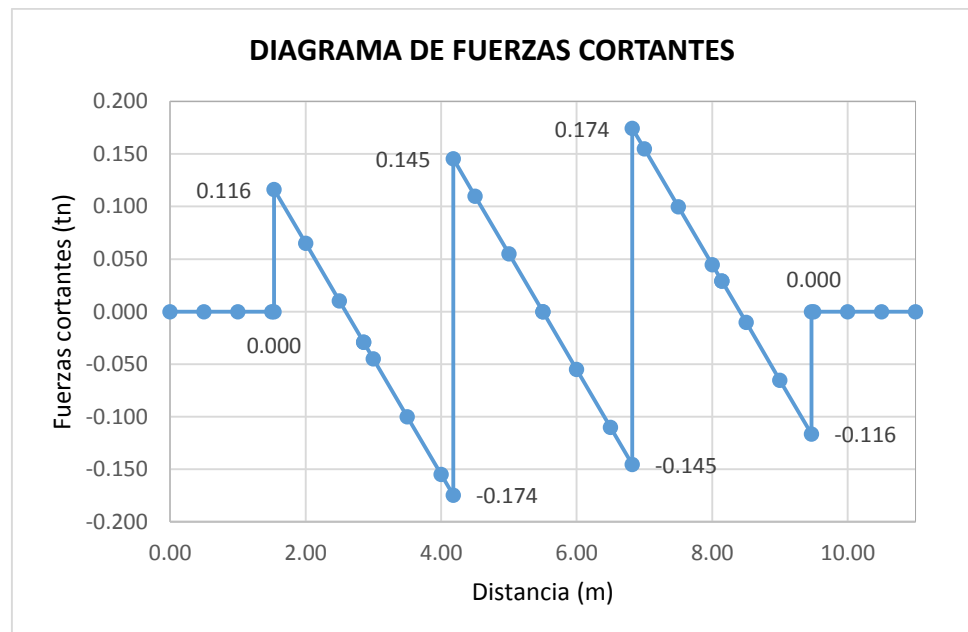
$$\sum M_{43} = 0$$

$$-0.110(2.643) \frac{(2.643)}{2} - 0.0769 + V_{34}(2.643) = 0$$

$$V_{34} = 0.17 \text{ tn}$$

A continuación se muestra el diagrama de fuerzas cortantes y momento flector:

**GRAFICO N° 37:** Diagrama de fuerzas cortantes de las cargas de la superficie de rodadura que soporta la losa.

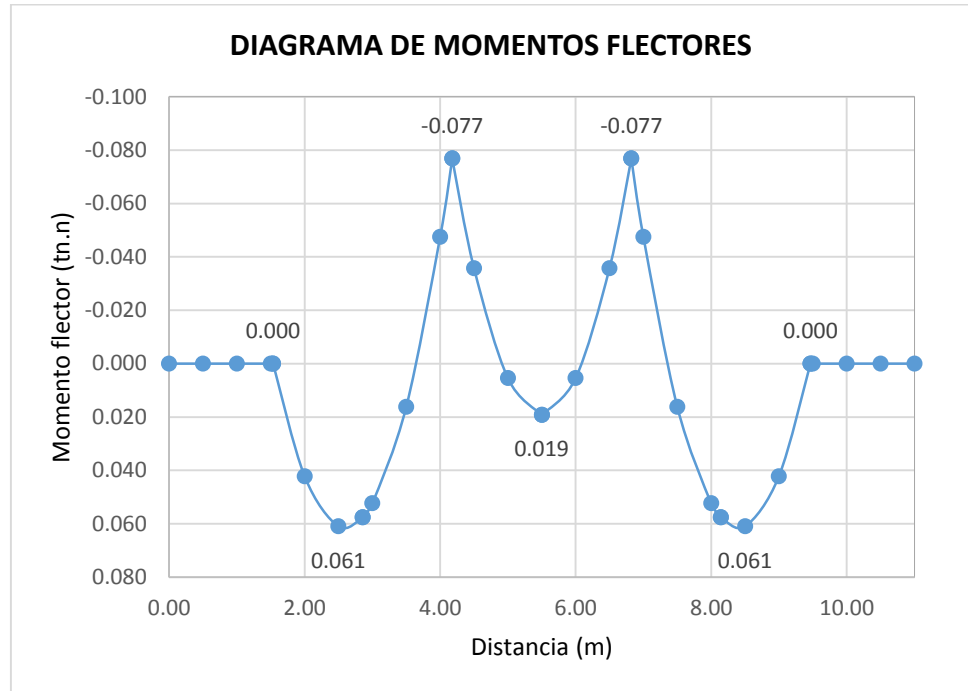


**Elaboración:** Propia.

**PRESENTADO POR:**

- Danny Daniel Saavedra Oré.
- Danilo Saavedra Oré.

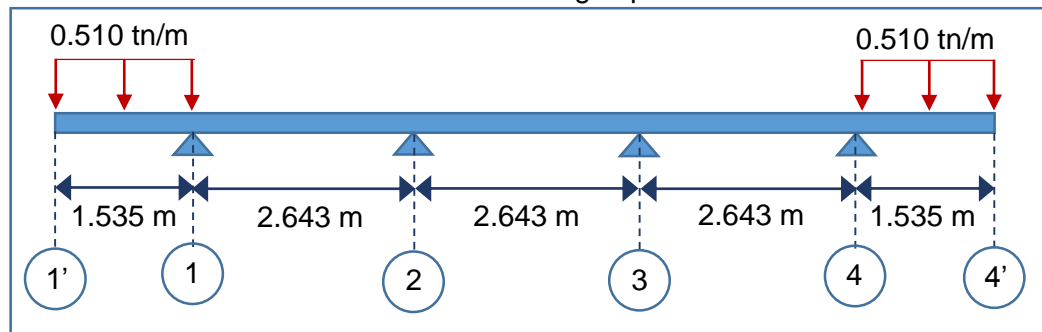
**GRAFICO N° 38:** Diagrama de momento flector de las cargas de la superficie de rodadura que soporta la losa.



Elaboración: Propia.

#### 4.7.3.4. ANÁLISIS DE LA LOSA BAJO CARGAS PEATONALES.

**GRAFICO N° 39:** Distribución de cargas peatonales sobre la losa.



Elaboración: Propia.

Determinando el momento de empotramiento en el eje 1 y 4.

$$M_1 = -\frac{W L_1^2}{2} = -\frac{0.510 (1.535)^2}{2} = -0.601 \text{ tn.m}$$

$$M_4 = -\frac{W L_1^2}{2} = -\frac{0.510 (1.535)^2}{2} = -0.601 \text{ tn.m}$$

PRESENTADO POR:

- Danny Daniel Saavedra Oré.
- Danilo Saavedra Oré.

Aplicando la ecuación de tres momentos en el primer tramo.

$$L_1 M_1 + 2(L_1 + L_2)M_2 + L_2 M_3 = - \sum \frac{6 A_i \bar{a}_i}{L}$$

$$2.643M_1 + 2(2.643 + 2.643)M_2 + 2.643M_3 = - \frac{6 A_1 \bar{a}_1}{L} - \frac{6 A_2 \bar{a}_2}{L}$$

$$2.64M_1 + 10.57M_2 + 2.64M_3 = 0$$

$$2.64(-0.601) + 10.57M_2 + 2.64M_3 = 0$$

$$10.57M_2 + 2.64M_3 = 1.59 \text{ tn. m}^2$$

Aplicando la ecuación de tres momentos en el segundo tramo.

$$L_2 M_2 + 2(L_2 + L_3)M_3 + L_3 M_4 = - \sum \frac{6 A_i \bar{a}_i}{L}$$

$$2.643M_2 + 2(2.643 + 2.643)M_3 + 2.643M_4 = - \frac{6 A_1 \bar{a}_1}{L} - \frac{6 A_2 \bar{a}_2}{L}$$

$$2.64M_2 + 10.57M_3 + 2.64M_4 = 0$$

$$2.64M_2 + 10.57M_3 + 2.64(-0.601) = 0$$

$$2.64M_2 + 10.57M_3 = 1.59 \text{ tn. m}^2$$

Resolviendo las ecuaciones de los dos tramos:

$$A = \begin{bmatrix} 10.57 & 2.64 \\ 2.64 & 10.57 \end{bmatrix}$$

$$A^{-1} = \begin{bmatrix} 0.1009 & -0.0252 \\ -0.0252 & 0.1009 \end{bmatrix}$$

$$M = A^{-1}R$$

$$\begin{bmatrix} M_2 \\ M_3 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0.1009 & -0.0252 \\ -0.0252 & 0.1009 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 1.59 \\ 1.59 \end{bmatrix}$$

$$M = \begin{bmatrix} 0.120 \\ 0.120 \end{bmatrix}$$

Resultado:

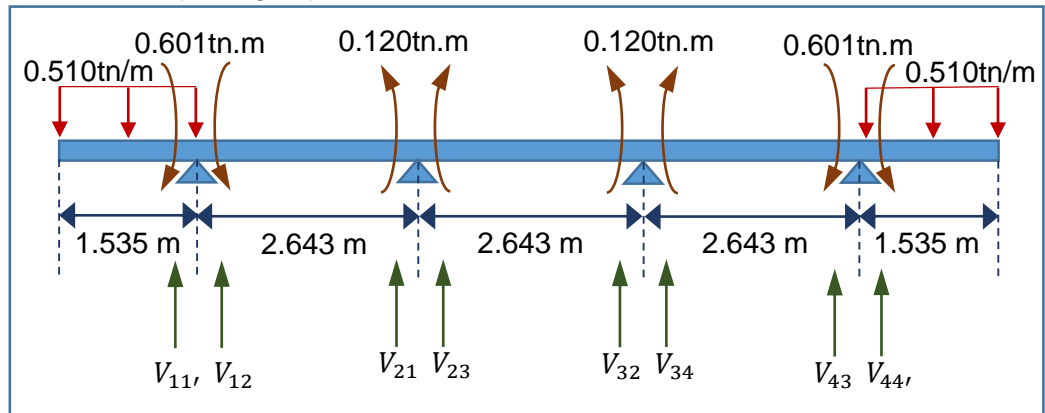
$$M_2 = 0.120 \text{ tn. m}$$

$$M_3 = 0.120 \text{ tn. m}$$

- Danny Daniel Saavedra Oré.
- Danilo Saavedra Oré.

Determinando las reacciones:

**GRAFICO N° 40:** Equilibrando fuerzas para determinar las reacciones de la estructura bajo cargas peatonales.



**Elaboración:** Propia.

$$\sum F_{11'} = 0$$

$$-0.510(1.535) + V_{11'} = 0$$

$$V_{11'} = 0.78 \text{ tn}$$

$$\sum M_{12} = 0$$

$$-0.120 - 0.601 - V_{21}(2.643) = 0$$

$$V_{21} = -0.27 \text{ tn}$$

$$\sum M_{21} = 0$$

$$-0.120 - 0.601 + V_{12}(2.643) = 0$$

$$V_{12} = 0.27 \text{ tn}$$

$$\sum M_{23} = 0$$

$$-0.120 + 0.120 - V_{32}(2.643) = 0$$

$$V_{32} = 0 \text{ tn}$$

$$\sum M_{32} = 0$$

$$-0.120 + 0.120 + V_{23}(2.643) = 0$$

$$V_{23} = 0 \text{ tn}$$

$$\sum M_{34} = 0$$

$$0.120 + 0.601 - V_{43}(2.643) = 0$$

$$V_{43} = 0.27 \text{ tn}$$

**PRESENTADO POR:**

- Danny Daniel Saavedra Oré.
- Danilo Saavedra Oré.

$$\sum M_{43} = 0$$

$$0.120 + 0.601 + V_{34}(2.643) = 0$$

$$V_{34} = -0.27 \text{ tn}$$

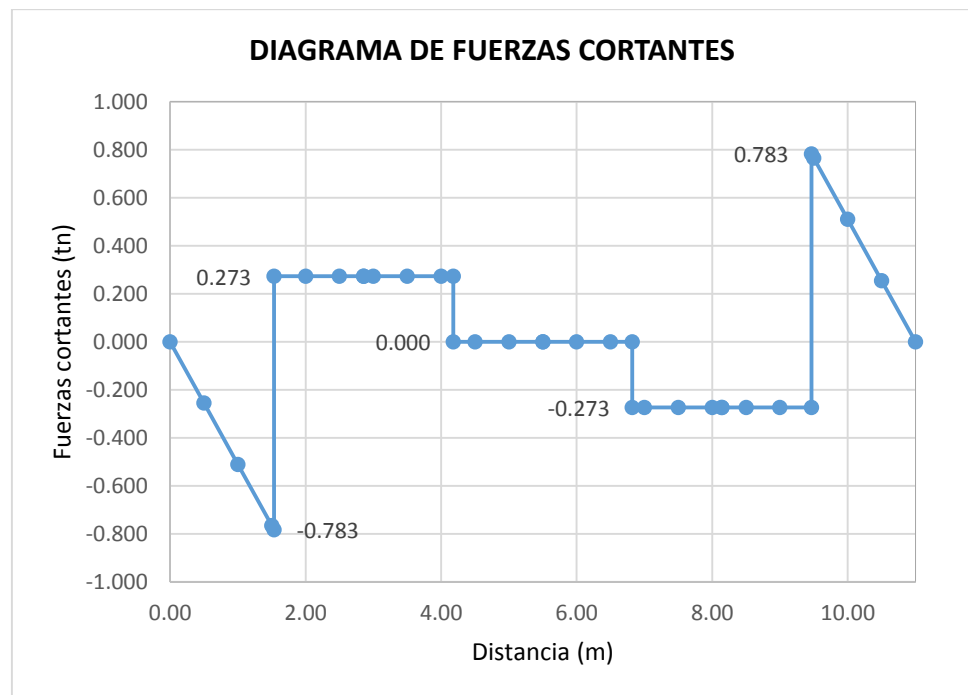
$$\sum F_{44'} = 0$$

$$-0.510(1.535) + V_{44'} = 0$$

$$V_{44'} = 0.78 \text{ tn}$$

A continuación se muestra el diagrama de fuerzas cortantes y momento flector:

**GRAFICO N° 41:** Diagrama de fuerzas cortantes de cargas peatonales sobre la losa.

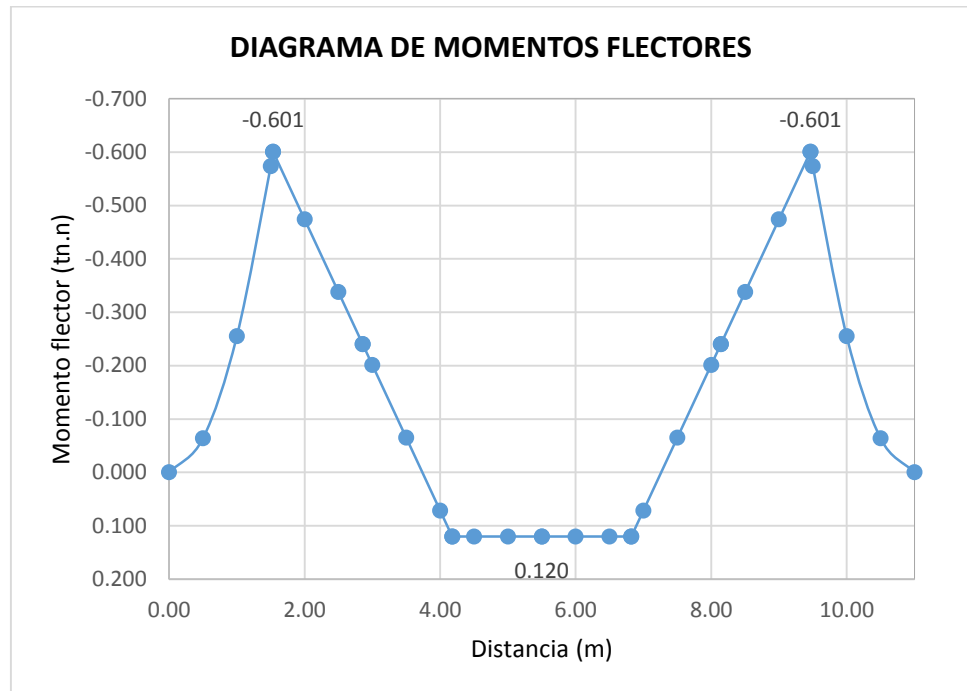


Elaboración: Propia.

PRESENTADO POR:

- Danny Daniel Saavedra Oré.
- Danilo Saavedra Oré.

**GRAFICO N° 42:** Diagrama de momento flector de cargas peatonales sobre la losa.

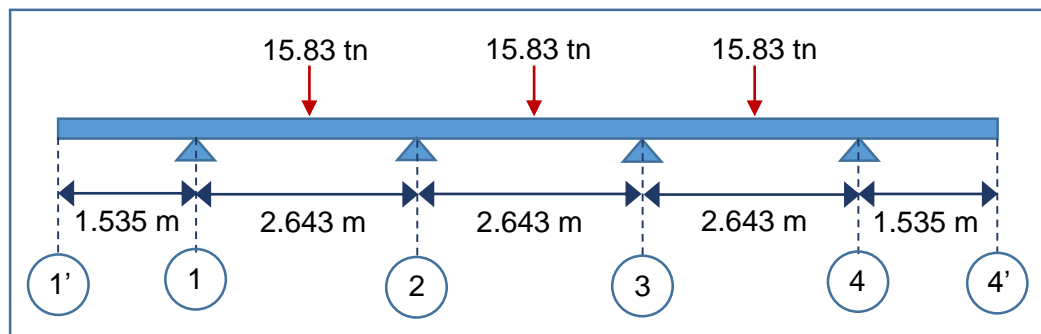


Elaboración: Propia.

#### 4.7.3.5. ANÁLISIS DE LA LOSA BAJO CARGAS VEHICULARES.

- PRIMERA CONDICIÓN.

**GRAFICO N° 43:** Primera condición para cargas vehiculares sobre la losa.



Elaboración: Propia.

Determinando el momento de empotramiento en el eje 1 y 4.

$$M_1 = 0$$

$$M_4 = 0$$

PRESENTADO POR:

- Danny Daniel Saavedra Oré.
- Danilo Saavedra Oré.

Determinado el área del diagrama de momento independiente simplemente apoyados.

$$A_1 = \frac{PL_1^2}{8} = \frac{15.83(2.643)^2}{8} = 13.83 \text{ tn. m}^2$$

$$A_2 = \frac{PL_2^2}{8} = \frac{15.83(2.643)^2}{8} = 13.83 \text{ tn. m}^2$$

$$A_3 = \frac{PL_3^2}{8} = \frac{15.83(2.643)^2}{8} = 13.83 \text{ tn. m}^2$$

Centro de cargas independientes simplemente apoyadas.

$$\bar{a}_1 = \frac{L_1}{2} = \frac{2.643}{2} = 1.322 \text{ m}$$

$$\bar{a}_2 = \frac{L_2}{2} = \frac{2.643}{2} = 1.322 \text{ m}$$

$$\bar{a}_3 = \frac{L_3}{2} = \frac{2.643}{2} = 1.322 \text{ m}$$

Aplicando la ecuación de tres momentos en el primer tramo.

$$L_1 M_1 + 2(L_1 + L_2)M_2 + L_2 M_3 = - \sum \frac{6 A_i \bar{a}_i}{L}$$

$$2.643M_1 + 2(2.643 + 2.643)M_2 + 2.643M_3 = - \frac{6 A_1 \bar{a}_1}{L} - \frac{6 A_2 \bar{a}_2}{L}$$

$$2.64M_1 + 10.57M_2 + 2.64M_3 = - \frac{6(13.83)(1.32)}{2.643} - \frac{6(13.83)(1.32)}{2.643}$$

$$2.64M_1 + 10.57M_2 + 2.64M_3 = -82.98 \text{ tn. m}^2$$

$$2.64(0) + 10.57M_2 + 2.64M_3 = -82.98 \text{ tn. m}^2$$

$$10.57M_2 + 2.64M_3 = -82.98 \text{ tn. m}^2$$

Aplicando la ecuación de tres momentos en el segundo tramo.

$$L_2 M_2 + 2(L_2 + L_3)M_3 + L_3 M_4 = - \sum \frac{6 A_i \bar{a}_i}{L}$$

$$2.643M_2 + 2(2.643 + 2.643)M_3 + 2.643M_4 = - \frac{6 A_1 \bar{a}_1}{L} - \frac{6 A_2 \bar{a}_2}{L}$$

$$2.64M_2 + 10.57M_3 + 2.64M_4 = - \frac{6(13.83)(1.32)}{2.643} - \frac{6(13.83)(1.32)}{2.643}$$

$$2.64M_2 + 10.57M_3 + 2.64M_4 = -82.98 \text{ tn. m}^2$$

$$2.64M_2 + 10.57M_3 + 2.64(0) = -82.98 \text{ tn. m}^2$$

$$2.64M_2 + 10.57M_3 = -82.98 \text{ tn. m}^2$$

Resolviendo las ecuaciones de los dos tramos:

$$A = \begin{bmatrix} 10.57 & 2.64 \\ 2.64 & 10.57 \end{bmatrix}$$

$$A^{-1} = \begin{bmatrix} 0.1009 & -0.0252 \\ -0.0252 & 0.1009 \end{bmatrix}$$

$$M = A^{-1}R$$

$$\begin{bmatrix} M_2 \\ M_3 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0.1009 & -0.0252 \\ -0.0252 & 0.1009 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} -82.98 \\ -82.98 \end{bmatrix}$$

$$\begin{bmatrix} M_2 \\ M_3 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} -6.28 \\ -6.28 \end{bmatrix}$$

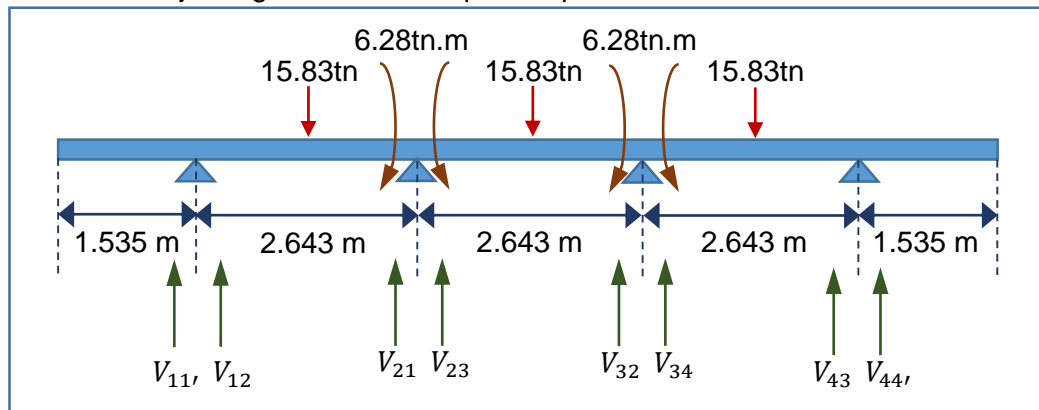
Resultado:

$$M_2 = -6.28 \text{ tn.m}$$

$$M_3 = -6.28 \text{ tn.m}$$

Determinando las reacciones:

**GRAFICO N° 44:** Equilibrando fuerzas para determinar las reacciones de la estructura bajo cargas vehiculares para la primera condición.



Elaboración: Propia.

$$\sum M_{12} = 0$$

$$15.83 \frac{(2.643)}{2} + 6.28 - V_{21}(2.643) = 0$$

$$V_{21} = 10.29 \text{ tn}$$

$$\sum M_{21} = 0$$

$$-15.83 \frac{(2.643)}{2} + 6.28 + V_{12}(2.643) = 0$$

$$V_{12} = 5.54 \text{ tn}$$

PRESENTADO POR:

- Danny Daniel Saavedra Oré.
- Danilo Saavedra Oré.



$$\sum M_{23} = 0$$

$$15.83 \frac{(2.643)}{2} + 6.28 - 6.28 - V_{32}(2.643) = 0$$

$$V_{32} = 7.92 \text{ tn}$$

$$\sum M_{32} = 0$$

$$-15.83 \frac{(2.643)}{2} + 6.28 - 6.28 + V_{23}(2.643) = 0$$

$$V_{23} = 7.92 \text{ tn}$$

$$\sum M_{34} = 0$$

$$15.83 \frac{(2.643)}{2} - 6.28 - V_{43}(2.643) = 0$$

$$V_{43} = 5.54 \text{ tn}$$

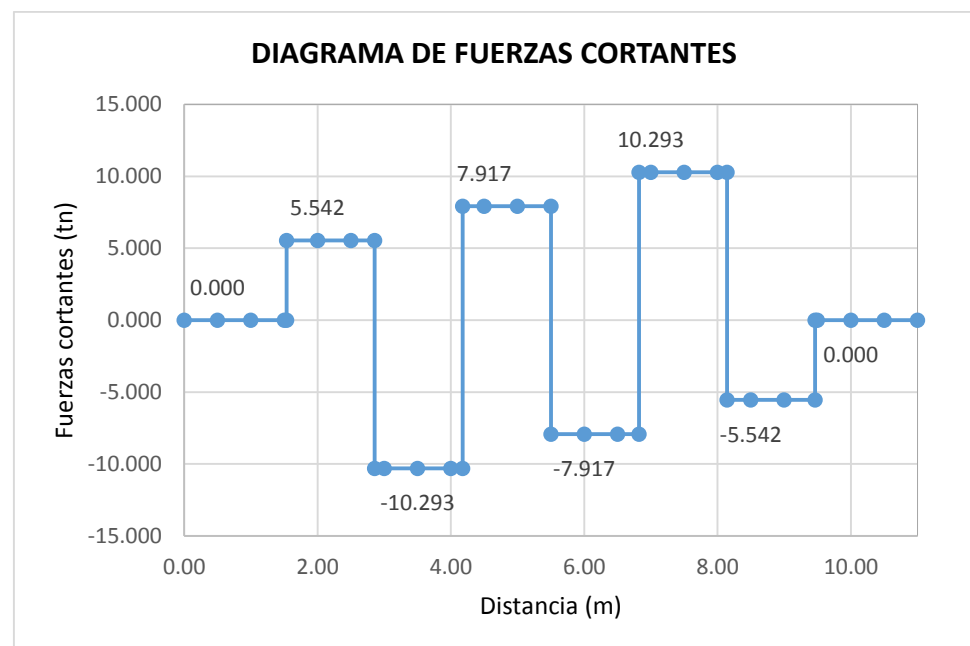
$$\sum M_{43} = 0$$

$$-15.83 \frac{(2.643)}{2} - 6.28 + V_{34}(2.643) = 0$$

$$V_{34} = 10.29 \text{ tn}$$

A continuación se muestra el diagrama de fuerzas cortantes y momento flector:

**GRAFICO N° 45:** Diagrama de fuerzas cortantes de las cargas vehiculares que soporta la losa para la primera condición.

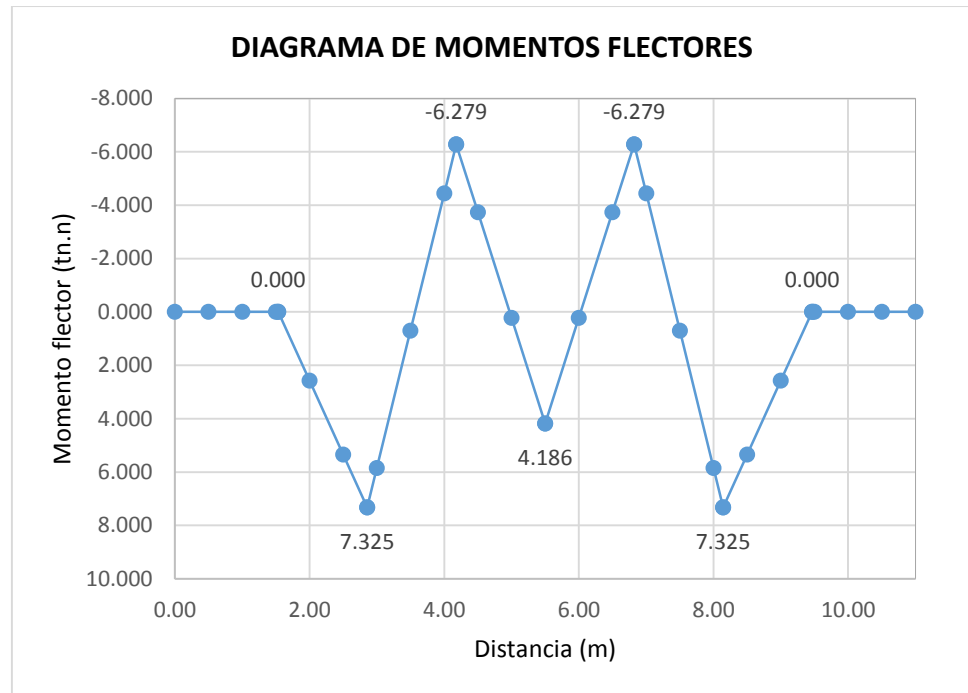


Elaboración: Propia.

PRESENTADO POR:

- Danny Daniel Saavedra Oré.
- Danilo Saavedra Oré.

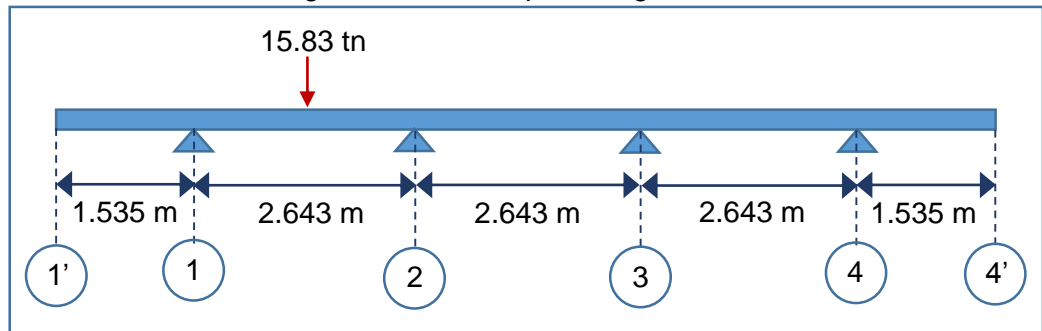
**GRAFICO N° 46:** Diagrama de momento flector de las cargas vehiculares que soporta la losa para la primera condición.



Elaboración: Propia.

• **SEGUNDA CONDICIÓN.**

**GRAFICO N° 47:** Segunda condición para cargas vehiculares sobre la losa.



Elaboración: Propia.

Determinando el momento de empotramiento en el eje 1 y 4.

$$M_1 = 0$$

$$M_4 = 0$$

Determinado el área del diagrama de momento independiente simplemente apoyados.

$$A_1 = \frac{PL_1^2}{8} = \frac{15.83(2.643)^2}{8} = 13.83 \text{ tn.m}^2$$

**PRESENTADO POR:**

- Danny Daniel Saavedra Oré.
- Danilo Saavedra Oré.

Centro de cargas independientes simplemente apoyadas.

$$\bar{a}_1 = \frac{L_1}{2} = \frac{2.643}{2} = 1.322 \text{ m}$$

Aplicando la ecuación de tres momentos en el primer tramo.

$$L_1 M_1 + 2(L_1 + L_2)M_2 + L_2 M_3 = - \sum \frac{6 A_i \bar{a}_i}{L}$$

$$2.643M_1 + 2(2.643 + 2.643)M_2 + 2.643M_3 = - \frac{6 A_1 \bar{a}_1}{L}$$

$$2.64M_1 + 10.57M_2 + 2.64M_3 = - \frac{6(13.83)(1.32)}{2.643}$$

$$2.64M_1 + 10.57M_2 + 2.64M_3 = -41.49 \text{ tn. m}^2$$

$$2.64(0) + 10.57M_2 + 2.64M_3 = -41.49 \text{ tn. m}^2$$

$$10.57M_2 + 2.64M_3 = -41.49 \text{ tn. m}^2$$

Aplicando la ecuación de tres momentos en el segundo tramo.

$$L_2 M_2 + 2(L_2 + L_3)M_3 + L_3 M_4 = - \sum \frac{6 A_i \bar{a}_i}{L}$$

$$2.643M_2 + 2(2.643 + 2.643)M_3 + 2.643M_4 = - \frac{6 A_1 \bar{a}_1}{L}$$

$$2.64M_2 + 10.57M_3 + 2.64M_4 = 0$$

$$2.64M_2 + 10.57M_3 + 2.64M_4 = 0$$

$$2.64M_2 + 10.57M_3 + 2.64(0) = 0$$

$$2.64M_2 + 10.57M_3 = 0$$

Resolviendo las ecuaciones de los dos tramos:

$$A = \begin{bmatrix} 10.57 & 2.64 \\ 2.64 & 10.57 \end{bmatrix}$$

$$A^{-1} = \begin{bmatrix} 0.1009 & -0.0252 \\ -0.0252 & 0.1009 \end{bmatrix}$$

$$M = A^{-1}R$$

$$\begin{bmatrix} M_2 \\ M_3 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0.1009 & -0.0252 \\ -0.0252 & 0.1009 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} -41.49 \\ 0 \end{bmatrix}$$

$$\begin{bmatrix} M_2 \\ M_3 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} -4.19 \\ 1.05 \end{bmatrix}$$

Resultado:

$$M_2 = -4.19 \text{ tn. m}$$

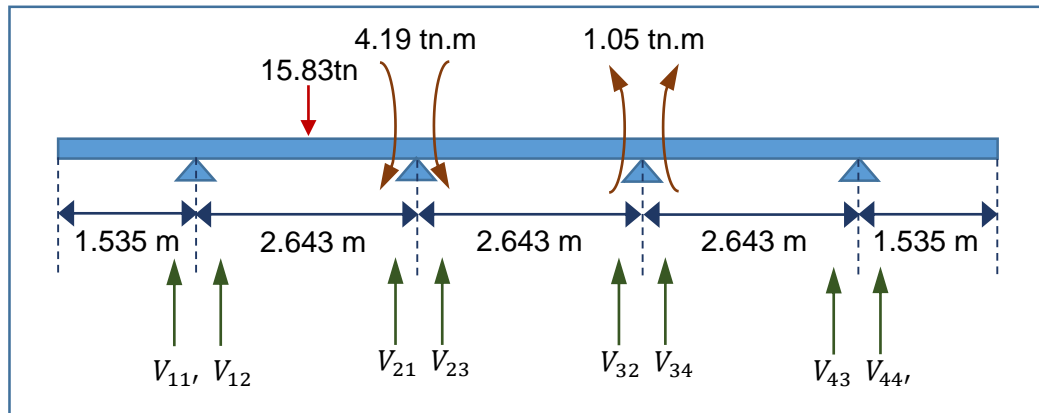
$$M_3 = 1.05 \text{ tn. m}$$

PRESENTADO POR:

- Danny Daniel Saavedra Oré.
- Danilo Saavedra Oré.

Determinando las reacciones:

**GRAFICO N° 48:** Equilibrando fuerzas para determinar las reacciones de la estructura bajo cargas vehiculares para la segunda condición.



**Elaboración:** Propia.

$$\sum M_{12} = 0$$

$$15.83 \frac{(2.643)}{2} + 4.19 - V_{21}(2.643) = 0$$

$$V_{21} = 9.50 \text{ tn}$$

$$\sum M_{21} = 0$$

$$-15.83 \frac{(2.643)}{2} + 4.19 + V_{12}(2.643) = 0$$

$$V_{12} = 6.33 \text{ tn}$$

$$\sum M_{23} = 0$$

$$-4.19 - 1.05 - V_{32}(2.643) = 0$$

$$V_{32} = -1.98 \text{ tn}$$

$$\sum M_{32} = 0$$

$$-4.19 - 1.05 + V_{23}(2.643) = 0$$

$$V_{23} = 1.98 \text{ tn}$$

$$\sum M_{34} = 0$$

$$11.05 - V_{43}(2.643) = 0$$

$$V_{43} = 0.40 \text{ tn}$$

$$\sum M_{43} = 0$$

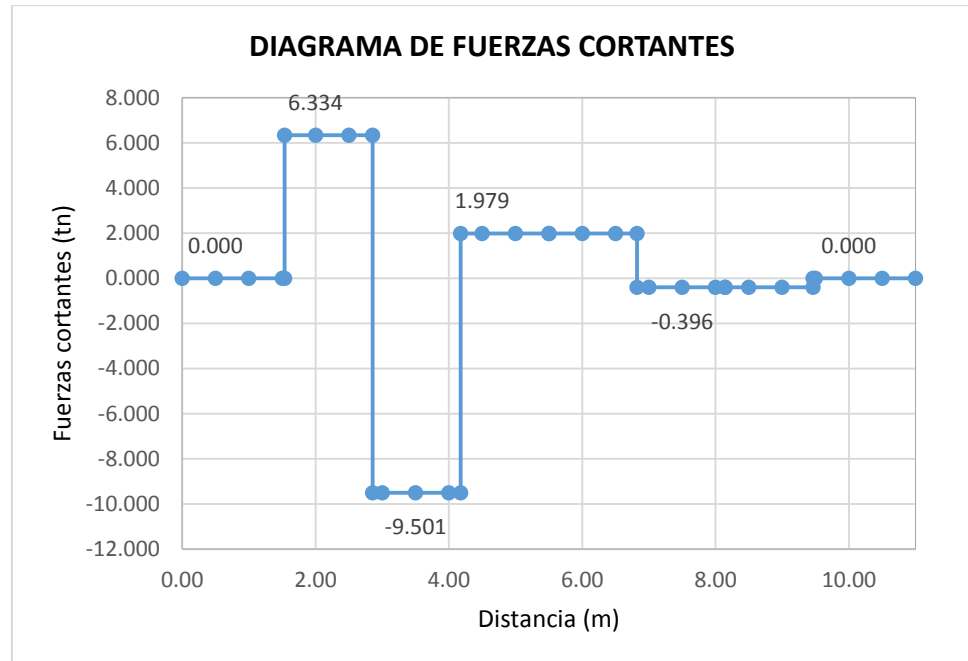
$$1.05 + V_{34}(2.643) = 0$$

**PRESENTADO POR:**

- Danny Daniel Saavedra Oré.
- Danilo Saavedra Oré.

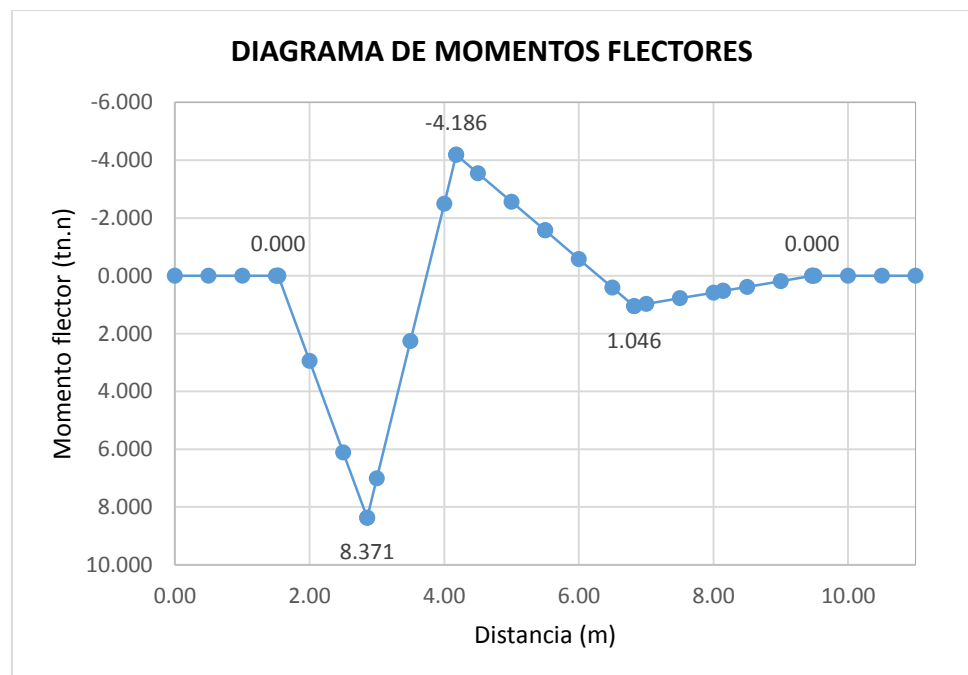
A continuación se muestra el diagrama de fuerzas cortantes y momento flector:

**GRAFICO N° 49:** Diagrama de fuerzas cortantes de las cargas vehiculares que soporta la losa para la segunda condición.



**Elaboración:** Propia.

**GRAFICO N° 50:** Diagrama de momento flector de las cargas vehiculares que soporta la losa para la segunda condición.



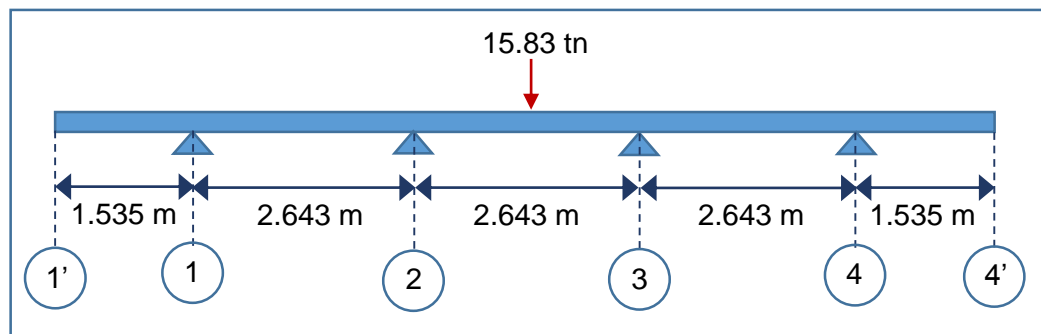
**Elaboración:** Propia.

**PRESENTADO POR:**

- Danny Daniel Saavedra Oré.
- Danilo Saavedra Oré.

• TERCERA CONDICIÓN.

GRAFICO N° 51: Tercera condición para cargas vehiculares sobre la losa.



Elaboración: Propia.

Determinando el momento de empotramiento en el eje 1 y 4.

$$M_1 = 0$$

$$M_4 = 0$$

Determinado el área del diagrama de momento independiente simplemente apoyados.

$$A_1 = \frac{PL_1^2}{8} = \frac{15.83(2.643)^2}{8} = 13.83 \text{ tn.m}^2$$

Centro de cargas independientes simplemente apoyadas.

$$\bar{a}_1 = \frac{L_1}{2} = \frac{2.643}{2} = 1.322 \text{ m}$$

Aplicando la ecuación de tres momentos en el primer tramo.

$$L_1 M_1 + 2(L_1 + L_2)M_2 + L_2 M_3 = - \sum \frac{6 A_i \bar{a}_i}{L}$$

$$2.643 M_1 + 2(2.643 + 2.643)M_2 + 2.643 M_3 = - \frac{6 A_1 \bar{a}_1}{L}$$

$$2.64 M_1 + 10.57 M_2 + 2.64 M_3 = - \frac{6(13.83)(1.32)}{2.643}$$

$$2.64 M_1 + 10.57 M_2 + 2.64 M_3 = -41.49 \text{ tn.m}^2$$

$$2.64(0) + 10.57 M_2 + 2.64 M_3 = -41.49 \text{ tn.m}^2$$

$$10.57 M_2 + 2.64 M_3 = -41.49 \text{ tn.m}^2$$

Aplicando la ecuación de tres momentos en el segundo tramo.

$$L_2 M_2 + 2(L_2 + L_3)M_3 + L_3 M_4 = - \sum \frac{6 A_i \bar{a}_i}{L}$$

$$2.643 M_2 + 2(2.643 + 2.643)M_3 + 2.643 M_4 = - \frac{6 A_1 \bar{a}_1}{L}$$

$$2.64 M_2 + 10.57 M_3 + 2.64 M_4 = - \frac{6(13.83)(1.32)}{2.643}$$

PRESENTADO POR:

- Danny Daniel Saavedra Oré.
- Danilo Saavedra Oré.

$$2.64M_2 + 10.57M_3 + 2.64M_4 = -41.49 \text{ tn.m}^2$$

$$2.64M_2 + 10.57M_3 + 2.64(0) = -41.49 \text{ tn.m}^2$$

$$2.64M_2 + 10.57M_3 = -41.49 \text{ tn.m}^2$$

Resolviendo las ecuaciones de los dos tramos:

$$A = \begin{bmatrix} 10.57 & 2.64 \\ 2.64 & 10.57 \end{bmatrix}$$

$$A^{-1} = \begin{bmatrix} 0.1009 & -0.0252 \\ -0.0252 & 0.1009 \end{bmatrix}$$

$$M = A^{-1}R$$

$$\begin{bmatrix} M_2 \\ M_3 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0.1009 & -0.0252 \\ -0.0252 & 0.1009 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} -41.49 \\ -41.49 \end{bmatrix}$$

$$\begin{bmatrix} M_2 \\ M_3 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} -3.14 \\ -3.14 \end{bmatrix}$$

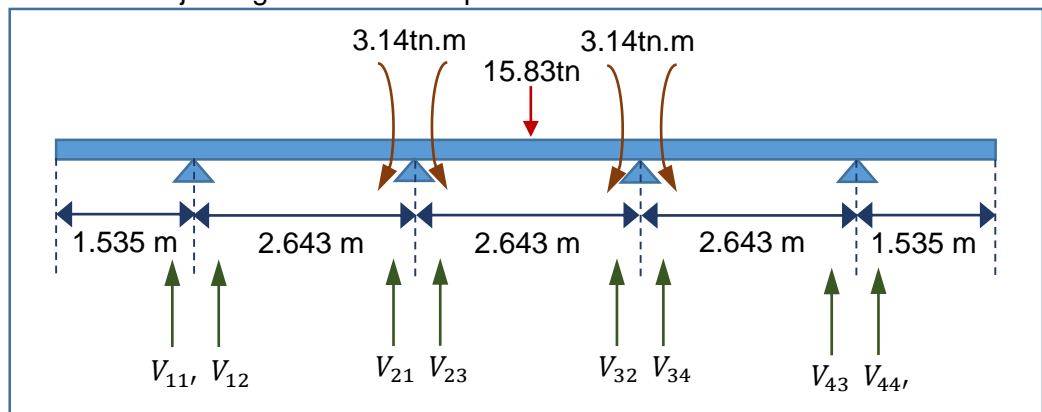
Resultado:

$$M_2 = -3.14 \text{ tn.m}$$

$$M_3 = -3.14 \text{ tn.m}$$

Determinando las reacciones:

**GRAFICO N° 52:** Equilibrando fuerzas para determinar las reacciones de la estructura bajo cargas vehiculares para la tercera condición.



Elaboración: Propia.

$$\sum M_{12} = 0$$

$$3.14 - V_{21}(2.643) = 0$$

$$V_{21} = 1.19 \text{ tn}$$

$$\sum M_{21} = 0$$

$$3.14 + V_{12}(2.643) = 0$$

$$V_{12} = -1.19 \text{ tn}$$

PRESENTADO POR:

- Danny Daniel Saavedra Oré.
- Danilo Saavedra Oré.

$$\sum M_{23} = 0$$

$$15.83 \frac{(2.643)}{2} + 3.14 - 3.14 - V_{32}(2.643) = 0$$

$$V_{32} = 7.92 \text{ tn}$$

$$\sum M_{32} = 0$$

$$-15.83 \frac{(2.643)}{2} + 3.14 - 3.14 + V_{23}(2.643) = 0$$

$$V_{23} = 7.92 \text{ tn}$$

$$\sum M_{34} = 0$$

$$-3.14 - V_{43}(2.643) = 0$$

$$V_{43} = -1.19 \text{ tn}$$

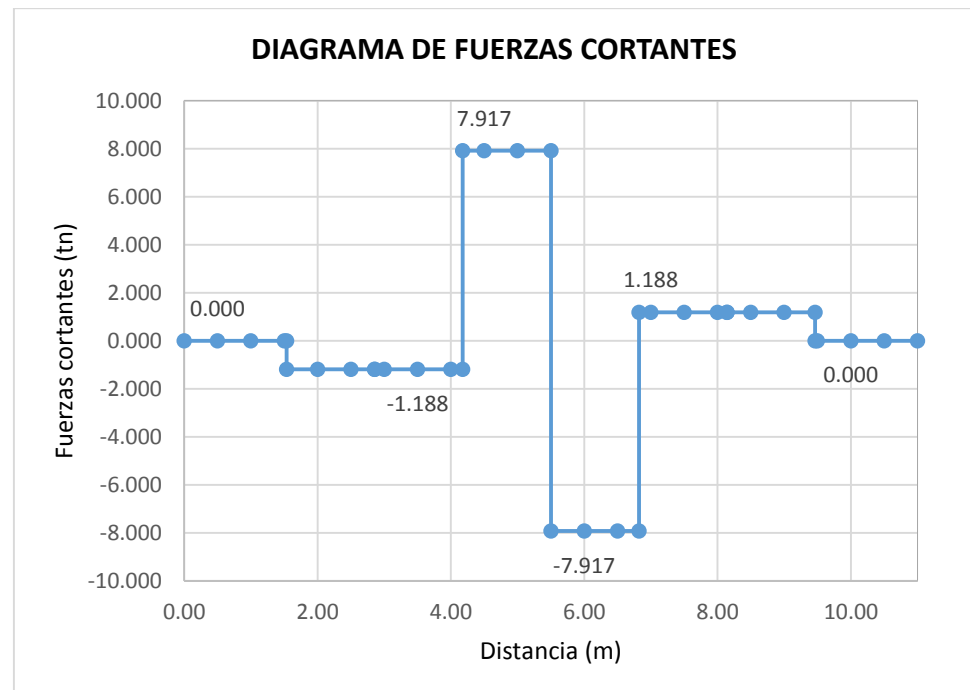
$$\sum M_{43} = 0$$

$$-3.14 + V_{34}(2.643) = 0$$

$$V_{34} = 1.19 \text{ tn}$$

A continuación se muestra el diagrama de fuerzas cortantes y momento flector:

**GRAFICO N° 53:** Diagrama de fuerzas cortantes de las cargas vehiculares que soporta la losa para la tercera condición.



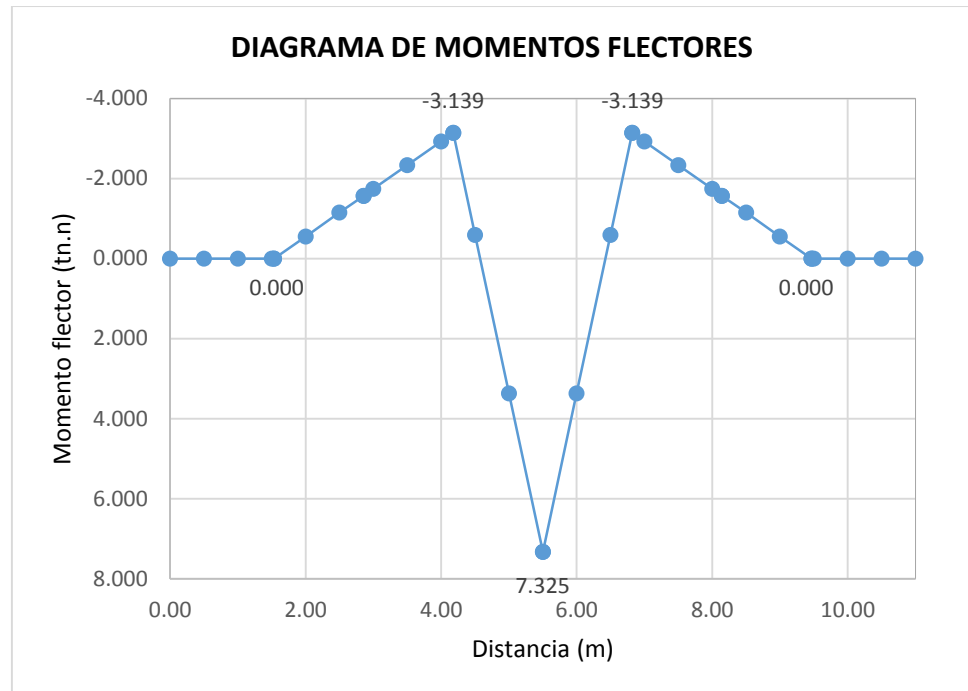
**Elaboración:** Propia.

**PRESENTADO POR:**

- Danny Daniel Saavedra Oré.
- Danilo Saavedra Oré.



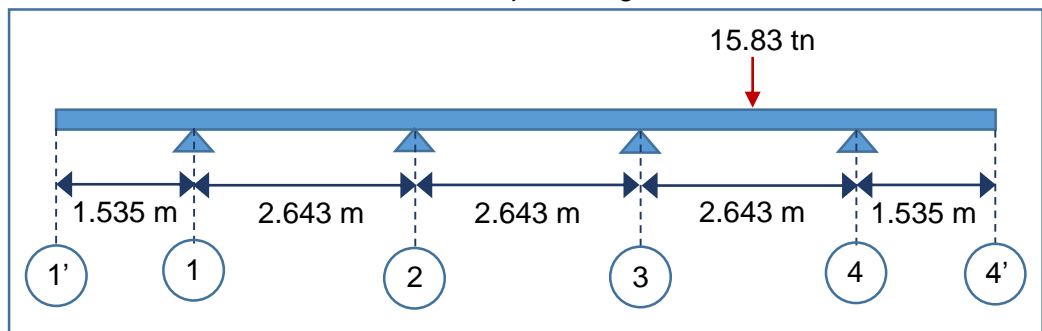
**GRAFICO N° 54:** Diagrama de momento flector de las cargas vehiculares que soporta la losa para la tercera condición.



Elaboración: Propia.

• **CUARTA CONDICIÓN.**

**GRAFICO N° 55:** Cuarta condición para cargas vehiculares sobre la losa.



Elaboración: Propia.

Determinando el momento de empotramiento en el eje 1 y 4.

$$M_1 = 0$$

$$M_4 = 0$$

Determinado el área del diagrama de momento independiente simplemente apoyados.

$$A_1 = \frac{PL_1^2}{8} = \frac{15.83(2.643)^2}{8} = 13.83 \text{ tn.m}^2$$

**PRESENTADO POR:**

- Danny Daniel Saavedra Oré.
- Danilo Saavedra Oré.

Centro de cargas independientes simplemente apoyadas.

$$\bar{a}_1 = \frac{L_1}{2} = \frac{2.643}{2} = 1.322 \text{ m}$$

Aplicando la ecuación de tres momentos en el primer tramo.

$$L_1 M_1 + 2(L_1 + L_2)M_2 + L_2 M_3 = - \sum \frac{6 A_i \bar{a}_i}{L}$$

$$2.64M_1 + 10.57M_2 + 2.64M_3 = 0$$

$$2.64M_1 + 10.57M_2 + 2.64M_3 = 0$$

$$2.64(0) + 10.57M_2 + 2.64M_3 = 0$$

$$10.57M_2 + 2.64M_3 = 0$$

Aplicando la ecuación de tres momentos en el segundo tramo.

$$L_2 M_2 + 2(L_2 + L_3)M_3 + L_3 M_4 = - \sum \frac{6 A_i \bar{a}_i}{L}$$

$$2.643M_2 + 2(2.643 + 2.643)M_3 + 2.643M_4 = - \frac{6 A_1 \bar{a}_1}{L}$$

$$2.64M_2 + 10.57M_3 + 2.64M_4 = - \frac{6(13.83)(1.32)}{2.643}$$

$$2.64M_2 + 10.57M_3 + 2.64M_4 = -41.49 \text{ tn. m}^2$$

$$2.64M_2 + 10.57M_3 + 2.64(0) = -41.49 \text{ tn. m}^2$$

$$2.64M_2 + 10.57M_3 = -41.49 \text{ tn. m}^2$$

Resolviendo las ecuaciones de los dos tramos:

$$A = \begin{bmatrix} 10.57 & 2.64 \\ 2.64 & 10.57 \end{bmatrix}$$

$$A^{-1} = \begin{bmatrix} 0.1009 & -0.0252 \\ -0.0252 & 0.1009 \end{bmatrix}$$

$$M = A^{-1}R$$

$$\begin{bmatrix} M_2 \\ M_3 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0.1009 & -0.0252 \\ -0.0252 & 0.1009 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 0 \\ -41.49 \end{bmatrix}$$

$$\begin{bmatrix} M_2 \\ M_3 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1.05 \\ -4.19 \end{bmatrix}$$

Resultado:

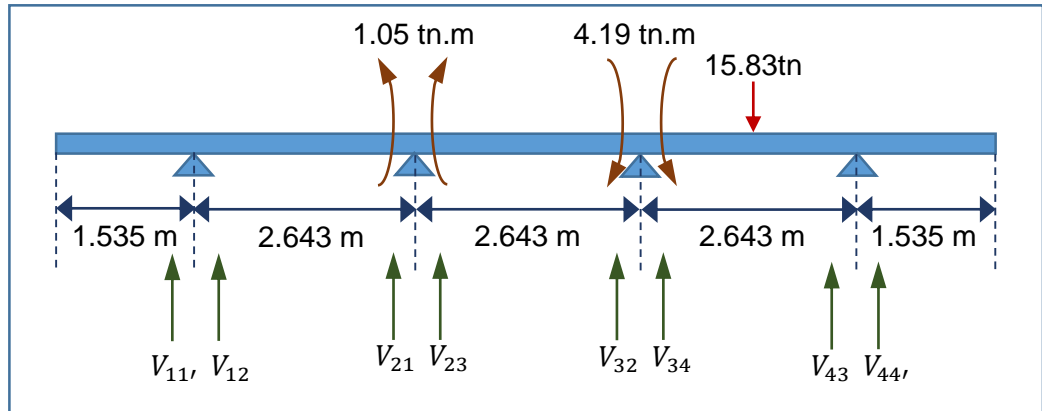
$$M_2 = 1.05 \text{ tn. m}$$

$$M_3 = -4.19 \text{ tn. m}$$

- Danny Daniel Saavedra Oré.
- Danilo Saavedra Oré.

Determinando las reacciones:

**GRAFICO N° 56:** Equilibrando fuerzas para determinar las reacciones de la estructura bajo cargas vehiculares para la cuarta condición.



**Elaboración:** Propia.

$$\sum M_{12} = 0$$

$$-1.05 - V_{21}(2.643) = 0$$

$$V_{21} = -0.40 \text{ tn}$$

$$\sum M_{21} = 0$$

$$-1.05 + V_{12}(2.643) = 0$$

$$V_{12} = 0.40 \text{ tn}$$

$$\sum M_{23} = 0$$

$$-1.05 - 4.19 + V_{32}(2.643) = 0$$

$$V_{32} = 1.98 \text{ tn}$$

$$\sum M_{32} = 0$$

$$-1.05 - 4.19 - V_{23}(2.643) = 0$$

$$V_{23} = -1.98 \text{ tn}$$

$$\sum M_{34} = 0$$

$$15.83 \frac{(2.643)}{2} - 4.19 - V_{43}(2.643) = 0$$

$$V_{43} = 6.33 \text{ tn}$$

$$\sum M_{43} = 0$$

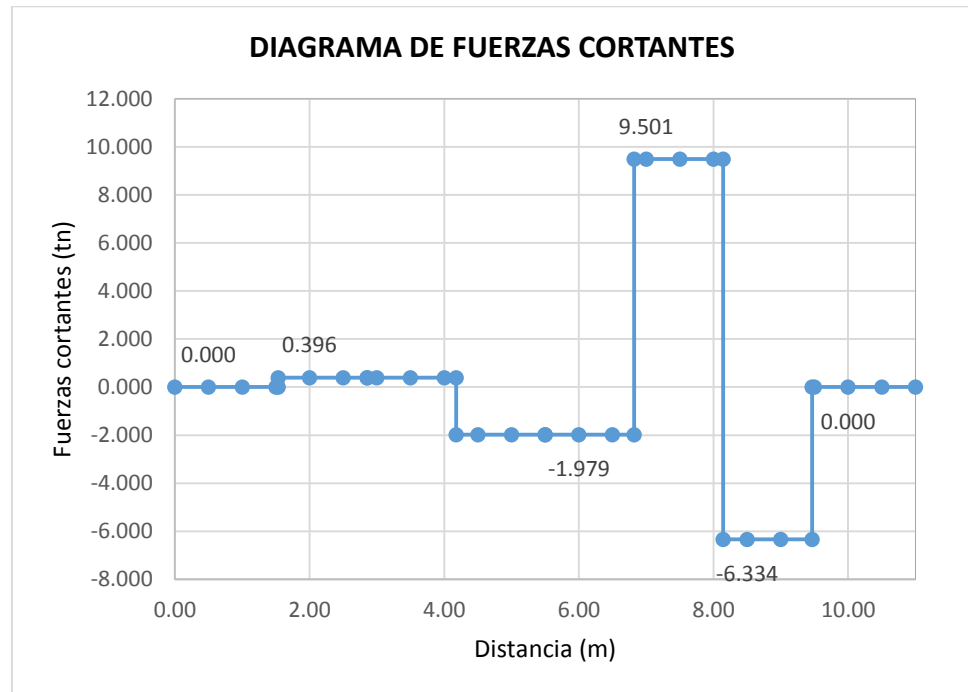
$$-15.83 \frac{(2.643)}{2} - 4.19 + V_{34}(2.643) = 0$$

**PRESENTADO POR:**

- Danny Daniel Saavedra Oré.
- Danilo Saavedra Oré.

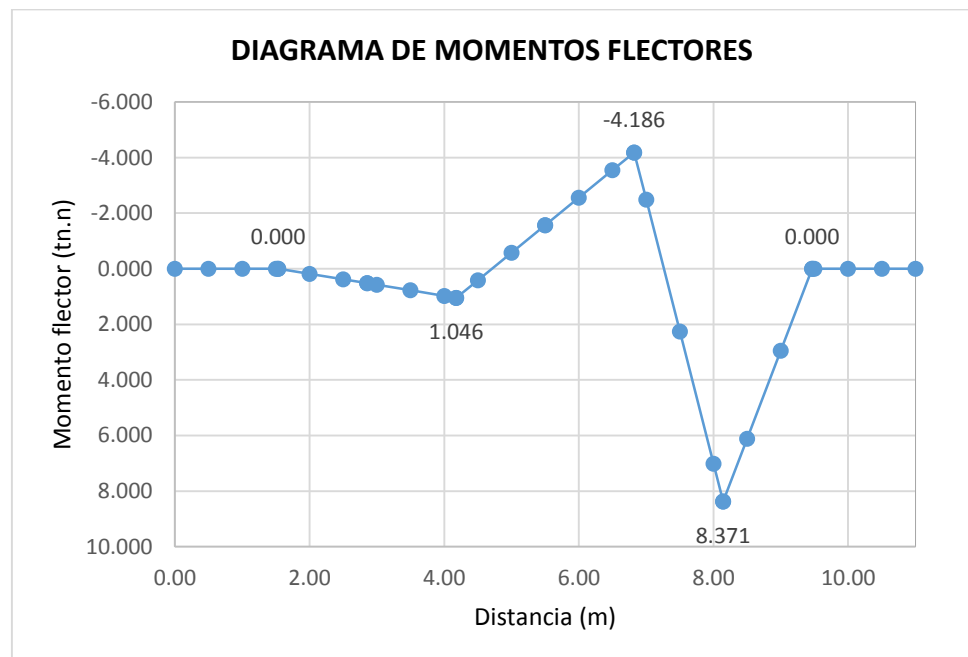
A continuación se muestra el diagrama de fuerzas cortantes y momento flector:

**GRAFICO N° 57:** Diagrama de fuerzas cortantes de las cargas vehiculares que soporta la losa para la cuarta condición.



**Elaboración:** Propia.

**GRAFICO N° 58:** Diagrama de momento flector de las cargas vehiculares que soporta la losa para la cuarta condición.



**Elaboración:** Propia.

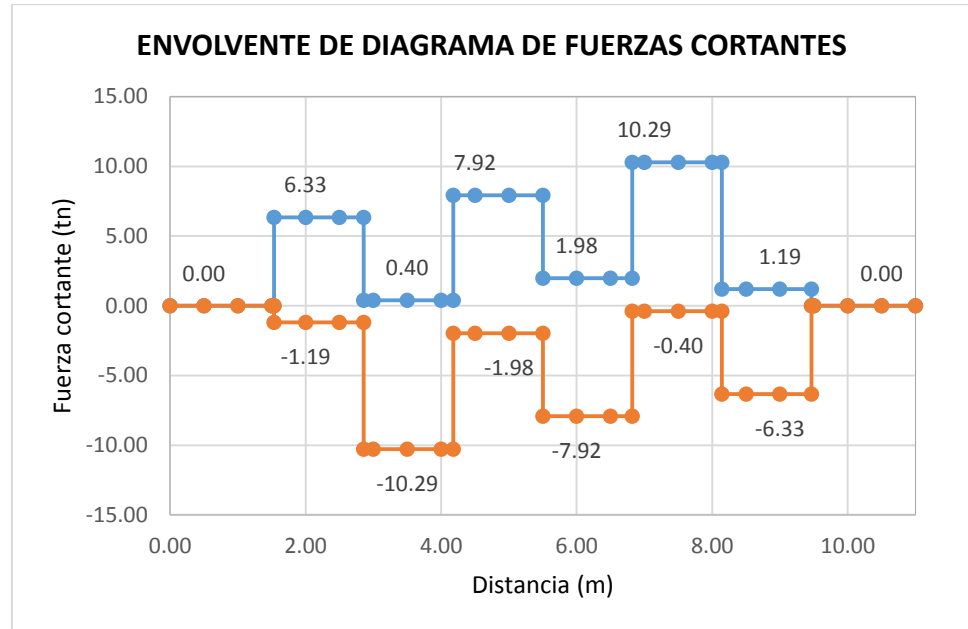
**PRESENTADO POR:**

- Danny Daniel Saavedra Oré.
- Danilo Saavedra Oré.

• **ENVOLVENTE DE CARGAS VEHICULARES.**

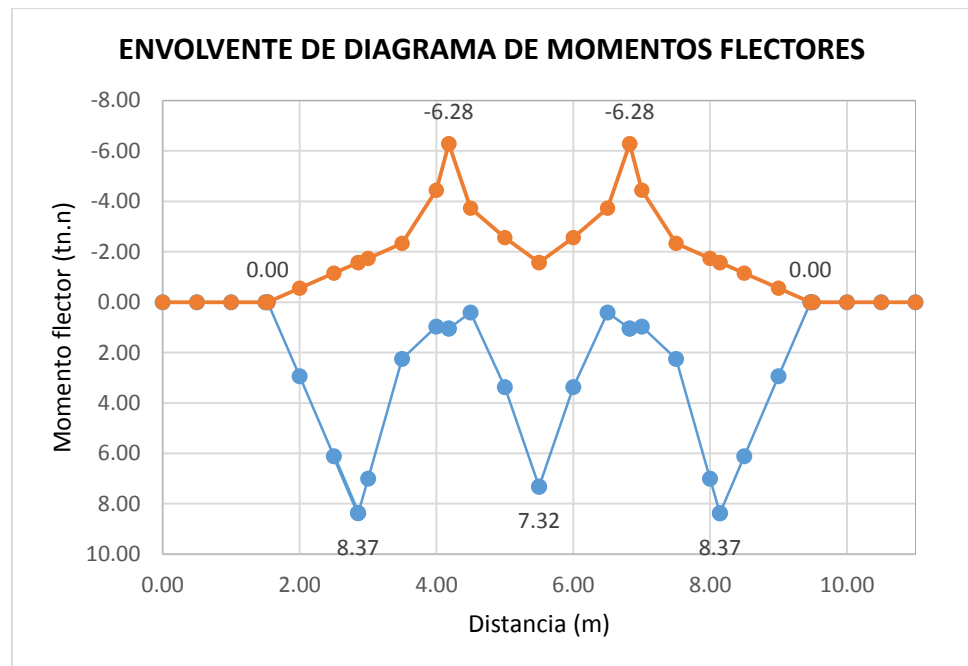
La envolvente de las cargas vehiculares para diferentes condiciones se muestra a continuación:

**GRAFICO N° 59:** Diagrama de envolventes de las fuerzas cortantes de las cargas vehiculares que soporta la losa.



Elaboración: Propia.

**GRAFICO N° 60:** Diagrama de envolventes de momento flector de las cargas vehiculares que soporta la losa.



Elaboración: Propia.

PRESENTADO POR:

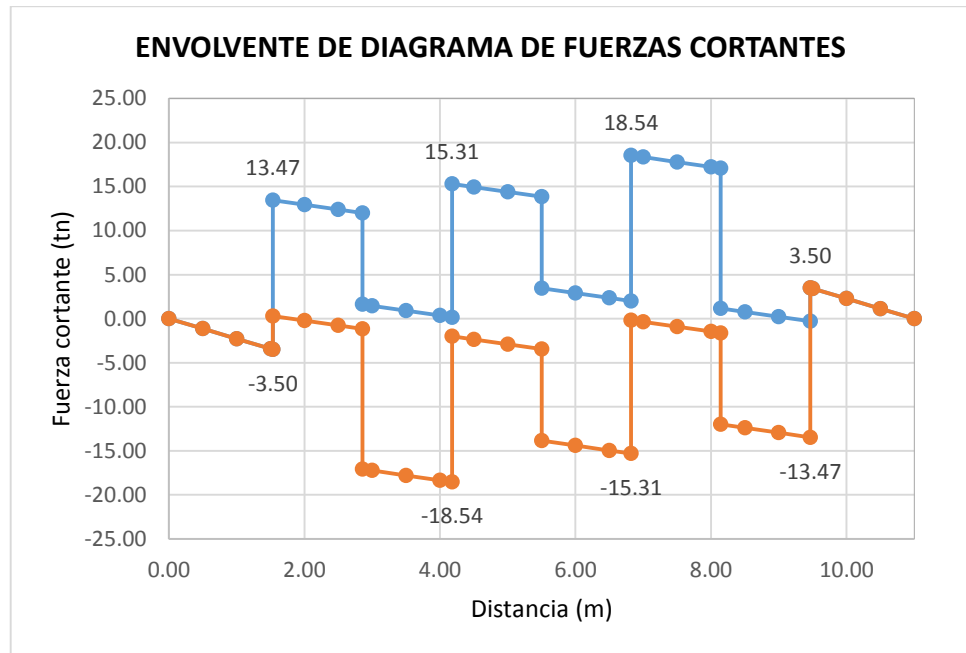
- Danny Daniel Saavedra Oré.
- Danilo Saavedra Oré.

#### 4.7.4. FACTOR Y COMBINACIÓN DE CARGA.

##### 4.7.4.1. COMBINACIÓN DE RESISTENCIA.

La combinación de las cargas se muestra a continuación:

**GRAFICO N° 61:** Diagrama de combinación de resistencia de las fuerzas cortantes que soporta la losa.



**Elaboración:** Propia.

Las fuerzas cortantes finales para diseño de la losa se muestran a continuación:

$$V_{1/1} = 0 \text{ tn}$$

$$V_{11'} = 3.50 \text{ tn}$$

$$V_{12} = 13.47 \text{ tn}$$

$$V_{21} = 18.54 \text{ tn. m}$$

$$V_{23} = 15.31 \text{ tn. m}$$

$$V_{32} = 15.31 \text{ tn. m}$$

$$V_{34} = 18.54 \text{ tn. m}$$

$$V_{43} = 13.47 \text{ tn. m}$$

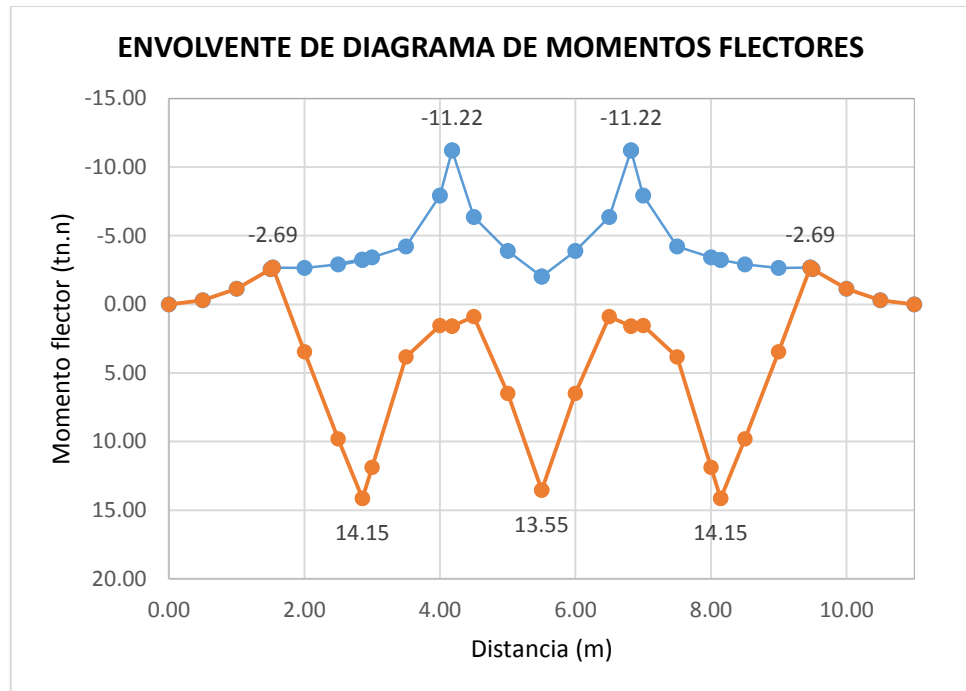
$$V_{44'} = 3.50 \text{ tn. m}$$

$$V_{4/4} = 0 \text{ tn}$$

**PRESENTADO POR:**

- Danny Daniel Saavedra Oré.
- Danilo Saavedra Oré.

**GRAFICO N° 62:** Diagrama de combinación de resistencia de momentos flectores que soporta la losa.



**Elaboración:** Propia.

Los momentos flectores finales para diseño de la losa se muestran a continuación:

$$M_{1'} = 0 \text{ tn. m}$$

$$M_1 = -2.69 \text{ tn. m}$$

$$M_{\max 1-2} = 14.15 \text{ tn. m}$$

$$M_2 = -11.22 \text{ tn. m}$$

$$M_{\max 2-3} = 13.55 \text{ tn. m}$$

$$M_3 = -11.22 \text{ tn. m}$$

$$M_{\max 3-4} = 14.15 \text{ tn. m}$$

$$M_4 = -2.69 \text{ tn. m}$$

$$M_{4'} = 0 \text{ tn. m}$$

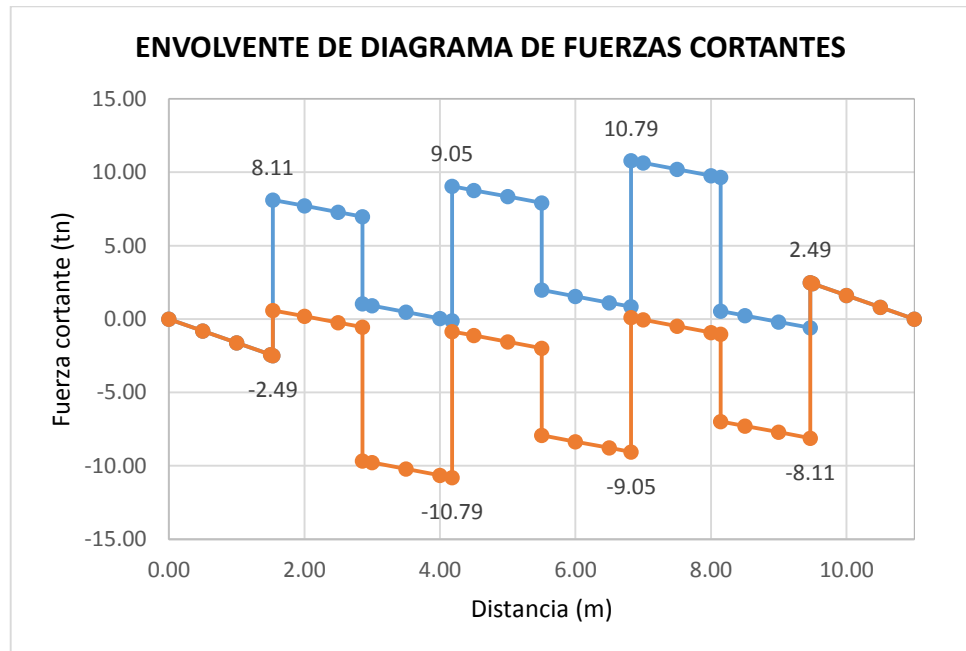
**PRESENTADO POR:**

- Danny Daniel Saavedra Oré.
- Danilo Saavedra Oré.

#### 4.7.4.2. COMBINACIÓN DE SERVICIO.

La combinación de las cargas se muestra a continuación:

**GRAFICO N° 63:** Diagrama de combinación de servicio de las fuerzas cortantes que soporta la losa.



**Elaboración:** Propia.

Las fuerzas cortantes finales para diseño de la losa se muestran a continuación:

$$V_{1/1} = 0 \text{ tn}$$

$$V_{11'} = 2.49 \text{ tn}$$

$$V_{12} = 8.11 \text{ tn}$$

$$V_{21} = 10.79 \text{ tn. m}$$

$$V_{23} = 9.05 \text{ tn. m}$$

$$V_{32} = 9.05 \text{ tn. m}$$

$$V_{34} = 10.79 \text{ tn. m}$$

$$V_{43} = 8.11 \text{ tn. m}$$

$$V_{44'} = 2.49 \text{ tn. m}$$

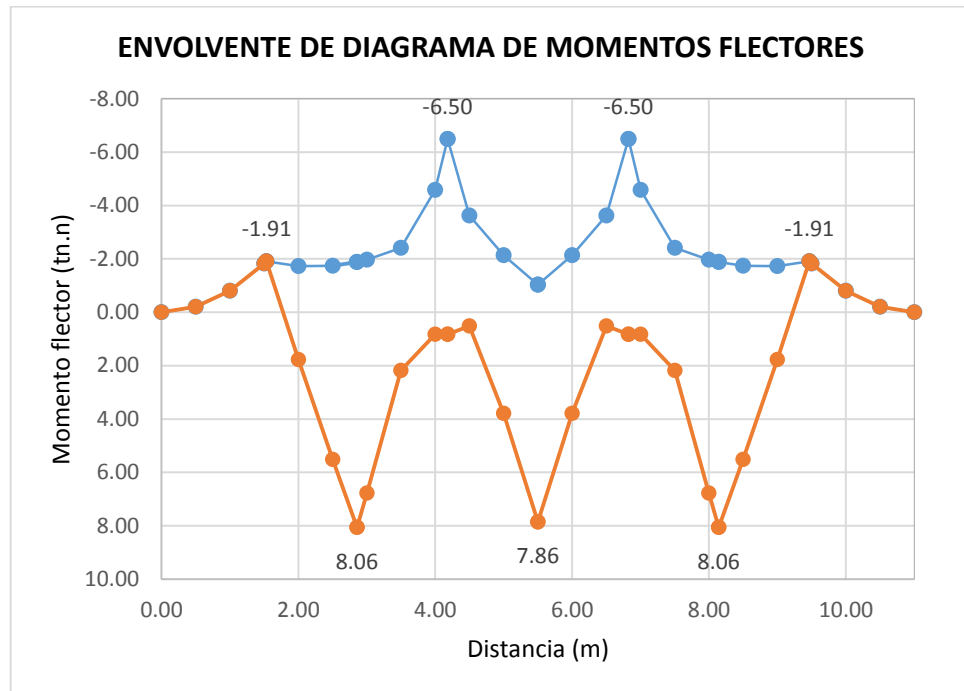
$$V_{4/4} = 0 \text{ tn}$$

**PRESENTADO POR:**

- Danny Daniel Saavedra Oré.
- Danilo Saavedra Oré.



**GRAFICO N° 64:** Diagrama de combinación de servicio de momentos flectores que soporta la losa.



**Elaboración:** Propia.

Los momentos flectores finales para diseño de la losa se muestran a continuación:

$$M_{1l} = 0 \text{ tn.m}$$

$$M_1 = -1.91 \text{ tn.m}$$

$$M_{\max 1-2} = 8.06 \text{ tn.m}$$

$$M_2 = -6.50 \text{ tn.m}$$

$$M_{\max 2-3} = 7.86 \text{ tn.m}$$

$$M_3 = -6.50 \text{ tn.m}$$

$$M_{\max 3-4} = 8.06 \text{ tn.m}$$

$$M_4 = -1.91 \text{ tn.m}$$

$$M_{4l} = 0 \text{ tn.m}$$

**PRESENTADO POR:**

- Danny Daniel Saavedra Oré.
- Danilo Saavedra Oré.

#### 4.7.5. PERALTE DE LOSA

##### 4.7.5.1. GENERALIDADES.

El peralte efectivo de la losa se determinara de acuerdo a la siguiente expresión:

$$d = \sqrt{\frac{2 M_s}{f_c K j b}}$$

Donde:

$M_s$ : Momento de servicio.

$b$ : Ancho.

$$f_c = 0.4 f'_c$$

$$f_s = 0.4 f_y$$

Para determinar K se seguirá el siguiente proceso:

$$n = \frac{E_s}{E_c}$$

$$r = \frac{f_s}{f_c}$$

$$K = \frac{n}{n + r}$$

Para determinar K se seguirá el siguiente proceso:

$$j = 1 - \frac{K}{3}$$

##### 4.7.5.2. PROCESO DE CÁLCULO.

Determinando  $f_c$  y  $f_s$ :

$$f_c = 0.4 f'_c = 0.4(280) = 112 \text{ kg/cm}^2$$

$$f_s = 0.4 f_y = 0.4(4200) = 1680 \text{ kg/cm}^2$$

Determinando el factor n:

$$n = \frac{E_s}{E_c} = \frac{2040000}{284419.53}$$

$$n = 7.173$$

Determinando el factor r:

$$r = \frac{f_s}{f_c} = \frac{1680}{112}$$

$$r = 15$$

Determinando el factor K:

$$K = \frac{n}{n + r} = \frac{7.173}{7.173 + 15}$$

$$K = 0.323$$

PRESENTADO POR:

- Danny Daniel Saavedra Oré.
- Danilo Saavedra Oré.

Determinando el factor j:

$$j = 1 - \frac{K}{3} = 1 - \frac{0.323}{3}$$

$$j = 0.892$$

Determinando el peralte efectivo:

$$d = \sqrt{\frac{2 M_s}{f_c K j b}} = \sqrt{\frac{2 (8058.6645)}{(112) (0.323) (0.892) (100)} \times 10^4}$$

$$d = 22.33 \text{ cm}$$

Se considerara un peralte igual a:

$$h = 30 \text{ cm}$$

Recalculando el peralte efectivo:

$$d = h - r - \phi$$

$$d = 30 - 4 - 1.905$$

$$d = 24.1 \text{ cm}$$

#### 4.7.6. REFUERZO DE ACERO.

##### 4.7.6.1. GENERALIDADES.

El acero en flexión se determinara iterando las siguientes expresiones:

$$A_s = \frac{M_u}{\phi f_y \left(d - \frac{a}{2}\right)}$$

$$a = \frac{A_s f_y}{0.85 f'_c b}$$

El porcentaje de acero de repartición se determinara utilizando la siguiente expresión:

$$\%A_{sr} = \frac{3480}{\sqrt{S}} \leq 67\%$$

El acero por temperatura se determinara utilizando la siguiente expresión:

$$A_{st} = 0.75 \frac{A_g}{f_y}$$

- Danny Daniel Saavedra Oré.
- Danilo Saavedra Oré.

#### 4.7.6.2. CALCULO DE ACERO POR FLEXIÓN.

- **CALCULO DEL ACERO INFERIOR.**

Se calculara inicialmente:

$$a = \frac{d}{5} = \frac{24.1}{5} = 4.82 \text{ cm}$$

Primera iteración para determinar el acero:

$$A_s = \frac{M_u}{\phi f_y (d - \frac{a}{2})} = \frac{1415327.74}{0.9 (4200) (24.1 - \frac{4.82}{2})} = 17.26 \text{ cm}^2$$

$$a = \frac{A_s f_y}{0.85 f'_c b} = \frac{(17.26) (4200)}{0.85 (280) (100)} = 3.05 \text{ cm}$$

Segunda iteración para determinar el acero:

$$A_s = \frac{M_u}{\phi f_y (d - \frac{a}{2})} = \frac{1415327.74}{0.9 (4200) (24.1 - \frac{3.05}{2})} = 16.58 \text{ cm}^2$$

$$a = \frac{A_s f_y}{0.85 f'_c b} = \frac{(16.58) (4200)}{0.85 (280) (100)} = 2.93 \text{ cm}$$

Tercera iteración para determinar el acero:

$$A_s = \frac{M_u}{\phi f_y (d - \frac{a}{2})} = \frac{1415327.74}{0.9 (4200) (24.1 - \frac{2.93}{2})} = 16.54 \text{ cm}^2$$

$$a = \frac{A_s f_y}{0.85 f'_c b} = \frac{(16.54) (4200)}{0.85 (280) (100)} = 2.92 \text{ cm}$$

Cuarta iteración para determinar el acero:

$$A_s = \frac{M_u}{\phi f_y (d - \frac{a}{2})} = \frac{1415327.74}{0.9 (4200) (24.1 - \frac{2.92}{2})} = 16.54 \text{ cm}^2$$

$$a = \frac{A_s f_y}{0.85 f'_c b} = \frac{(16.54) (4200)}{0.85 (280) (100)} = 2.92 \text{ cm (OK)}$$

El resultado final será:

$$A_s = 16.54 \text{ cm}^2$$

Se utilizara acero de 3/4", entonces el espaciamiento será igual a:

$$S = \frac{A_s(3/4")}{A_s} = \frac{2.85}{16.54} = 0.172 \text{ m} \approx 0.15 \text{ m}$$

Entonces la distribución será igual a:

$$A_s = \phi 3/4" @ 0.15 \text{ m}$$

**PRESENTADO POR:**

- Danny Daniel Saavedra Oré.
- Danilo Saavedra Oré.

- **CALCULO DEL ACERO SUPERIOR.**

Se calculara inicialmente:

$$a = \frac{d}{5} = \frac{24.1}{5} = 4.82 \text{ cm}$$

Primera iterando para determinar el acero:

$$A_s = \frac{M_u}{\phi f_y (d - \frac{a}{2})} = \frac{1122059.147}{0.9 (4200) (22.33 - \frac{4.82}{2})} = 13.69 \text{ cm}^2$$

$$a = \frac{A_s f_y}{0.85 f'_c b} = \frac{(13.69) (4200)}{0.85 (280) (100)} = 2.42 \text{ cm}$$

Segunda iterando para determinar el acero:

$$A_s = \frac{M_u}{\phi f_y (d - \frac{a}{2})} = \frac{1122059.147}{0.9 (4200) (22.33 - \frac{2.42}{2})} = 12.97 \text{ cm}^2$$

$$a = \frac{A_s f_y}{0.85 f'_c b} = \frac{(12.97) (4200)}{0.85 (280) (100)} = 2.29 \text{ cm}$$

Tercera iterando para determinar el acero:

$$A_s = \frac{M_u}{\phi f_y (d - \frac{a}{2})} = \frac{1122059.147}{0.9 (4200) (22.33 - \frac{2.29}{2})} = 12.93 \text{ cm}^2$$

$$a = \frac{A_s f_y}{0.85 f'_c b} = \frac{(12.93) (4200)}{0.85 (280) (100)} = 2.28 \text{ cm}$$

Cuarta iterando para determinar el acero:

$$A_s = \frac{M_u}{\phi f_y (d - \frac{a}{2})} = \frac{1122059.147}{0.9 (4200) (22.33 - \frac{2.28}{2})} = 12.93 \text{ cm}^2$$

$$a = \frac{A_s f_y}{0.85 f'_c b} = \frac{(12.93) (4200)}{0.85 (280) (100)} = 2.28 \text{ cm (OK)}$$

El resultado final será:

$$A_s = 12.93 \text{ cm}^2$$

Se utilizara acero de 3/4", entonces el espaciamiento será igual a:

$$S = \frac{A_s(3/4")}{A_s} = \frac{2.85}{12.93} = 0.22 \text{ m} \approx 0.20 \text{ m}$$

Entonces la distribución será igual a:

$$A_s = \phi 3/4" @ 0.20 \text{ m}$$

#### 4.7.6.3. CALCULO DE ACERO DE REPARTICIÓN.

- **CALCULO DEL ACERO INFERIOR.**

Determinando el porcentaje de acero de repartición:

$$\%Asr = \frac{3480}{\sqrt{S}} = \frac{3480}{\sqrt{2643.33}} = 67.69\%$$

Se considerara:

$$\%Asr = 67\%$$

Determinando el acero de repartición:

$$Asr = 0.67 (As) = 0.67 (16.54)$$

$$Asr = 11.08 \text{ cm}^2$$

Se utilizara acero de 3/4", entonces el espaciamiento será igual a:

$$S = \frac{As(3/4")}{As} = \frac{2.85}{11.08} = 0.257 \text{ m} \approx 0.20\text{m}$$

Entonces la distribución será igual a:

$$Asr = \emptyset 3/4" @ 0.20 \text{ m}$$

- **CALCULO DEL ACERO SUPERIOR.**

Determinando el porcentaje de acero de repartición:

$$\%Asr = \frac{3480}{\sqrt{S}} = \frac{3480}{\sqrt{2643.33}} = 67.69\%$$

Se considerara:

$$\%Asr = 67\%$$

Determinando el acero de repartición:

$$Asr = 0.67 (As) = 0.67 (12.93)$$

$$Asr = 8.66 \text{ cm}^2$$

Se utilizara acero de 5/8", entonces el espaciamiento será igual a:

$$S = \frac{As(5/8")}{As} = \frac{1.98}{8.66} = 0.23 \text{ m} \approx 0.20\text{m}$$

Entonces la distribución será igual a:

$$Asr = \emptyset 5/8" @ 0.20 \text{ m}$$

#### 4.7.6.4. CALCULO DE ACERO DE TEMPERATURA.

Determinando el acero de repartición:

$$Ast = 0.75 \frac{Ag}{fy} = 0.75 \frac{(300)(1000)}{42000}$$

$$Ast = 5.36 \text{ cm}^2$$

PRESENTADO POR:

- Danny Daniel Saavedra Oré.
- Danilo Saavedra Oré.

Se utilizara acero de 1/2", entonces el espaciamiento será igual a:

$$S = \frac{As(1/2")}{As} = \frac{1.27}{5.36} = 0.237 m \approx 0.20m$$

Entonces la distribución será igual a:

$$Asr = \emptyset 1/2" @ 0.20 m$$

Esta cantidad de acero es menor al acero de repartición, por lo que se utilizara el mayor de ambos.

#### 4.7.7. DISEÑO POR CORTE.

##### 4.7.7.1. GENERALIDADES.

Para comprobar el corte se deberá cumplir la siguiente expresión:

$$Vc > \frac{Vu}{\emptyset}$$

Donde:

*Vu*: Es la fuerza cortante ultima.

*Vc*: Es la fuerza cortante que soporta la losa.

$\emptyset$ : Factor de reducción.

La fuerza cortante que puede soportar la sección de la losa se puede determinar utilizando la siguiente expresión:

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

##### 4.7.7.2. COMPROBACIÓN DEL CORTE.

Calculando la fuerza cortante que puede soportar la sección de la losa:

$$Vc = 0.53\sqrt{f'c} b d = 0.53\sqrt{280}(1)(0.241)$$

$$Vc = 21.37 tn$$

Calculando la fuerza cortante última entre el factor de reducción:

$$\frac{Vu}{\emptyset} = \frac{18.54}{0.9} = 20.60 tn$$

Entonces cumple la siguiente expresión:

$$Vc > \frac{Vu}{\emptyset}$$

$$21.37 > 20.6 (OK)$$

#### 4.8. DISEÑO DE TRABE.

##### 4.8.1. PREDIMENSIONAMIENTO.

De acuerdo al manual de diseño de puentes, el peralte mínimo para concreto pre reforzado de tramos continuos está dado por la siguiente expresión:

$$H_{\min} = 0.040 L$$

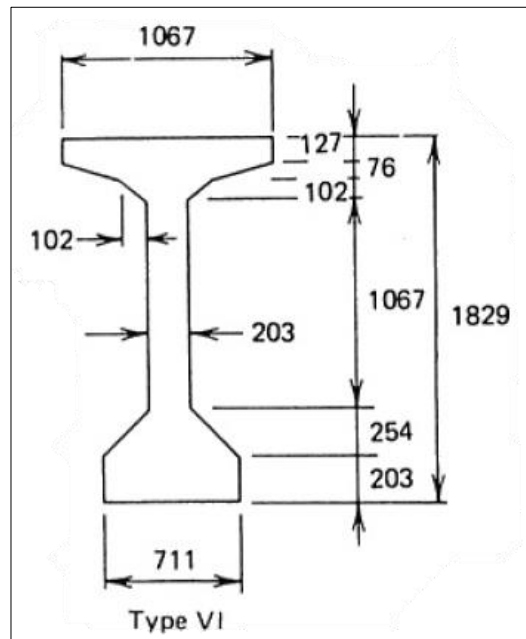
Se considerara L, como el tramo más largo del puente, siendo igual a 40 m, el cual nos da el siguiente resultado:

$$H_{\min} = 0.040 (40)$$

$$H_{\min} = 1.60 \text{ m}$$

Estas dimensiones se ajustan una viga trabe tipo VI que se muestra a continuación:

**GRAFICO N° 65:** Dimensiones de la viga trabe tipo VI en mm.



**Fuente:** Hormigón Pretensado, Prof. F. Yáñez.

#### PRESENTADO POR:

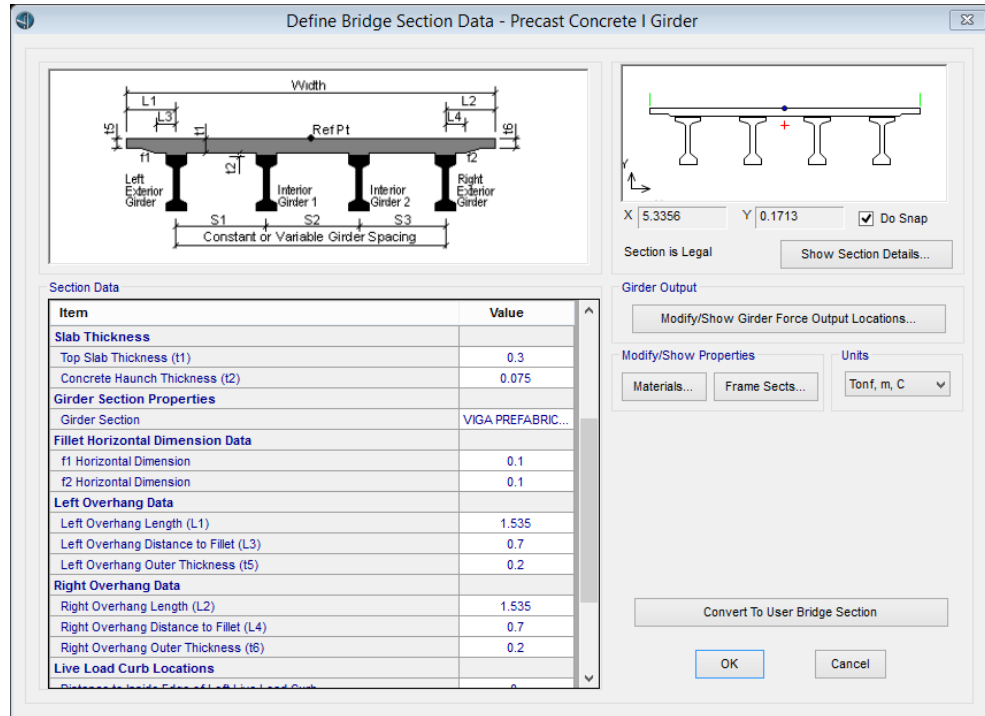
- Danny Daniel Saavedra Oré.
- Danilo Saavedra Oré.



- **SECCIÓN INICIAL DEL TABLERO.**

La sección inicial del tablero será la siguiente:

**GRAFICO N° 66:** Dimensiones del tablero en el Sistema CSI Bridge.



**Elaboración:** Propia, a través del sistema CSI Bridge.

#### 4.8.2. METRADOS DE CARGAS.

##### 4.8.2.1. METRADOS DE CARGA MUERTA (DC).

Para el metrado de cargas muertas se consideró el peso del tablero, siendo distribuido hacia las vigas internas y externas.

**CUADRO N° 34:** Metrado de cargas muertas distribuidas hacia las vigas internas.

Detalle	$\gamma$ (kg/m <sup>3</sup> )	Largo (m)	Ancho (m)	Área (m <sup>2</sup> )	w (tn/m)
Viga Trabe tipo VI	2500	-	-	0.7	1.750
Losa	2500	0.3	2.64	0.793	1.982
<b>total:</b>					<b>3.732</b>

**Elaboración:** Propia.

**CUADRO N° 35:** Metrado de cargas muertas distribuidas hacia las vigas externas.

Detalle	$\gamma$ (kg/m <sup>3</sup> )	Largo (m)	Ancho (m)	Área (m <sup>2</sup> )	w (tn/m)
Viga Trabe tipo VI	2500	-	-	0.7	<b>1.750</b>
<b>Losa</b>					<b>1.971</b>
fracción 1	2500	0.2	0.84	0.167	0.418
fracción 2	2500	0.3	0.7	0.21	0.525
fracción 3	2500	0.1	0.3	0.015	0.038
fracción 4	2500	0.3	1.32	0.396	0.991
				<b>total:</b>	<b>3.721</b>

**Elaboración:** Propia

#### 4.8.2.2. METRADOS DE CARGAS DE VEREDAS.

La carga solo afecta a las vigas externas ya que las veredas se encuentran en los cantos del puente.

**CUADRO N° 36:** Metrado de cargas de veredas hacia las vigas externas.

Detalle	q (kg/m <sup>2</sup> )	Ancho (m)	w (tn/m)
CARGA DE VEREDAS	360	1.00	0.360

**Elaboración:** Propia

#### 4.8.2.3. METRADO DE CARGAS DE PAVIMENTOS.

Para el metrado de cargas de pavimentos se consideró la distribución hacia las vigas internas y externas.

**CUADRO N° 37:** Metrado de cargas de pavimentos distribuidas hacia las vigas internas.

Detalle	q (kg/m <sup>2</sup> )	Ancho (m)	w (tn/m)
CARGA DE PAVIMENTOS	110	2.64	0.291

**Elaboración:** Propia

**PRESENTADO POR:**

- Danny Daniel Saavedra Oré.
- Danilo Saavedra Oré.

**CUADRO N° 38:** Metrado de cargas de pavimentos distribuidas hacia las vigas externas.

Detalle	q (kg/m <sup>2</sup> )	Ancho (m)	w (tn/m)
CARGA DE PAVIMENTOS	110	1.66	0.182

**Elaboración:** Propia

#### 4.8.2.4. CARGAS DISTRIBUIDA DE BARRERA JERSEY.

La carga solo afecta a las vigas externas ya que en la barrera Jersey se encuentra en los cantos del puente.

**CUADRO N° 39:** Carga distribuida de barrera Jersey.

Detalle	w (tn/m)
Barrera Jersey	0.510

**Elaboración:** Propia, referido a <http://www.tubocreto.com/>.

#### 4.8.2.5. CARGA DISTRIBUIDA DE BARANDAS.

La carga solo afecta a las vigas externas ya que las barandas se encuentran en los cantos del puente.

**CUADRO N° 40:** Carga distribuida de baranda.

Detalle	w (tn/m)
Baranda	0.100

**Elaboración:** Propia.

#### 4.8.2.6. METRADO DE CARGA DISTRIBUIDA DE PEATONES.

La carga solo afecta a las vigas externas ya que los peatones transitan por las veredas que se encuentran en los cantos del puente.

**CUADRO N° 41:** Carga distribuida de peatones.

Detalle	q (kg/m <sup>2</sup> )	Ancho (m)	w (tn/m)
CARGA PEATONAL	510	1.00	0.510

**Elaboración:** Propia.

**PRESENTADO POR:**

- Danny Daniel Saavedra Oré.
- Danilo Saavedra Oré.

#### 4.8.2.7. METRADO DE CARGA VEHICULARES.

El cálculo de la carga vehicular se muestra a continuación:

**CUADRO N° 42:** Cargas vehiculares.

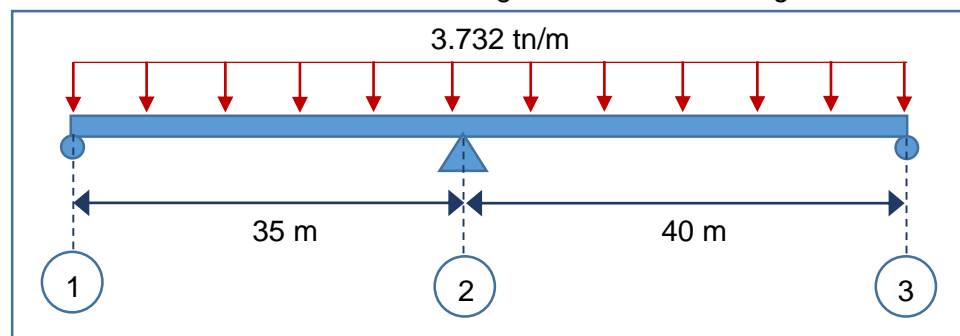
DETALLE	UND	CARGA	EFFECTOS DINÁMICOS	EFFECTOS DE ACCELERACIÓN Y FRENADO	FACTOR DE RUEDA	TOTAL
Carga de Rueda	tn	14.78	1.33	1.25	1.653	14.86
Carga Distribuida	tn/m	0.97	-	-	-	0.97

Elaboración: Propia.

#### 4.8.3. ANÁLISIS ESTRUCTURAL PARA EL DISEÑO DE LA VIGA TRABE.

##### 4.8.3.1. ANÁLISIS DEL TABLERO BAJO CARGAS MUERTAS DE LAS VIGAS INTERIORES.

**GRAFICO N° 67:** Distribución de cargas muertas en las vigas interiores.



Elaboración: Propia.

Determinado el área del diagrama de momento independiente simplemente apoyados.

$$A_1 = \frac{W L_1^3}{12} = \frac{3.732 (35)^3}{12} = 13335.91 \text{ tn.m}^2$$

$$A_2 = \frac{W L_2^3}{12} = \frac{3.732 (40)^3}{12} = 19906.67 \text{ tn.m}^2$$

Centro de cargas independientes simplemente apoyadas.

$$\bar{a}_1 = \frac{L_1}{2} = \frac{35}{2} = 17.5 \text{ m}$$

$$\bar{a}_2 = \frac{L_2}{2} = \frac{40}{2} = 20 \text{ m}$$

**PRESENTADO POR:**

- Danny Daniel Saavedra Oré.
- Danilo Saavedra Oré.

Aplicando la ecuación de tres momentos.

$$L_1 M_1 + 2(L_1 + L_2)M_2 + L_2 M_3 = - \sum \frac{6 A_i \bar{a}_i}{L}$$

$$(35)M_1 + 2(35 + 40)M_2 + 40M_3 = - \frac{6 A_1 \bar{a}_1}{L} - \frac{6 A_2 \bar{a}_2}{L}$$

$$35M_1 + 150M_2 + 40M_3 = - \frac{6(13335.91)(17.5)}{35} - \frac{6(19906.67)(20)}{40}$$

$$35M_1 + 150M_2 + 40M_3 = -99727.73 \text{ tn. m}^2$$

Por definición de apoyos extremos se considerara:

$$M_1 = 0$$

$$M_3 = 0$$

Reemplazando estos valores en la ecuación anterior:

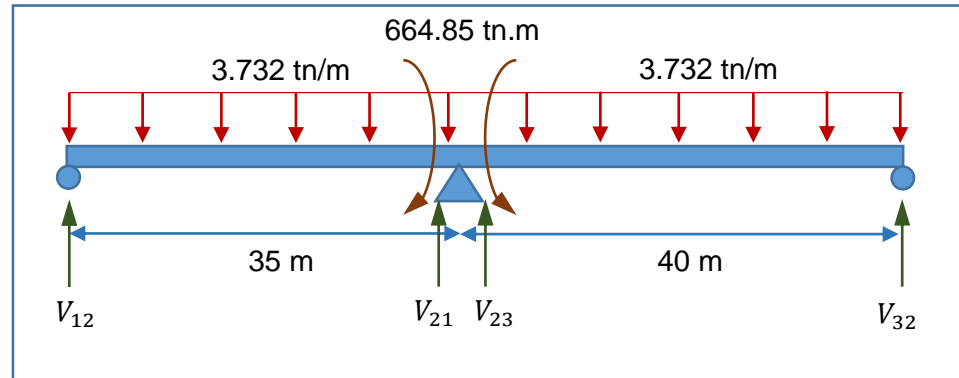
$$35(0) + 150M_2 + 40(0) = -99727.73 \text{ tn. m}^2$$

$$150M_2 = -99727.73 \text{ tn. m}^2$$

$$M_2 = -664.85 \text{ tn. m}$$

Determinando las reacciones:

**GRAFICO N° 68:** Equilibrando fuerzas para determinar las reacciones de la estructura bajo cargas muertas en las vigas interiores.



Elaboración: Propia

$$\sum M_{12} = 0$$

$$3.732(35) \frac{(35)}{2} + 664.85 - V_{21}(35) = 0$$

$$V_{21} = 84.31 \text{ tn}$$

PRESENTADO POR:

- Danny Daniel Saavedra Oré.
- Danilo Saavedra Oré.

$$\sum M_{21} = 0$$

$$-3.732(35) \frac{(35)}{2} + 664.85 + V_{12}(35) = 0$$

$$V_{12} = 46.32 \text{ tn}$$

$$\sum M_{32} = 0$$

$$-3.732(40) \frac{(40)}{2} - 664.85 + V_{23}(40) = 0$$

$$V_{23} = 91.27 \text{ tn}$$

$$\sum M_{23} = 0$$

$$3.732(40) \frac{(40)}{2} - 664.85 - V_{32}(40) = 0$$

$$V_{32} = 58.03 \text{ tn}$$

Determinando los momentos flectores positivos máximos del primer tramos.

$$X1 = \frac{V_{12} (L_1)}{V_{12} + V_{21}}$$

$$X1 = \frac{46.32 (35)}{46.32 + 84.31}$$

$$X1 = \frac{46.32 (35)}{46.32 + 84.31}$$

$$X1 = \frac{46.32 (35)}{46.32 + 84.31}$$

$$X1 = 12.41 \text{ m}$$

$$M_{1 \max} = \frac{V_{12} X1}{2}$$

$$M_{1 \max} = \frac{46.32 (12.41)}{2}$$

$$M_{1 \max} = 287.45 \text{ tn.m}$$

Determinando los momentos flectores positivos máximos del segundo tramos.

$$X2 = \frac{V_{32} (L_2)}{V_{32} + V_{23}}$$

$$X2 = \frac{58.03 (40)}{58.03 + 91.27}$$

PRESENTADO POR:

- Danny Daniel Saavedra Oré.
- Danilo Saavedra Oré.

$$X2 = \frac{58.03 (40)}{58.03 + 91.27}$$

$$X2 = \frac{58.03 (40)}{58.03 + 91.27}$$

$$X2 = 15.55 \text{ m}$$

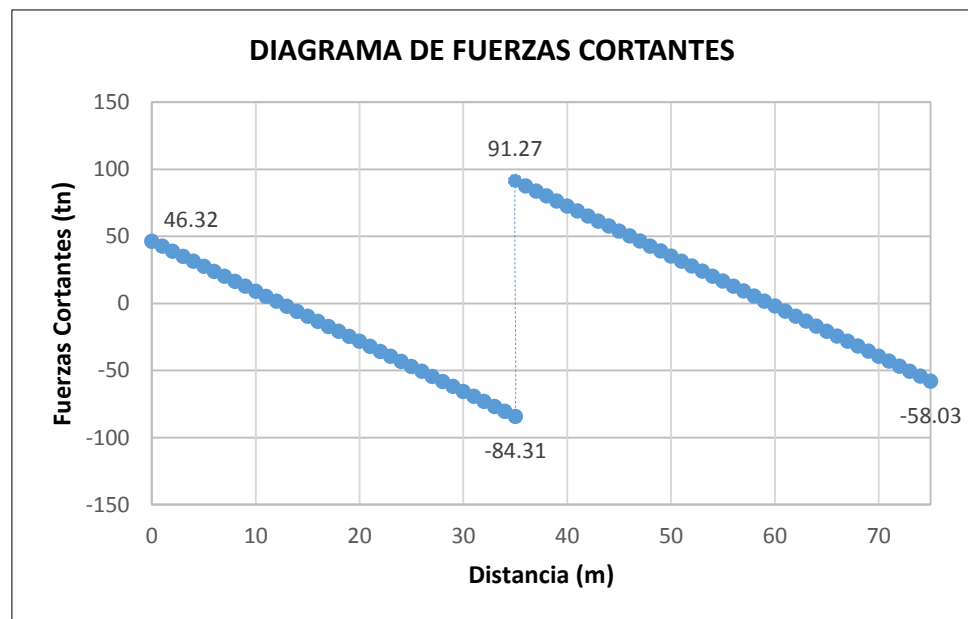
$$M_{2 \max} = \frac{V_{32} X2}{2}$$

$$M_{2 \max} = \frac{58.03 (15.55)}{2}$$

$$M_{2 \max} = 451.08 \text{ tn.m}$$

A continuación se muestra el diagrama de fuerzas cortantes y momento flector:

**GRAFICO N° 69:** Diagrama de fuerzas cortantes de cargas muertas de las vigas interiores.

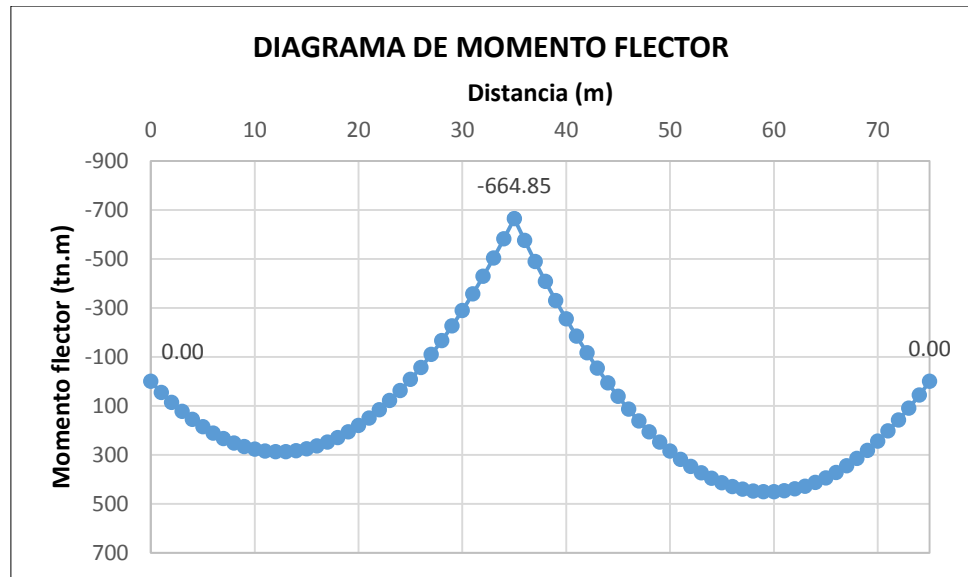


Elaboración: Propia.

PRESENTADO POR:

- Danny Daniel Saavedra Oré.
- Danilo Saavedra Oré.

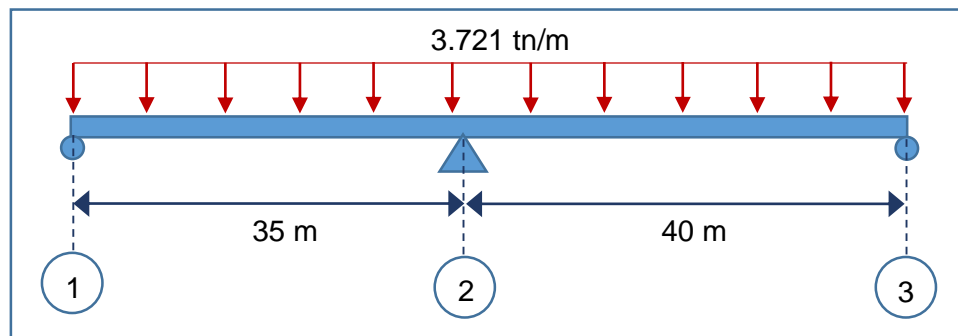
**GRAFICO N° 70:** Diagrama de momento flector de cargas muertas de las vigas interiores.



Elaboración: Propia.

#### 4.8.3.2. ANÁLISIS DEL TABLERO BAJO CARGAS MUERTAS DE LAS VIGAS EXTERIORES.

**GRAFICO N° 71:** Distribución de cargas muertas en las vigas exteriores.



Elaboración: Propia.

Determinado el área del diagrama de momento independiente simplemente apoyados.

$$A_1 = \frac{W L_1^3}{12} = \frac{3.721 (35)^3}{12} = 13295.72 \text{ tn. m}^2$$

$$A_2 = \frac{W L_2^3}{12} = \frac{3.721 (40)^3}{12} = 19846.67 \text{ tn. m}^2$$

**PRESENTADO POR:**

- Danny Daniel Saavedra Oré.
- Danilo Saavedra Oré.



Centro de cargas independientes simplemente apoyadas.

$$\bar{a}_1 = \frac{L_1}{2} = \frac{35}{2} = 17.5 \text{ m}$$

$$\bar{a}_2 = \frac{L_2}{2} = \frac{40}{2} = 20 \text{ m}$$

Aplicando la ecuación de tres momentos.

$$L_1 M_1 + 2(L_1 + L_2) M_2 + L_2 M_3 = - \sum \frac{6 A_i \bar{a}_i}{L}$$

$$(35) M_1 + 2(35 + 40) M_2 + 40 M_3 = - \frac{6 A_1 \bar{a}_1}{L} - \frac{6 A_2 \bar{a}_2}{L}$$

$$35 M_1 + 150 M_2 + 40 M_3 = - \frac{6(13295.72)(17.5)}{35} - \frac{6(19846.67)(20)}{40}$$

$$35 M_1 + 150 M_2 + 40 M_3 = -99427.15 \text{ tn. m}^2$$

Por definición de apoyos extremos se considerara:

$$M_1 = 0$$

$$M_3 = 0$$

Reemplazando estos valores en la ecuación anterior:

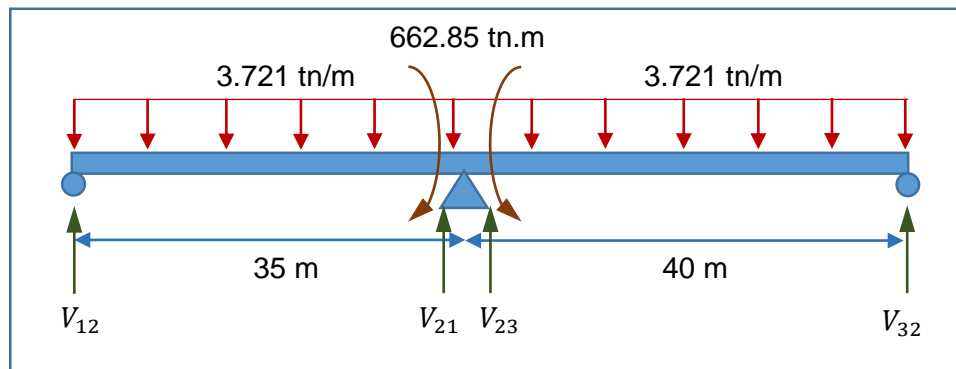
$$35(0) + 150 M_2 + 40(0) = -99427.15 \text{ tn. m}^2$$

$$150 M_2 = -99427.15 \text{ tn. m}^2$$

$$M_2 = -662.85 \text{ tn. m}$$

Determinando las reacciones:

**GRAFICO N° 72:** Equilibrando fuerzas para determinar las reacciones de la estructura bajo cargas muertas en las vigas exteriores.



Elaboración: Propia.

PRESENTADO POR:

- Danny Daniel Saavedra Oré.
- Danilo Saavedra Oré.

$$\sum M_{12} = 0$$

$$3.721 (35) \frac{(35)}{2} + 662.85 - V_{21}(35) = 0$$

$$V_{21} = 84.06 \text{ tn}$$

$$\sum M_{21} = 0$$

$$-3.721 (35) \frac{(35)}{2} + 662.85 + V_{12}(35) = 0$$

$$V_{12} = 46.18 \text{ tn}$$

$$\sum M_{32} = 0$$

$$-3.721 (40) \frac{(40)}{2} - 662.85 + V_{23}(40) = 0$$

$$V_{23} = 91.00 \text{ tn}$$

$$\sum M_{23} = 0$$

$$3.721 (40) \frac{(40)}{2} - 662.85 - V_{32}(40) = 0$$

$$V_{32} = 57.85 \text{ tn}$$

Determinando los momentos flectores positivos máximos del primer tramos.

$$X_1 = \frac{V_{12} (L_1)}{V_{12} + V_{21}}$$

$$X_1 = \frac{46.18 (35)}{46.18 + 84.06}$$

$$X_1 = \frac{46.18 (35)}{46.18 + 84.06}$$

$$X_1 = \frac{46.18 (35)}{46.18 + 84.06}$$

$$X_1 = 12.41 \text{ m}$$

$$M_{1 \max} = \frac{V_{12} X_1}{2}$$

$$M_{1 \max} = \frac{46.18 (12.41)}{2}$$

$$M_{1 \max} = 286.58 \text{ tn.m}$$

PRESENTADO POR:

- Danny Daniel Saavedra Oré.
- Danilo Saavedra Oré.

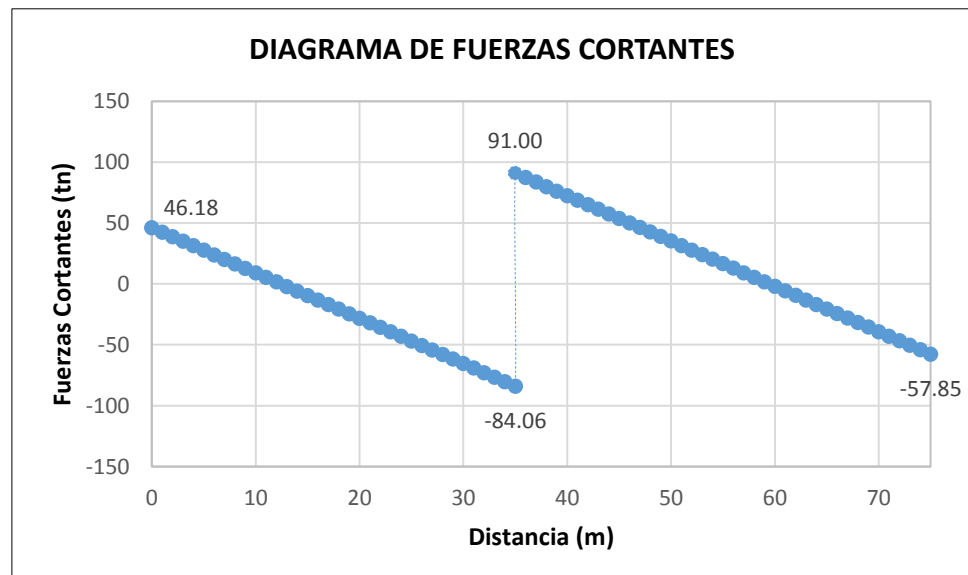
Determinando los momentos flectores positivos máximos del segundo tramos.

$$X2 = \frac{V_{32} (L_2)}{V_{32} + V_{23}}$$
$$X2 = \frac{57.85 (40)}{57.85 + 91.00}$$
$$X2 = \frac{57.85 (40)}{57.85 + 91.00}$$
$$X2 = \frac{57.85 (40)}{57.85 + 91.00}$$
$$X2 = 15.55 \text{ m}$$

$$M_{2 \max} = \frac{V_{32} X2}{2}$$
$$M_{2 \max} = \frac{57.85 (15.55)}{2}$$
$$M_{2 \max} = 449.72 \text{ tn.m}$$

A continuación se muestra el diagrama de fuerzas cortantes y momentos flectores:

**GRAFICO N° 73:** Diagrama de fuerzas cortantes de cargas muertas de las vigas exteriores.

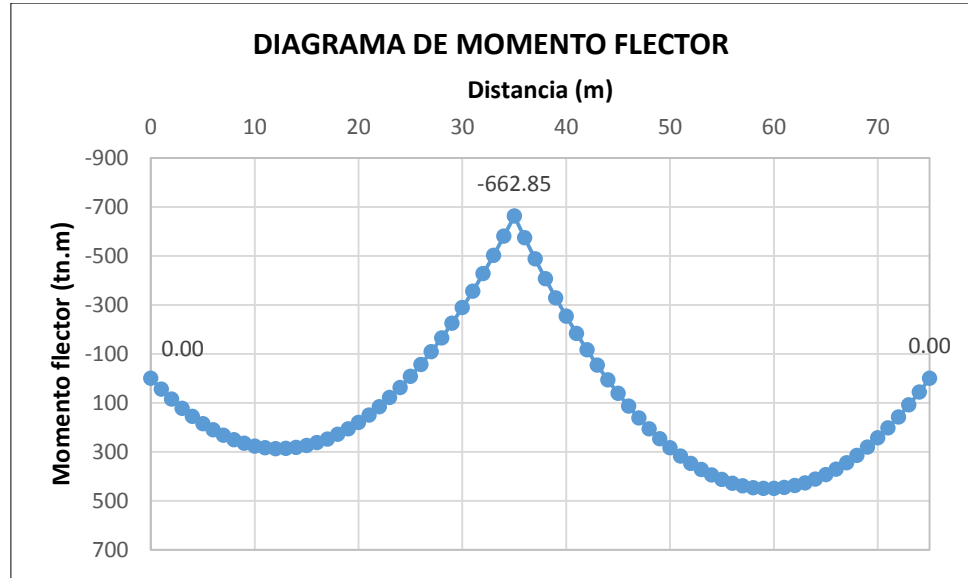


Elaboración: Propia.

PRESENTADO POR:

- Danny Daniel Saavedra Oré.
- Danilo Saavedra Oré.

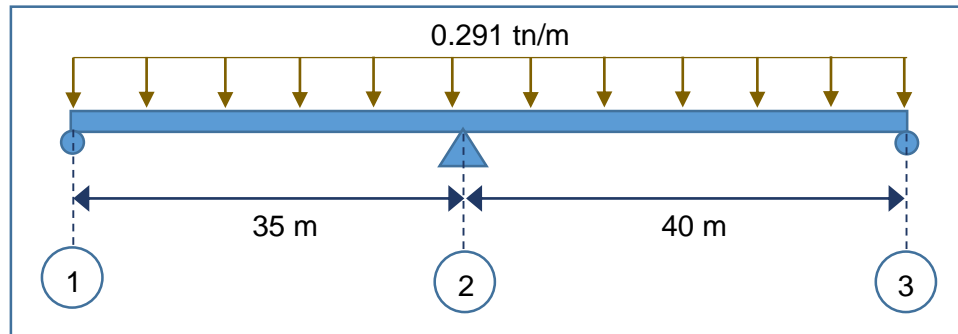
**GRAFICO N° 74:** Diagrama de momento flector de cargas muertas de las vigas exteriores.



Elaboración: Propia.

#### 4.8.3.3. ANÁLISIS DEL ESTRUCTURAL BAJO CARGAS DE LAS SUPERFICIES DE RODADURAS DE LAS VIGAS INTERIORES.

**GRAFICO N° 75:** Distribución de cargas de los pavimentos en las vigas interiores.



Elaboración: Propia.

Determinado el área del diagrama de momento independiente simplemente apoyados.

$$A_1 = \frac{W L_1^3}{12} = \frac{0.291 (35)^3}{12} = 1038.89 \text{ tn. m}^2$$

$$A_2 = \frac{W L_2^3}{12} = \frac{0.291 (40)^3}{12} = 1550.76 \text{ tn. m}^2$$

**PRESENTADO POR:**

- Danny Daniel Saavedra Oré.
- Danilo Saavedra Oré.

Centro de cargas independientes simplemente apoyadas.

$$\bar{a}_1 = \frac{L_1}{2} = \frac{35}{2} = 17.5 \text{ m}$$

$$\bar{a}_2 = \frac{L_2}{2} = \frac{40}{2} = 20 \text{ m}$$

Aplicando la ecuación de tres momentos.

$$L_1 M_1 + 2(L_1 + L_2) M_2 + L_2 M_3 = - \sum \frac{6 A_i \bar{a}_i}{L}$$

$$(35) M_1 + 2(35 + 40) M_2 + 40 M_3 = - \frac{6 A_1 \bar{a}_1}{L} - \frac{6 A_2 \bar{a}_2}{L}$$

$$35 M_1 + 150 M_2 + 40 M_3 = - \frac{6(1038.89)(17.5)}{35} - \frac{6(1550.76)(20)}{40}$$

$$35 M_1 + 150 M_2 + 40 M_3 = -7768.92 \text{ tn. m}^2$$

Por definición de apoyos extremos se considerara:

$$M_1 = 0$$

$$M_3 = 0$$

Reemplazando estos valores en la ecuación anterior:

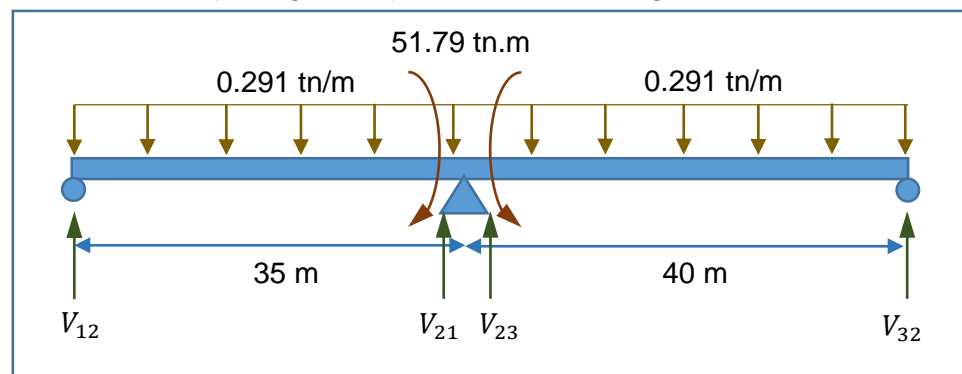
$$35(0) + 150 M_2 + 40(0) = -7768.92 \text{ tn. m}^2$$

$$150 M_2 = -7768.92 \text{ tn. m}^2$$

$$M_2 = -51.79 \text{ tn. m}$$

Determinando las reacciones:

**GRAFICO N° 76:** Equilibrando fuerzas para determinar las reacciones de la estructura bajo cargas del pavimento en las vigas interiores.



**Elaboración:** Propia.

$$\sum M_{12} = 0$$

$$0.291 (35) \frac{(35)}{2} + 51.79 - V_{21}(35) = 0$$

$$V_{21} = 6.57 \text{ tn}$$

$$\sum M_{21} = 0$$

$$-0.291 (35) \frac{(35)}{2} + 51.79 + V_{12}(35) = 0$$

$$V_{12} = 3.61 \text{ tn}$$

$$\sum M_{32} = 0$$

$$-0.291 (40) \frac{(40)}{2} - 51.79 + V_{23}(40) = 0$$

$$V_{23} = 7.11 \text{ tn}$$

$$\sum M_{23} = 0$$

$$0.291 (40) \frac{(40)}{2} - 51.79 - V_{32}(40) = 0$$

$$V_{32} = 4.52 \text{ tn}$$

Determinando los momentos flectores positivos máximos del primer tramos.

$$X_1 = \frac{V_{12} (L_1)}{V_{12} + V_{21}}$$

$$X_1 = \frac{3.61 (35)}{3.61 + 6.57}$$

$$X_1 = \frac{3.61 (35)}{3.61 + 6.57}$$

$$X_1 = \frac{3.61 (35)}{3.61 + 6.57}$$

$$X_1 = 12.41 \text{ m}$$

$$M_{1 \max} = \frac{V_{12} X_1}{2}$$

$$M_{1 \max} = \frac{3.61 (12.41)}{2}$$

$$M_{1 \max} = 22.39 \text{ tn.m}$$

PRESENTADO POR:

- Danny Daniel Saavedra Oré.
- Danilo Saavedra Oré.

Determinando los momentos flectores positivos máximos del segundo tramos.

$$X2 = \frac{V_{32} (L_2)}{V_{32} + V_{23}}$$

$$X2 = \frac{4.52 (40)}{4.52 + 7.11}$$

$$X2 = \frac{4.52 (40)}{4.52 + 7.11}$$

$$X2 = \frac{4.52 (40)}{4.52 + 7.11}$$

$$X2 = 15.55 \text{ m}$$

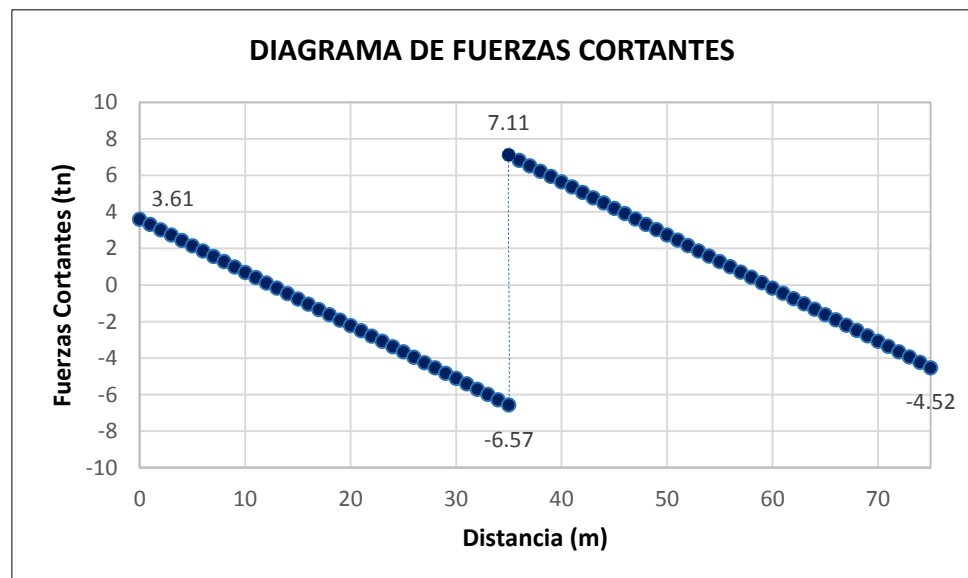
$$M_{2 \max} = \frac{V_{32} X2}{2}$$

$$M_{2 \max} = \frac{4.52 (15.55)}{2}$$

$$M_{2 \max} = 35.14 \text{ tn.m}$$

A continuación se muestra el diagrama de fuerzas cortantes y momento flector:

**GRAFICO N° 77:** Diagrama de fuerzas cortantes de cargas de la superficie de rodadura de las vigas interiores.

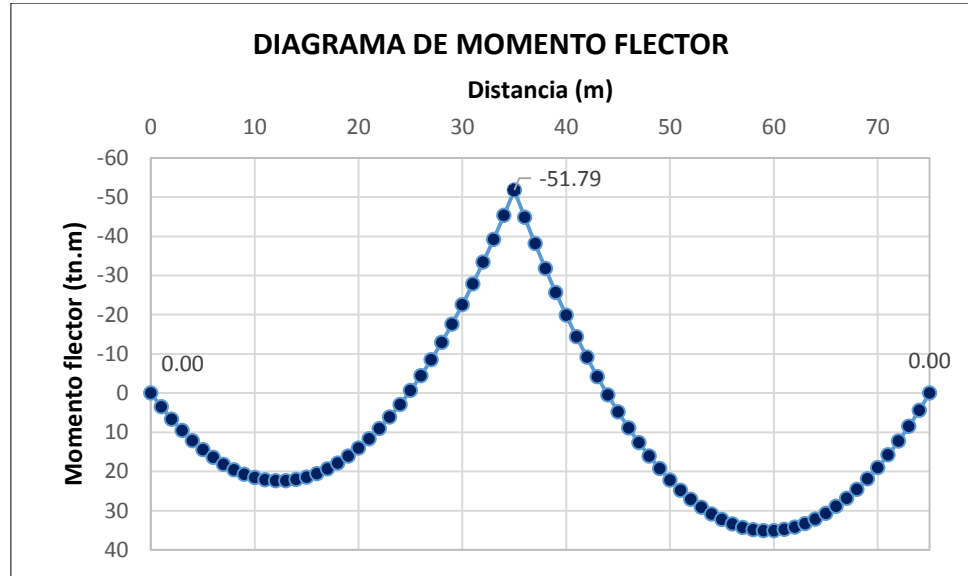


Elaboración: Propia.

PRESENTADO POR:

- Danny Daniel Saavedra Oré.
- Danilo Saavedra Oré.

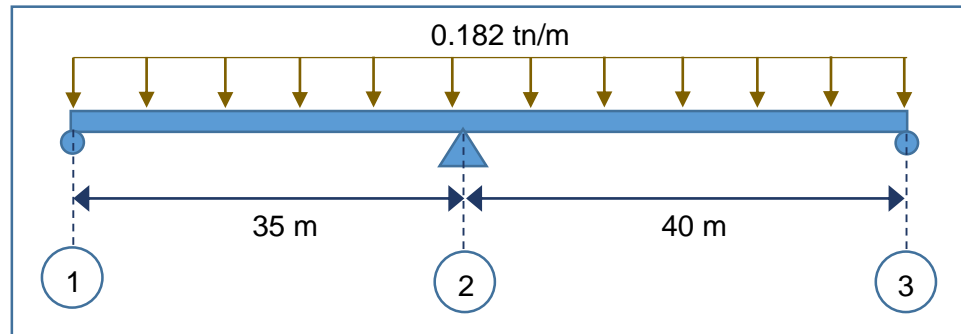
**GRAFICO N° 78:** Diagrama de momento flector de cargas de la superficie de rodadura de las vigas interiores.



Elaboración: Propia.

#### 4.8.3.4. ANÁLISIS DEL ESTRUCTURAL BAJO CARGAS DE LAS SUPERFICIES DE RODADURAS DE LAS VIGAS EXTERIORES.

**GRAFICO N° 79:** Distribución de cargas del pavimento en las vigas exteriores.



Determinado el área del diagrama de momento independiente simplemente apoyados.

$$A_1 = \frac{W L_1^3}{12} = \frac{0.182 (35)^3}{12} = 651.10 \text{ tn.m}^2$$

$$A_2 = \frac{W L_2^3}{12} = \frac{0.182 (40)^3}{12} = 971.91 \text{ tn.m}^2$$

**PRESENTADO POR:**

- Danny Daniel Saavedra Oré.
- Danilo Saavedra Oré.



Centro de cargas independientes simplemente apoyadas.

$$\bar{a}_1 = \frac{L_1}{2} = \frac{35}{2} = 17.5 \text{ m}$$

$$\bar{a}_2 = \frac{L_2}{2} = \frac{40}{2} = 20 \text{ m}$$

Aplicando la ecuación de tres momentos.

$$L_1 M_1 + 2(L_1 + L_2) M_2 + L_2 M_3 = - \sum \frac{6 A_i \bar{a}_i}{L}$$

$$(35) M_1 + 2(35 + 40) M_2 + 40 M_3 = - \frac{6 A_1 \bar{a}_1}{L} - \frac{6 A_2 \bar{a}_2}{L}$$

$$35 M_1 + 150 M_2 + 40 M_3 = - \frac{6(651.10)(17.5)}{35} - \frac{6(971.91)(20)}{40}$$

$$35 M_1 + 150 M_2 + 40 M_3 = -4869.05 \text{ tn. m}^2$$

Por definición de apoyos extremos se considerara:

$$M_1 = 0$$

$$M_3 = 0$$

Reemplazando estos valores en la ecuación anterior:

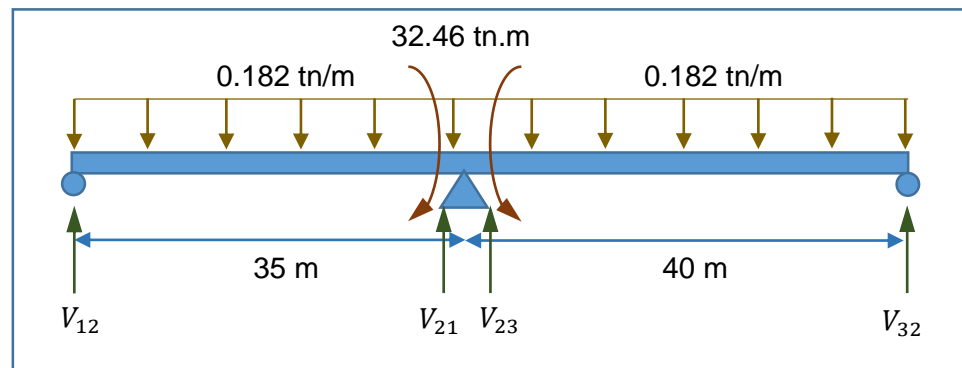
$$35(0) + 150 M_2 + 40(0) = -4869.05 \text{ tn. m}^2$$

$$150 M_2 = -4869.05 \text{ tn. m}^2$$

$$M_2 = -32.46 \text{ tn. m}$$

Determinando las reacciones:

**GRAFICO N° 80:** Equilibrando fuerzas para determinar las reacciones de la estructura bajo cargas del pavimento en las vigas exteriores.



Elaboración: Propia.

PRESENTADO POR:

- Danny Daniel Saavedra Oré.
- Danilo Saavedra Oré.

$$\sum M_{12} = 0$$

$$0.182 (35) \frac{(35)}{2} + 32.46 - V_{21}(35) = 0$$

$$V_{21} = 4.12 \text{ tn}$$

$$\sum M_{21} = 0$$

$$-0.182 (35) \frac{(35)}{2} + 32.46 + V_{12}(35) = 0$$

$$V_{12} = 2.26 \text{ tn}$$

$$\sum M_{32} = 0$$

$$-0.182 (40) \frac{(40)}{2} - 32.46 + V_{23}(40) = 0$$

$$V_{23} = 4.46 \text{ tn}$$

$$\sum M_{23} = 0$$

$$0.182 (40) \frac{(40)}{2} - 32.46 - V_{32}(40) = 0$$

$$V_{32} = 2.83 \text{ tn}$$

Determinando los momentos flectores positivos máximos del primer tramos.

$$X_1 = \frac{V_{12} (L_1)}{V_{12} + V_{21}}$$

$$X_1 = \frac{2.26 (35)}{2.26 + 4.12}$$

$$X_1 = \frac{2.26 (35)}{2.26 + 4.12}$$

$$X_1 = \frac{2.26 (35)}{2.26 + 4.12}$$

$$X_1 = 12.41 \text{ m}$$

$$M_{1 \max} = \frac{V_{12} X_1}{2}$$

$$M_{1 \max} = \frac{2.26 (12.41)}{2}$$

$$M_{1 \max} = 14.03 \text{ tn.m}$$

PRESENTADO POR:

- Danny Daniel Saavedra Oré.
- Danilo Saavedra Oré.

Determinando los momentos flectores positivos máximos del segundo tramos.

$$X2 = \frac{V_{32} (L_2)}{V_{32} + V_{23}}$$

$$X2 = \frac{2.83 (40)}{2.83 + 4.46}$$

$$X2 = \frac{2.83 (40)}{2.83 + 4.46}$$

$$X2 = \frac{2.83 (40)}{2.83 + 4.46}$$

$$X2 = 15.55 \text{ m}$$

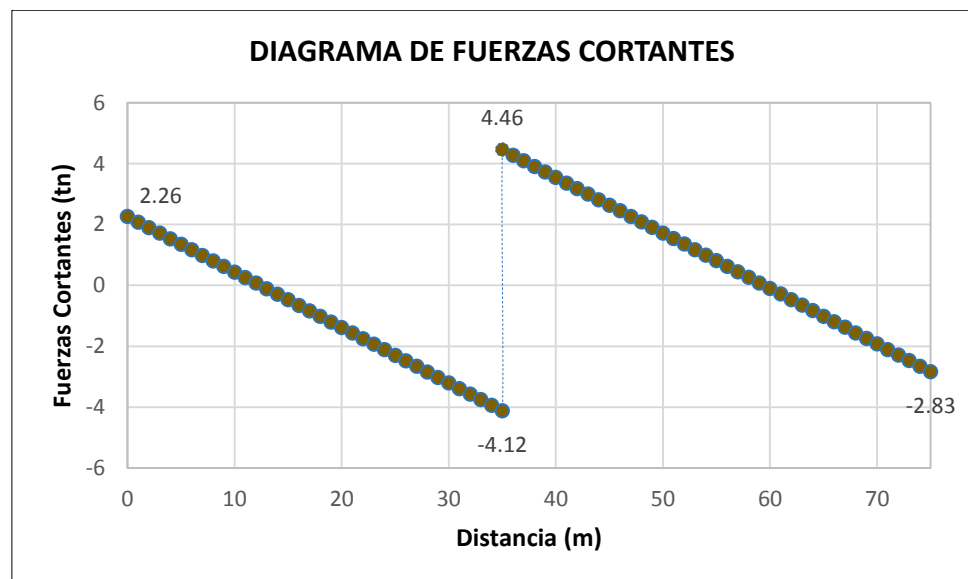
$$M_{2 \text{ max}} = \frac{V_{32} X2}{2}$$

$$M_{2 \text{ max}} = \frac{2.83 (15.55)}{2}$$

$$M_{2 \text{ max}} = 22.02 \text{ tn.m}$$

A continuación se muestra el diagrama de fuerzas cortantes y momentos flectores:

**GRAFICO N° 81:** Diagrama de fuerzas cortantes de cargas de la superficie de rodadura de las vigas exteriores.

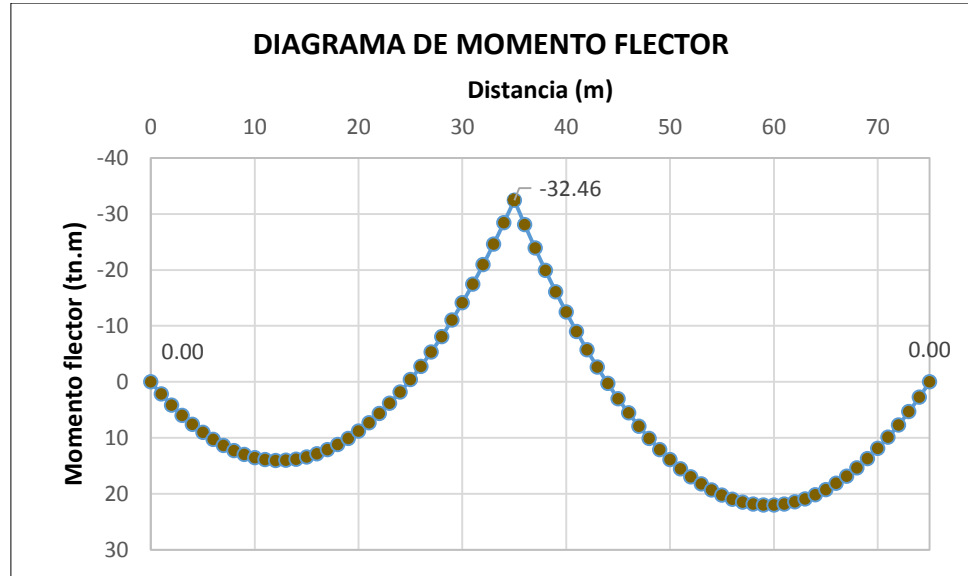


Elaboración: Propia.

PRESENTADO POR:

- Danny Daniel Saavedra Oré.
- Danilo Saavedra Oré.

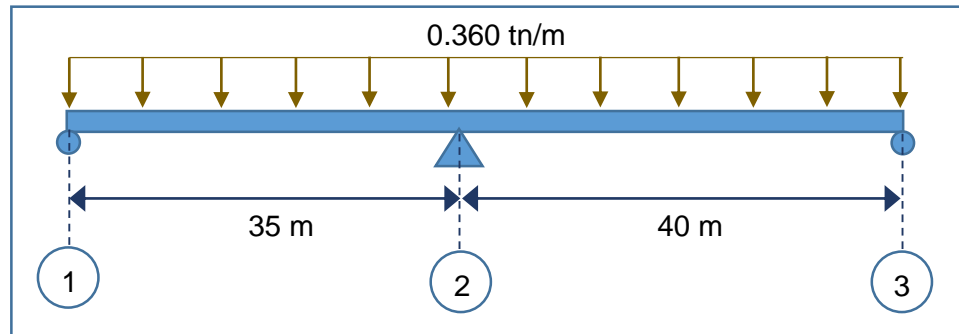
**GRAFICO N° 82:** Diagrama de momento flector de cargas de la superficie de rodadura de las vigas exteriores.



Elaboración: Propia.

#### 4.8.3.5. ANÁLISIS DEL ESTRUCTURAL BAJO CARGAS DE LAS VEREDAS EN LAS VIGAS EXTERIORES.

**GRAFICO N° 83:** Distribución de cargas de las veredas en las vigas exteriores.



Elaboración: Propia.

Determinado el área del diagrama de momento independiente simplemente apoyados.

$$A_1 = \frac{W L_1^3}{12} = \frac{0.360 (35)^3}{12} = 1286.25 \text{ tn.m}^2$$

$$A_2 = \frac{W L_2^3}{12} = \frac{0.360 (40)^3}{12} = 1920 \text{ tn.m}^2$$

**PRESENTADO POR:**

- Danny Daniel Saavedra Oré.
- Danilo Saavedra Oré.

Centro de cargas independientes simplemente apoyadas.

$$\bar{a}_1 = \frac{L_1}{2} = \frac{35}{2} = 17.5 \text{ m}$$

$$\bar{a}_2 = \frac{L_2}{2} = \frac{40}{2} = 20 \text{ m}$$

Aplicando la ecuación de tres momentos.

$$L_1 M_1 + 2(L_1 + L_2) M_2 + L_2 M_3 = - \sum \frac{6 A_i \bar{a}_i}{L}$$

$$(35) M_1 + 2(35 + 40) M_2 + 40 M_3 = - \frac{6 A_1 \bar{a}_1}{L} - \frac{6 A_2 \bar{a}_2}{L}$$

$$35 M_1 + 150 M_2 + 40 M_3 = - \frac{6(1286.25)(17.5)}{35} - \frac{6(1920)(20)}{40}$$

$$35 M_1 + 150 M_2 + 40 M_3 = -9618.75 \text{ tn. m}^2$$

Por definición de apoyos extremos se considerara:

$$M_1 = 0$$

$$M_3 = 0$$

Reemplazando estos valores en la ecuación anterior:

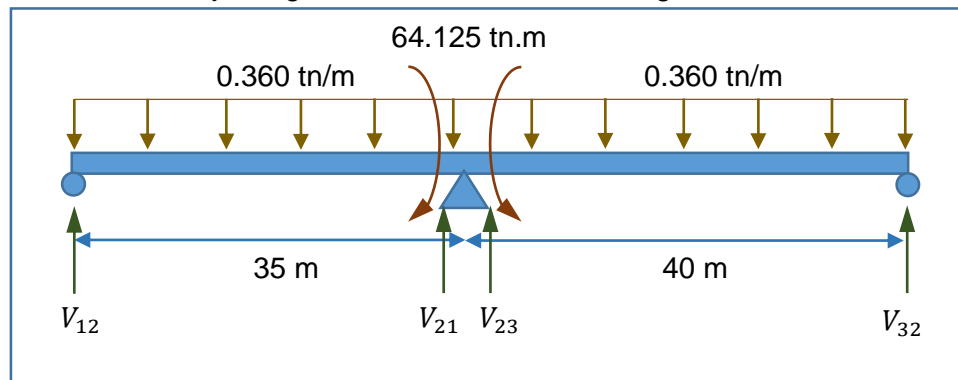
$$35(0) + 150 M_2 + 40(0) = -9618.75 \text{ tn. m}^2$$

$$150 M_2 = -9618.75 \text{ tn. m}^2$$

$$M_2 = -64.125 \text{ tn. m}$$

Determinando las reacciones:

**GRAFICO N° 84:** Equilibrando fuerzas para determinar las reacciones de la estructura bajo cargas de las veredas en las vigas exteriores.



Elaboración: Propia.

PRESENTADO POR:

- Danny Daniel Saavedra Oré.
- Danilo Saavedra Oré.

$$\sum M_{12} = 0$$

$$0.360 (35) \frac{(35)}{2} + 64.125 - V_{21}(35) = 0$$

$$V_{21} = 8.13 \text{ tn}$$

$$\sum M_{21} = 0$$

$$-0.360 (35) \frac{(35)}{2} + 64.125 + V_{12}(35) = 0$$

$$V_{12} = 4.47 \text{ tn}$$

$$\sum M_{32} = 0$$

$$-0.360 (40) \frac{(40)}{2} - 64.125 + V_{23}(40) = 0$$

$$V_{23} = 8.80 \text{ tn}$$

$$\sum M_{23} = 0$$

$$0.360 (40) \frac{(40)}{2} - 64.125 - V_{32}(40) = 0$$

$$V_{32} = 5.60 \text{ tn}$$

Determinando los momentos flectores positivos máximos del primer tramos.

$$X_1 = \frac{V_{12} (L_1)}{V_{12} + V_{21}}$$

$$X_1 = \frac{4.47 (35)}{4.47 + 8.13}$$

$$X_1 = \frac{4.47 (35)}{4.47 + 8.13}$$

$$X_1 = \frac{4.47 (35)}{4.47 + 8.13}$$

$$X_1 = 12.41 \text{ m}$$

$$M_{1 \max} = \frac{V_{12} X_1}{2}$$

$$M_{1 \max} = \frac{4.47 (12.41)}{2}$$

$$M_{1 \max} = 27.72 \text{ tn.m}$$

PRESENTADO POR:

- Danny Daniel Saavedra Oré.
- Danilo Saavedra Oré.

Determinando los momentos flectores positivos máximos del segundo tramos.

$$X2 = \frac{V_{32} (L_2)}{V_{32} + V_{23}}$$

$$X2 = \frac{5.60 (40)}{5.60 + 8.80}$$

$$X2 = \frac{5.60 (40)}{5.60 + 8.80}$$

$$X2 = \frac{5.60 (40)}{5.60 + 8.80}$$

$$X2 = 15.55 \text{ m}$$

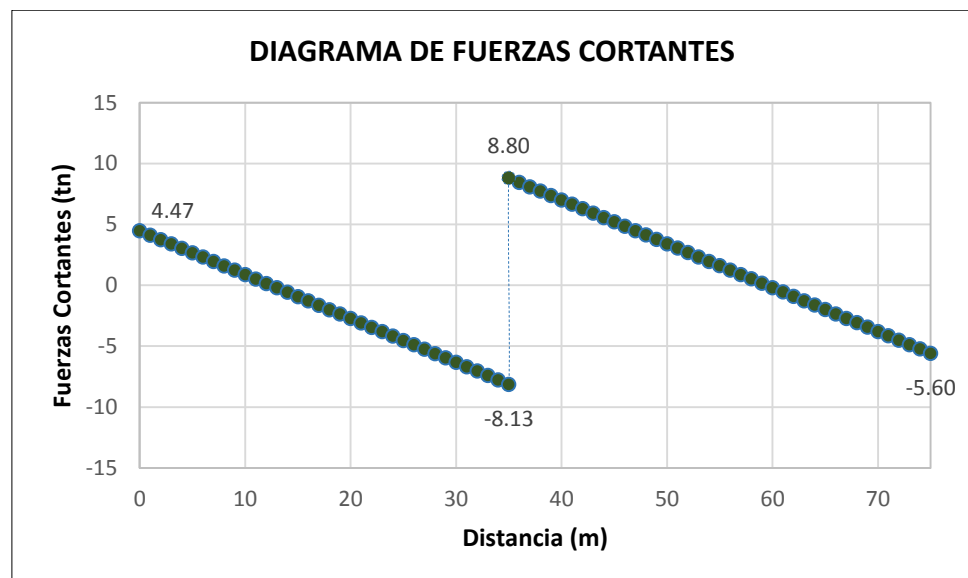
$$M_{2 \max} = \frac{V_{32} X2}{2}$$

$$M_{2 \max} = \frac{5.60 (15.55)}{2}$$

$$M_{2 \max} = 43.51 \text{ tn.m}$$

A continuación se muestra el diagrama de fuerzas cortantes y momentos flectores:

**GRAFICO N° 85:** Diagrama de fuerzas cortantes de cargas de la vereda de las vigas exteriores.

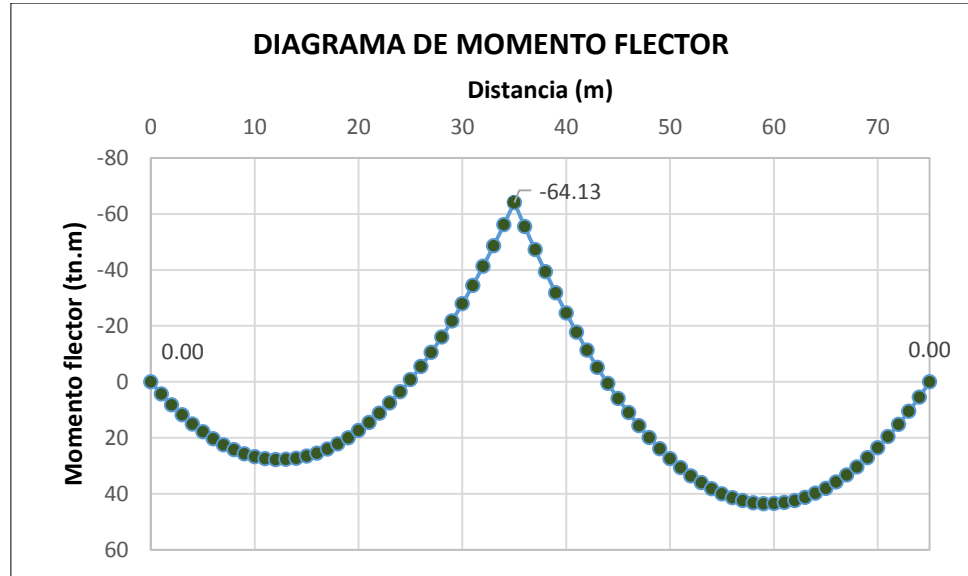


Elaboración: Propia.

PRESENTADO POR:

- Danny Daniel Saavedra Oré.
- Danilo Saavedra Oré.

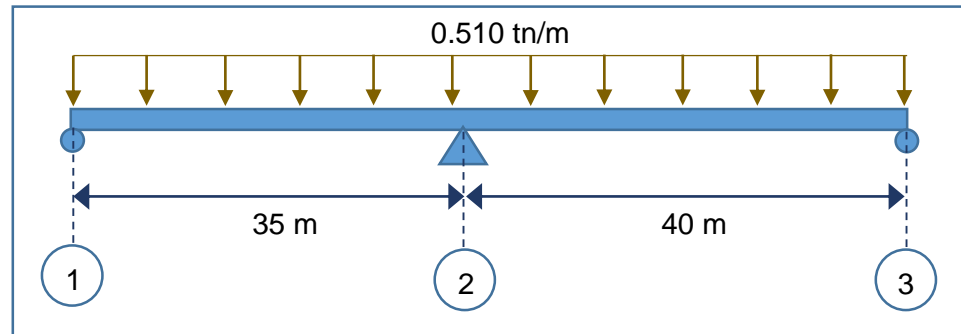
**GRAFICO N° 86:** Diagrama de momento flector de cargas de la vereda de las vigas exteriores.



Elaboración: Propia.

#### 4.8.3.6. ANÁLISIS DEL ESTRUCTURAL BAJO CARGA DE LA BARRERA JERSEY EN LAS VIGAS EXTERIORES.

**GRAFICO N° 87:** Distribución de cargas de la barrera Jersey en las vigas exteriores.



Elaboración: Propia.

Determinado el área del diagrama de momento independiente simplemente apoyados.

$$A_1 = \frac{W L_1^3}{12} = \frac{0.510 (35)^3}{12} = 1822.19 \text{ tn.m}^2$$

$$A_2 = \frac{W L_2^3}{12} = \frac{0.510 (40)^3}{12} = 2720 \text{ tn.m}^2$$

**PRESENTADO POR:**

- Danny Daniel Saavedra Oré.
- Danilo Saavedra Oré.



Centro de cargas independientes simplemente apoyadas.

$$\bar{a}_1 = \frac{L_1}{2} = \frac{35}{2} = 17.5 \text{ m}$$

$$\bar{a}_2 = \frac{L_2}{2} = \frac{40}{2} = 20 \text{ m}$$

Aplicando la ecuación de tres momentos.

$$L_1 M_1 + 2(L_1 + L_2) M_2 + L_2 M_3 = - \sum \frac{6 A_i \bar{a}_i}{L}$$

$$(35) M_1 + 2(35 + 40) M_2 + 40 M_3 = - \frac{6 A_1 \bar{a}_1}{L} - \frac{6 A_2 \bar{a}_2}{L}$$

$$35 M_1 + 150 M_2 + 40 M_3 = - \frac{6(1822.19)(17.5)}{35} - \frac{6(2720)(20)}{40}$$

$$35 M_1 + 150 M_2 + 40 M_3 = -13626.56 \text{ tn. m}^2$$

Por definición de apoyos extremos se considerara:

$$M_1 = 0$$

$$M_3 = 0$$

Reemplazando estos valores en la ecuación anterior:

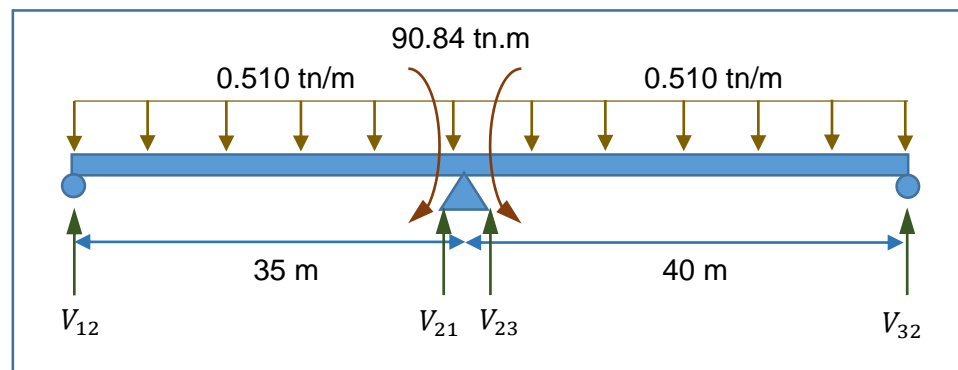
$$35(0) + 150 M_2 + 40(0) = -13626.56 \text{ tn. m}^2$$

$$150 M_2 = -13626.56 \text{ tn. m}^2$$

$$M_2 = -90.84 \text{ tn. m}$$

Determinando las reacciones:

**GRAFICO N° 88:** Equilibrando fuerzas para determinar las reacciones de la estructura bajo cargas de la barrera Jersey en las vigas exteriores.



Elaboración: Propia.

PRESENTADO POR:

- Danny Daniel Saavedra Oré.
- Danilo Saavedra Oré.

$$\sum M_{12} = 0$$

$$0.510 (35) \frac{(35)}{2} + 90.84 - V_{21}(35) = 0$$

$$V_{21} = 11.52 \text{ tn}$$

$$\sum M_{21} = 0$$

$$-0.510 (35) \frac{(35)}{2} + 90.84 + V_{12}(35) = 0$$

$$V_{12} = 6.33 \text{ tn}$$

$$\sum M_{32} = 0$$

$$-0.510 (40) \frac{(40)}{2} - 90.84 + V_{23}(40) = 0$$

$$V_{23} = 12.47 \text{ tn}$$

$$\sum M_{23} = 0$$

$$0.510 (40) \frac{(40)}{2} - 90.84 - V_{32}(40) = 0$$

$$V_{32} = 7.93 \text{ tn}$$

Determinando los momentos flectores positivos máximos del primer tramos.

$$X_1 = \frac{V_{12} (L_1)}{V_{12} + V_{21}}$$

$$X_1 = \frac{6.33 (35)}{6.33 + 11.52}$$

$$X_1 = \frac{6.33 (35)}{6.33 + 11.52}$$

$$X_1 = \frac{6.33 (35)}{6.33 + 11.52}$$

$$X_1 = 12.41 \text{ m}$$

$$M_{1 \max} = \frac{V_{12} X_1}{2}$$

$$M_{1 \max} = \frac{6.33 (12.41)}{2}$$

$$M_{1 \max} = 39.28 \text{ tn.m}$$

PRESENTADO POR:

- Danny Daniel Saavedra Oré.
- Danilo Saavedra Oré.

Determinando los momentos flectores positivos máximos del segundo tramos.

$$X2 = \frac{V_{32} (L_2)}{V_{32} + V_{23}}$$

$$X2 = \frac{7.93 (40)}{7.93 + 12.47}$$

$$X2 = \frac{7.93 (40)}{7.93 + 12.47}$$

$$X2 = \frac{7.93 (40)}{7.93 + 12.47}$$

$$X2 = 15.55 \text{ m}$$

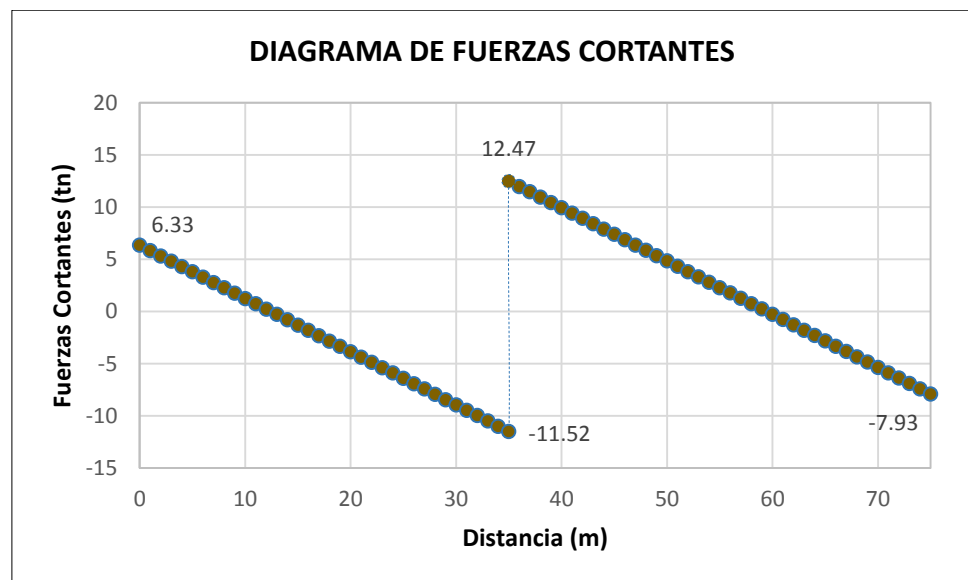
$$M_{2 \text{ max}} = \frac{V_{32} X2}{2}$$

$$M_{2 \text{ max}} = \frac{7.93 (15.55)}{2}$$

$$M_{2 \text{ max}} = 61.63 \text{ tn.m}$$

A continuación se muestra el diagrama de fuerzas cortantes y momento flector:

**GRAFICO N° 89:** Diagrama de fuerzas cortantes de cargas de la barrera Jersey en las vigas exteriores.

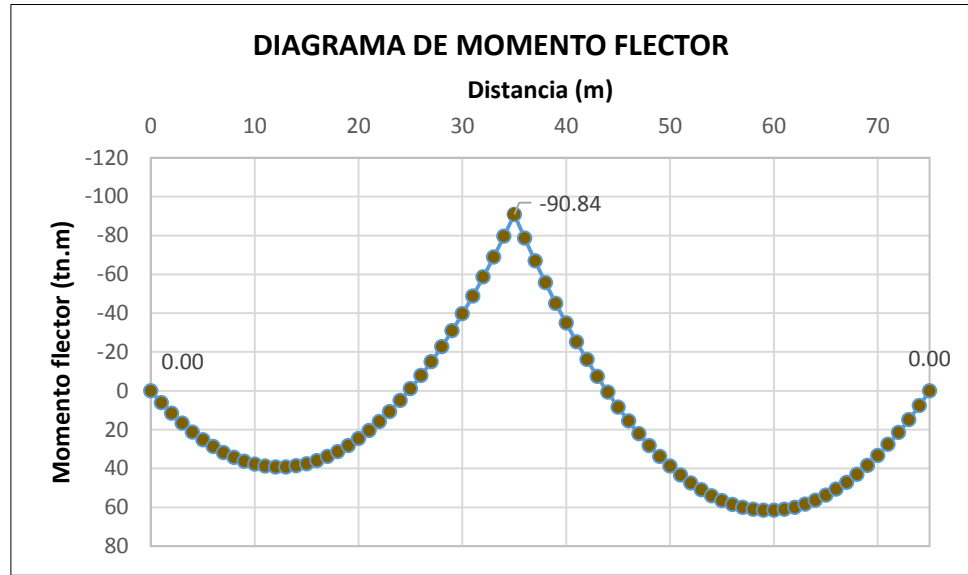


Elaboración: Propia.

PRESENTADO POR:

- Danny Daniel Saavedra Oré.
- Danilo Saavedra Oré.

**GRAFICO N° 90:** Diagrama de momento flector de cargas de la barrera Jersey en las vigas exteriores.

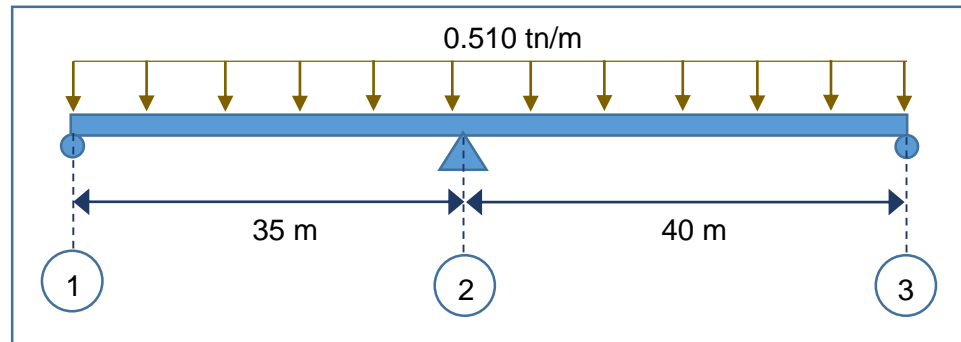


Elaboración: Propia.

#### 4.8.3.7. ANÁLISIS DEL ESTRUCTURAL BAJO CARGAS PEATONALES EN LAS VIGAS EXTERIORES.

- PRIMERA CONDICIÓN (DISTRIBUCIÓN DE CARGAS EN SUS DOS TRAMOS).

**GRAFICO N° 91:** Distribución de cargas peatonales para la primera condición en las vigas exteriores.



Elaboración: Propia.

Determinado el área del diagrama de momento independiente simplemente apoyados.

$$A_1 = \frac{W L_1^3}{12} = \frac{0.510 (35)^3}{12} = 1822.19 \text{ tn.m}^2$$

$$A_2 = \frac{W L_2^3}{12} = \frac{0.510 (40)^3}{12} = 2720 \text{ tn.m}^2$$

**PRESENTADO POR:**

- Danny Daniel Saavedra Oré.
- Danilo Saavedra Oré.

Centro de cargas independientes simplemente apoyadas.

$$\bar{a}_1 = \frac{L_1}{2} = \frac{35}{2} = 17.5 \text{ m}$$

$$\bar{a}_2 = \frac{L_2}{2} = \frac{40}{2} = 20 \text{ m}$$

Aplicando la ecuación de tres momentos.

$$L_1 M_1 + 2(L_1 + L_2) M_2 + L_2 M_3 = - \sum \frac{6 A_i \bar{a}_i}{L}$$

$$(35) M_1 + 2(35 + 40) M_2 + 40 M_3 = - \frac{6 A_1 \bar{a}_1}{L} - \frac{6 A_2 \bar{a}_2}{L}$$

$$35 M_1 + 150 M_2 + 40 M_3 = - \frac{6(1822.19)(17.5)}{35} - \frac{6(2720)(20)}{40}$$

$$35 M_1 + 150 M_2 + 40 M_3 = -13626.56 \text{ tn. m}^2$$

Por definición de apoyos extremos se considerara:

$$M_1 = 0$$

$$M_3 = 0$$

Reemplazando estos valores en la ecuación anterior:

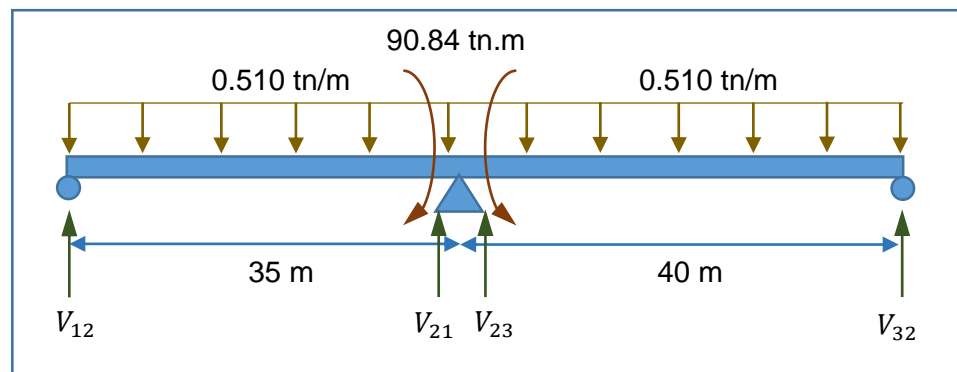
$$35(0) + 150 M_2 + 40(0) = -13626.56 \text{ tn. m}^2$$

$$150 M_2 = -13626.56 \text{ tn. m}^2$$

$$M_2 = -90.84 \text{ tn. m}$$

Determinando las reacciones:

**GRAFICO N° 92:** Equilibrando fuerzas para determinar las reacciones de la estructura bajo cargas peatonales en las vigas exteriores para la primera condición.



Elaboración: Propia.

PRESENTADO POR:

- Danny Daniel Saavedra Oré.
- Danilo Saavedra Oré.

$$\sum M_{12} = 0$$

$$0.510 (35) \frac{(35)}{2} + 90.84 - V_{21}(35) = 0$$

$$V_{21} = 11.52 \text{ tn}$$

$$\sum M_{21} = 0$$

$$-0.510 (35) \frac{(35)}{2} + 90.84 + V_{12}(35) = 0$$

$$V_{12} = 6.33 \text{ tn}$$

$$\sum M_{32} = 0$$

$$-0.510 (40) \frac{(40)}{2} - 90.84 + V_{23}(40) = 0$$

$$V_{23} = 12.47 \text{ tn}$$

$$\sum M_{23} = 0$$

$$0.510 (40) \frac{(40)}{2} - 90.84 - V_{32}(40) = 0$$

$$V_{32} = 7.93 \text{ tn}$$

Determinando los momentos flectores positivos máximos del primer tramos.

$$X_1 = \frac{V_{12} (L_1)}{V_{12} + V_{21}}$$

$$X_1 = \frac{6.33 (35)}{6.33 + 11.52}$$

$$X_1 = \frac{6.33 (35)}{6.33 + 11.52}$$

$$X_1 = \frac{6.33 (35)}{6.33 + 11.52}$$

$$X_1 = 12.41 \text{ m}$$

$$M_{1 \max} = \frac{V_{12} X_1}{2}$$

$$M_{1 \max} = \frac{6.33 (12.41)}{2}$$

$$M_{1 \max} = 39.28 \text{ tn.m}$$

PRESENTADO POR:

- Danny Daniel Saavedra Oré.
- Danilo Saavedra Oré.

Determinando los momentos flectores positivos máximos del segundo tramos.

$$X_2 = \frac{V_{32} (L_2)}{V_{32} + V_{23}}$$

$$X_2 = \frac{7.93 (40)}{7.93 + 12.47}$$

$$X_2 = \frac{7.93 (40)}{7.93 + 12.47}$$

$$X_2 = \frac{7.93 (40)}{7.93 + 12.47}$$

$$X_2 = 15.55 \text{ m}$$

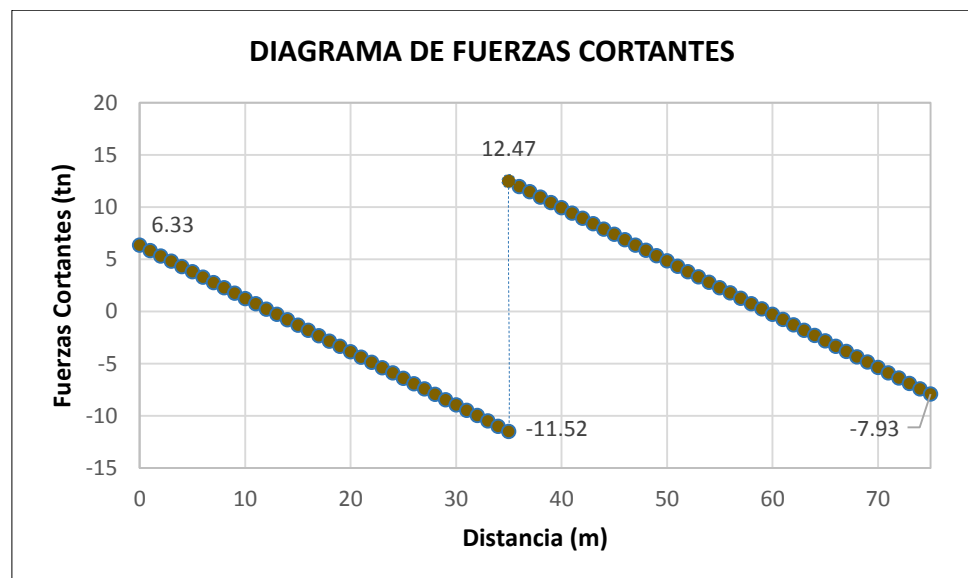
$$M_{2 \text{ max}} = \frac{V_{32} X_2}{2}$$

$$M_{2 \text{ max}} = \frac{7.93 (15.55)}{2}$$

$$M_{2 \text{ max}} = 61.63 \text{ tn.m}$$

A continuación se muestra el diagrama de fuerzas cortantes y momentos flectores:

**GRAFICO N° 93:** Diagrama de fuerzas cortantes de cargas peatonales cargadas en dos tramos en las vigas exteriores.

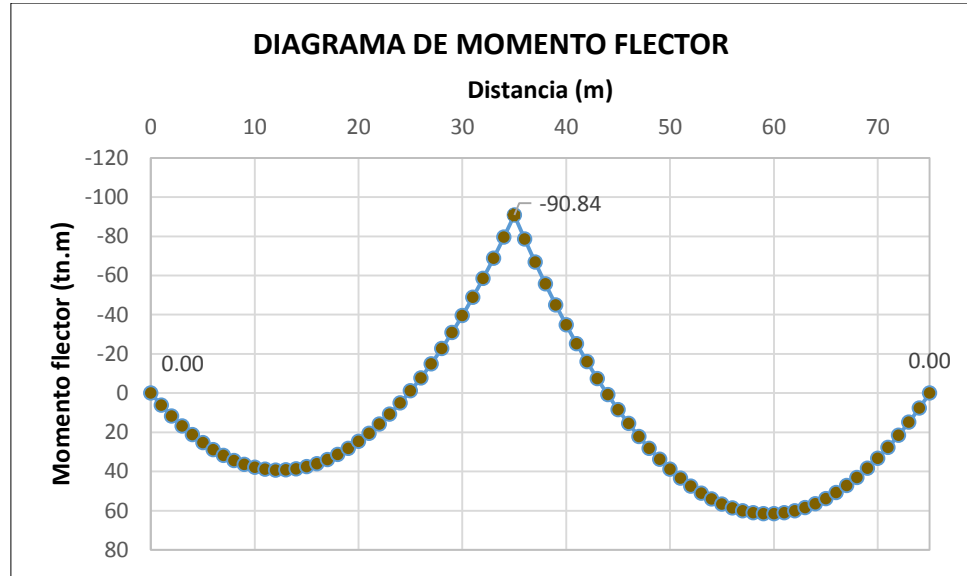


Elaboración: Propia.

PRESENTADO POR:

- Danny Daniel Saavedra Oré.
- Danilo Saavedra Oré.

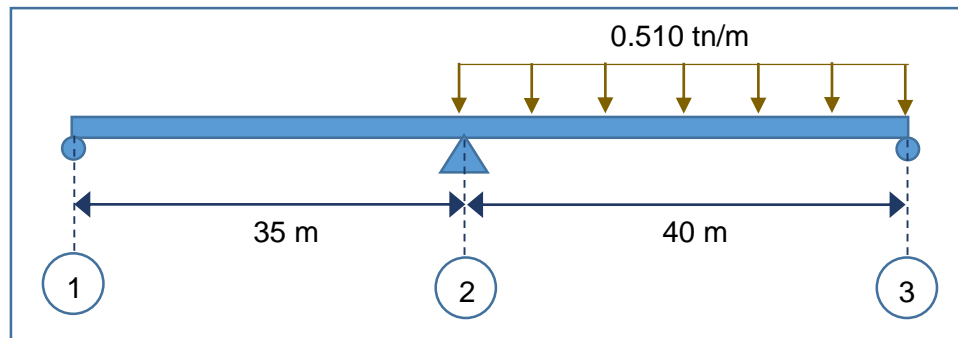
**GRAFICO N° 94:** Diagrama de momento flector de cargas peatonales cargadas en dos tramos en las vigas exteriores.



Elaboración: Propia.

- **SEGUNDA CONDICIÓN (DISTRIBUCIÓN DE CARGAS EN EL SEGUNDO TRAMO).**

**GRAFICO N° 95:** Distribución de cargas peatonales para la segunda condición en las vigas exteriores.



Elaboración: Propia.

Determinado el área del diagrama de momento independiente simplemente apoyados.

$$A_1 = \frac{W L_2^3}{12} = \frac{0.510 (40)^3}{12} = 2720 \text{ tn.m}^2$$

**PRESENTADO POR:**

- Danny Daniel Saavedra Oré.
- Danilo Saavedra Oré.



Centro de cargas independientes simplemente apoyadas.

$$\bar{a}_1 = \frac{L_1}{2} = \frac{35}{2} = 17.5 \text{ m}$$

$$\bar{a}_2 = \frac{L_2}{2} = \frac{40}{2} = 20 \text{ m}$$

Aplicando la ecuación de tres momentos.

$$L_1 M_1 + 2(L_1 + L_2) M_2 + L_2 M_3 = - \sum \frac{6 A_i \bar{a}_i}{L}$$

$$(35) M_1 + 2(35 + 40) M_2 + 40 M_3 = - \frac{6 A_1 \bar{a}_1}{L}$$

$$35 M_1 + 150 M_2 + 40 M_3 - \frac{6(2720)(20)}{40}$$

$$35 M_1 + 150 M_2 + 40 M_3 = -8160 \text{ tn. m}^2$$

Por definición de apoyos extremos se considerara:

$$M_1 = 0$$

$$M_3 = 0$$

Reemplazando estos valores en la ecuación anterior:

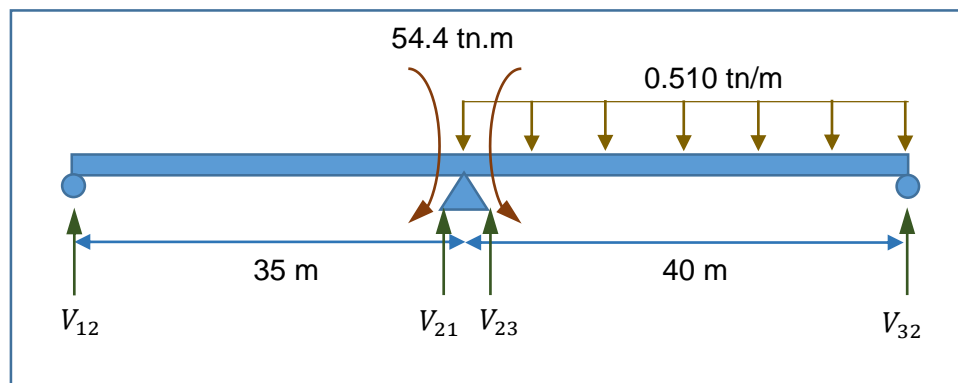
$$35(0) + 150 M_2 + 40(0) = -8160 \text{ tn. m}^2$$

$$150 M_2 = -8160 \text{ tn. m}^2$$

$$M_2 = -54.4 \text{ tn. m}$$

Determinando las reacciones:

**GRAFICO N° 96:** Equilibrando fuerzas para determinar las reacciones de la estructura bajo cargas peatonales en las vigas exteriores para la segunda condición.



Elaboración: Propia.

PRESENTADO POR:

- Danny Daniel Saavedra Oré.
- Danilo Saavedra Oré.

$$\sum M_{12} = 0$$

$$54.4 - V_{21}(35) = 0$$

$$V_{21} = 1.55 \text{ tn}$$

$$\sum M_{21} = 0$$

$$54.4 + V_{12}(35) = 0$$

$$V_{12} = -1.55 \text{ tn}$$

$$\sum M_{32} = 0$$

$$-0.510 (40) \frac{(40)}{2} - 54.4 + V_{23}(40) = 0$$

$$V_{23} = 11.56 \text{ tn}$$

$$\sum M_{23} = 0$$

$$0.510 (40) \frac{(40)}{2} - 54.4 - V_{32}(40) = 0$$

$$V_{32} = 8.84 \text{ tn}$$

Determinando los momentos flectores positivos máximos del segundo tramos.

$$X_2 = \frac{V_{32} (L_2)}{V_{32} + V_{23}}$$

$$X_2 = \frac{8.84 (40)}{8.84 + 11.56}$$

$$X_2 = \frac{8.84 (40)}{8.84 + 11.56}$$

$$X_2 = \frac{8.84 (40)}{8.84 + 11.56}$$

$$X_2 = 17.33 \text{ m}$$

$$M_{2 \max} = \frac{V_{32} X_2}{2}$$

$$M_{2 \max} = \frac{8.84 (17.33)}{2}$$

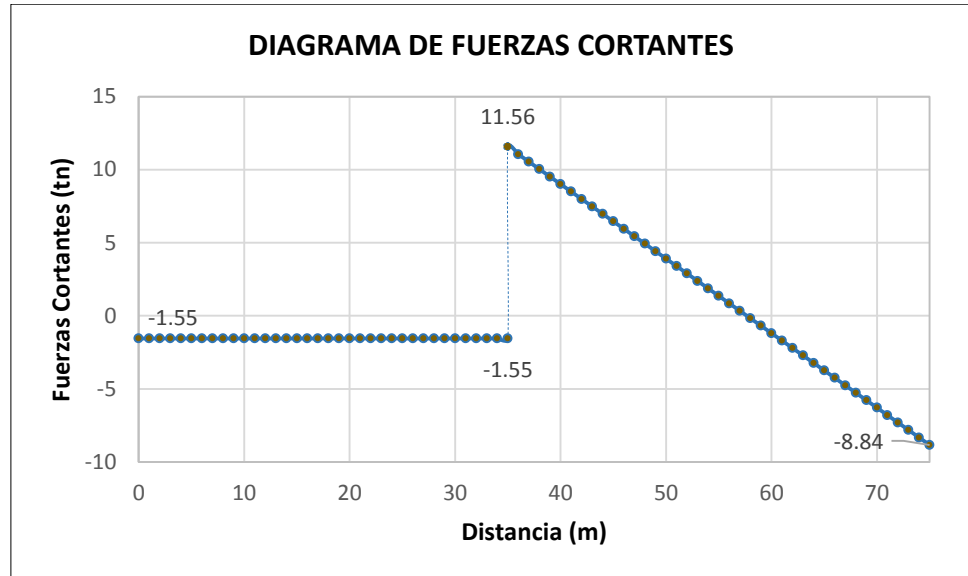
$$M_{2 \max} = 76.61 \text{ tn.m}$$

PRESENTADO POR:

- Danny Daniel Saavedra Oré.
- Danilo Saavedra Oré.

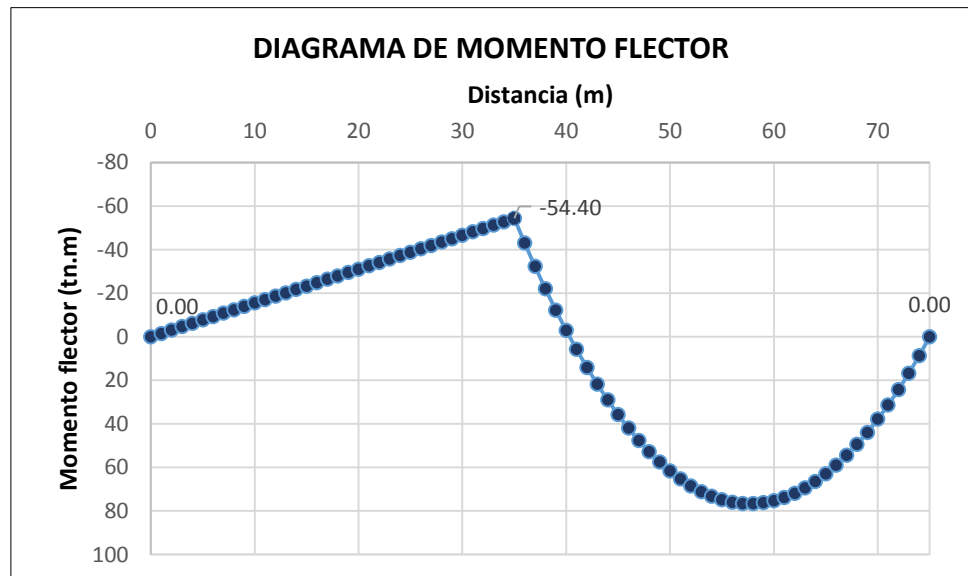
A continuación se muestra el diagrama de fuerzas cortantes y momentos flectores:

**GRAFICO N° 97:** Diagrama de fuerzas cortantes de cargas peatonales cargadas en el segundo tramo en las vigas exteriores.



Elaboración: Propia.

**GRAFICO N° 98:** Diagrama de momento flector de cargas peatonales cargadas en el segundo tramo en las vigas exteriores.



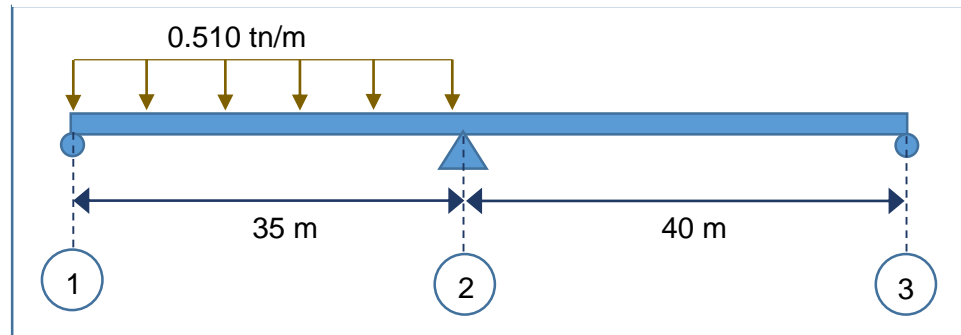
Elaboración: Propia.

PRESENTADO POR:

- Danny Daniel Saavedra Oré.
- Danilo Saavedra Oré.

- **TERCERA CONDICIÓN (DISTRIBUCIÓN DE CARGAS EN EL PRIMER TRAMO).**

**GRAFICO N° 99:** Distribución de cargas peatonales para la tercera condición en las vigas exteriores.



**Elaboración:** Propia.

Determinado el área del diagrama de momento independiente simplemente apoyados.

$$A_1 = \frac{W L_1^3}{12} = \frac{0.510 (35)^3}{12} = 1822.19 \text{ tn. m}^2$$

Centro de cargas independientes simplemente apoyadas.

$$\bar{a}_1 = \frac{L_1}{2} = \frac{35}{2} = 17.5 \text{ m}$$

$$\bar{a}_2 = \frac{L_2}{2} = \frac{40}{2} = 20 \text{ m}$$

Aplicando la ecuación de tres momentos.

$$L_1 M_1 + 2(L_1 + L_2) M_2 + L_2 M_3 = - \sum \frac{6 A_i \bar{a}_i}{L}$$

$$(35) M_1 + 2(35 + 40) M_2 + 40 M_3 = - \frac{6 A_1 \bar{a}_1}{L}$$

$$35 M_1 + 150 M_2 + 40 M_3 = - \frac{6(1822.19)(17.5)}{35}$$

$$35 M_1 + 150 M_2 + 40 M_3 = -5466.56 \text{ tn. m}^2$$

Por definición de apoyos extremos se considerara:

$$M_1 = 0$$

$$M_3 = 0$$

**PRESENTADO POR:**

- Danny Daniel Saavedra Oré.
- Danilo Saavedra Oré.

Reemplazando estos valores en la ecuación anterior:

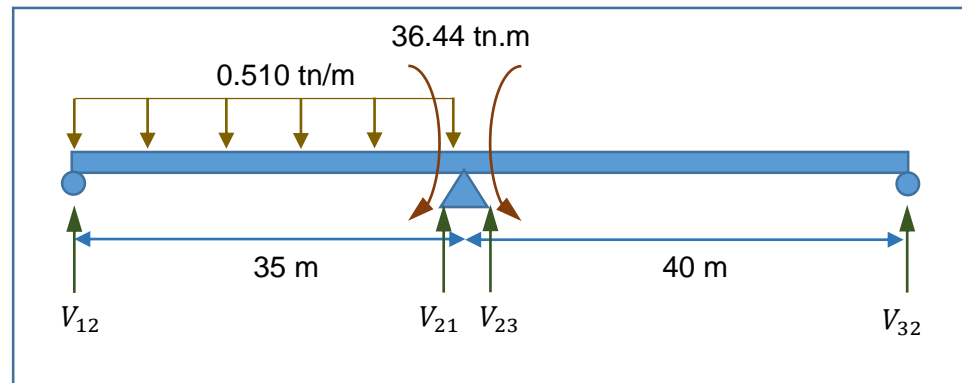
$$35(0) + 150M_2 + 40(0) = -5466.56 \text{ tn. m}^2$$

$$150M_2 = -5466.56 \text{ tn. m}^2$$

$$M_2 = -36.44 \text{ tn. m}$$

Determinando las reacciones:

**GRAFICO N° 100:** Equilibrando fuerzas para determinar las reacciones de la estructura bajo cargas peatonales en las vigas exteriores para la tercera condición.



**Elaboración:** Propia.

$$\sum M_{12} = 0$$

$$0.510 (35) \frac{(35)}{2} + 36.44 - V_{21}(35) = 0$$

$$V_{21} = 9.97 \text{ tn}$$

$$\sum M_{21} = 0$$

$$-0.510 (35) \frac{(35)}{2} + 36.44 + V_{12}(35) = 0$$

$$V_{12} = 7.88 \text{ tn}$$

$$\sum M_{32} = 0$$

$$-36.44 + V_{23}(40) = 0$$

$$V_{23} = 0.91 \text{ tn}$$

$$\sum M_{23} = 0$$

$$0.36.44 - V_{32}(40) = 0$$

$$V_{32} = -0.911 \text{ tn}$$

**PRESENTADO POR:**

- Danny Daniel Saavedra Oré.
- Danilo Saavedra Oré.

Determinando los momentos flectores positivos máximos del primer tramos.

$$X1 = \frac{V_{12} (L_1)}{V_{12} + V_{21}}$$

$$X1 = \frac{7.88 (35)}{7.88 + 9.97}$$

$$X1 = \frac{7.88 (35)}{7.88 + 9.97}$$

$$X1 = \frac{7.88 (35)}{7.88 + 9.97}$$

$$X1 = 15.46 \text{ m}$$

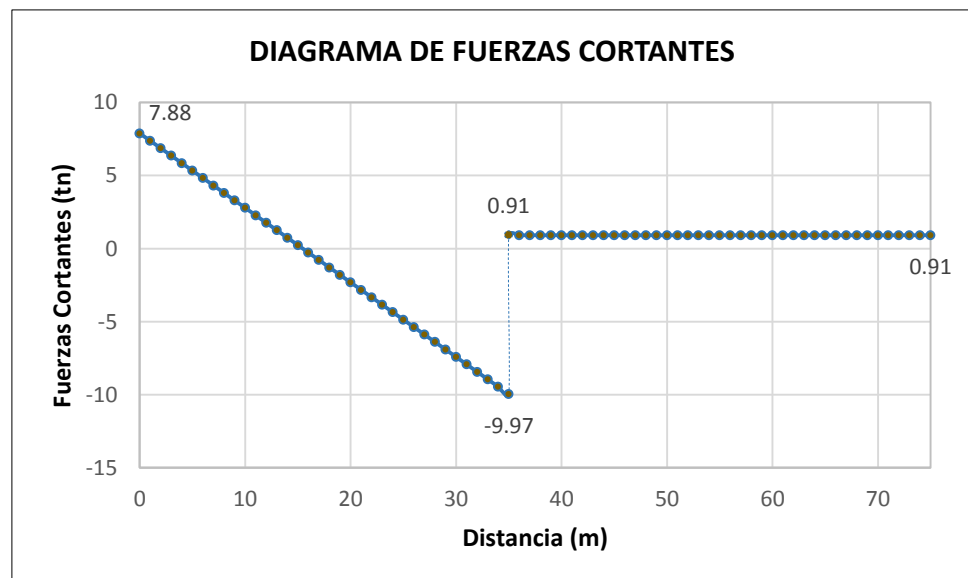
$$M_{1 \max} = \frac{V_{12} X1}{2}$$

$$M_{1 \max} = \frac{7.88 (15.46)}{2}$$

$$M_{1 \max} = 60.93 \text{ tn.m}$$

A continuación se muestra el diagrama de fuerzas cortantes y momentos flectores:

**GRAFICO N° 101:** Diagrama de fuerzas cortantes de cargas peatonales cargadas en el primer tramo en las vigas exteriores.

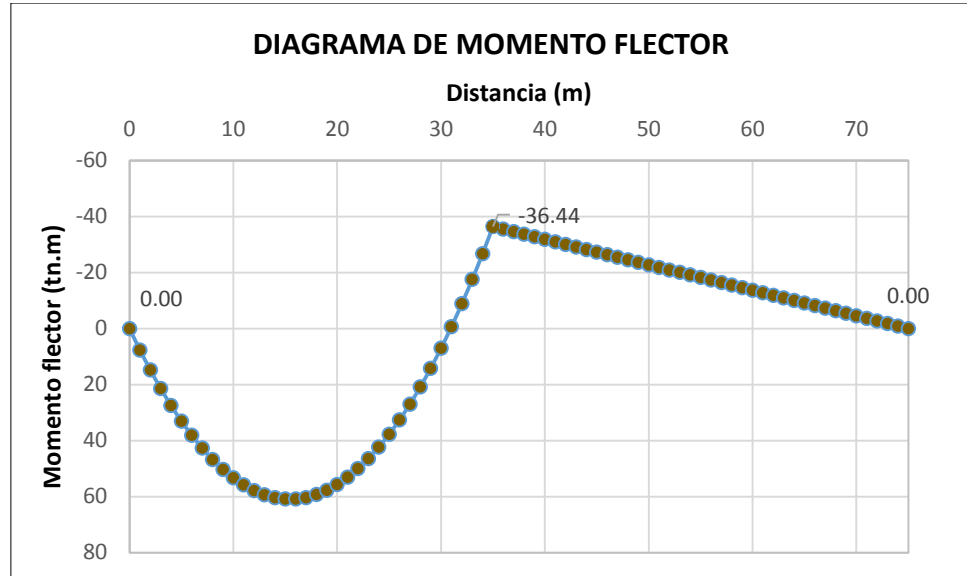


Elaboración: Propia.

PRESENTADO POR:

- Danny Daniel Saavedra Oré.
- Danilo Saavedra Oré.

**GRAFICO N° 102:** Diagrama de momento flector de cargas peatonales cargadas en el primer tramo en las vigas exteriores.

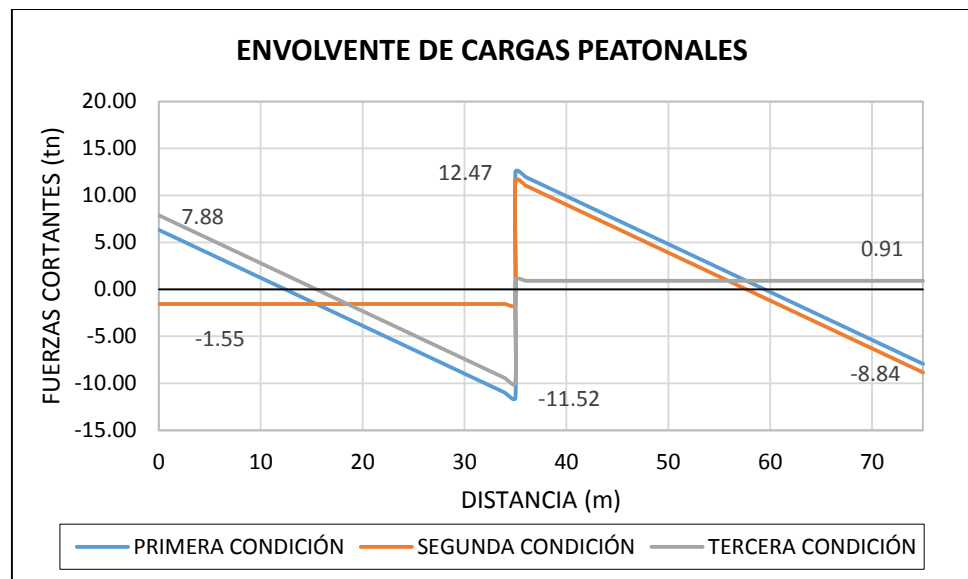


Elaboración: Propia.

- **EVOLVENTE DE CARGA PEATONALES**

Las envolventes de las fuerzas cortantes de las tres condiciones producidas por la carga peatonal se muestran a continuación:

**GRAFICO N° 103:** Diagrama de las envolventes de las fuerzas cortantes de cargas peatonales cargadas.

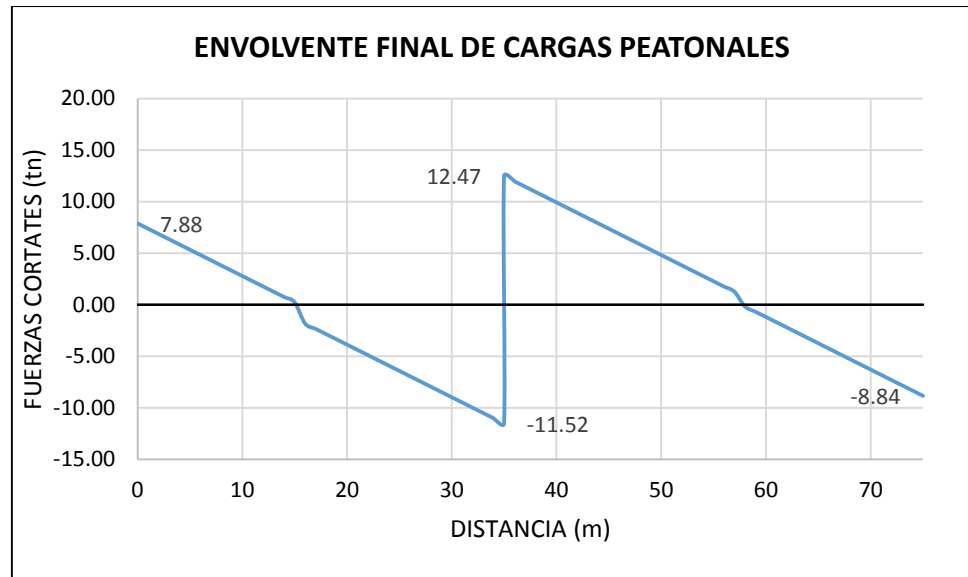


Elaboración: Propia.

PRESENTADO POR:

- Danny Daniel Saavedra Oré.
- Danilo Saavedra Oré.

**GRAFICO N° 104:** Diagrama final de las envolventes críticas de las fuerzas cortantes de cargas peatonales cargadas.



**Elaboración:** Propia.

Las fuerzas cortantes más críticas de acuerdo a la envolvente de cargas peatonales, se muestran a continuación:

$$V_{12} = 7.88 \text{ tn}$$

$$V_{21} = 11.52 \text{ tn}$$

$$V_{23} = 12.47 \text{ tn}$$

$$V_{32} = 8.84 \text{ tn}$$

#### **Las cortantes máximas se encuentran**

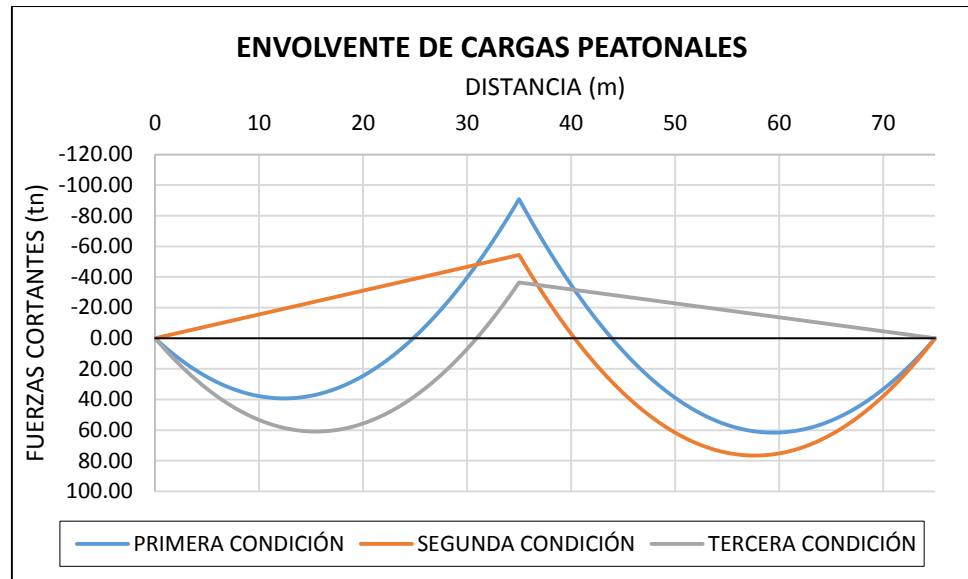
Las envolventes de los momentos flectores de las tres condiciones producidas por la carga peatonal se muestran a continuación:

**PRESENTADO POR:**

- Danny Daniel Saavedra Oré.
- Danilo Saavedra Oré.

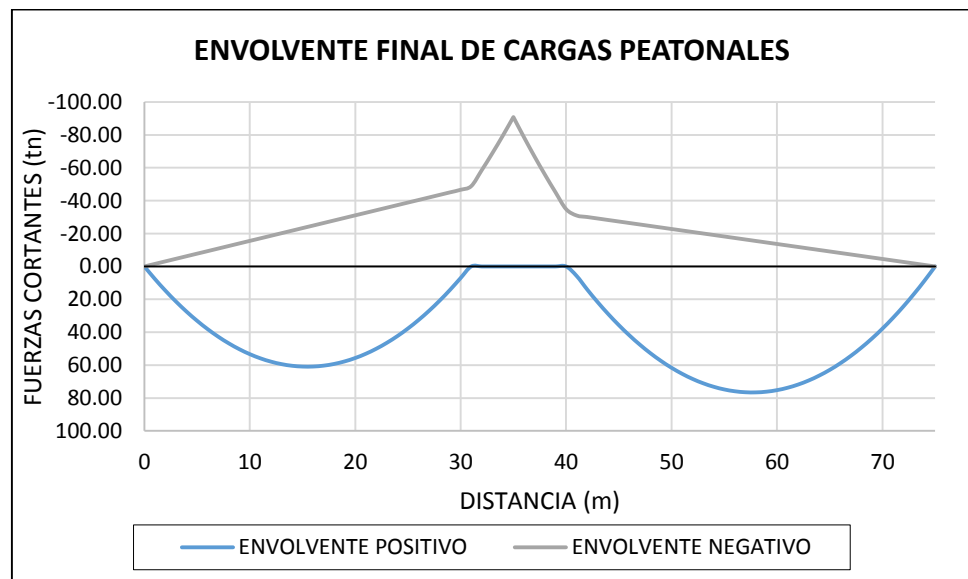


**GRAFICO N° 105:** Diagrama de los envolventes de los momentos flectores de cargas peatonales cargadas.



Elaboración: Propia.

**GRAFICO N° 106:** Diagrama final de los envolventes críticos de los momentos flectores de cargas peatonales cargadas.



Elaboración: Propia.

PRESENTADO POR:

- Danny Daniel Saavedra Oré.
- Danilo Saavedra Oré.

Los momentos flectores más críticos de acuerdo a la envolvente de cargas peatonales, se muestran a continuación:

$$M_1 = 0 \text{ tn.m}$$

$$M_{\max 1-2} = 60.93 \text{ tn.m}$$

$$M_2 = -90.84 \text{ tn.m}$$

$$M_{\max 2-3} = 76.61 \text{ tn.m}$$

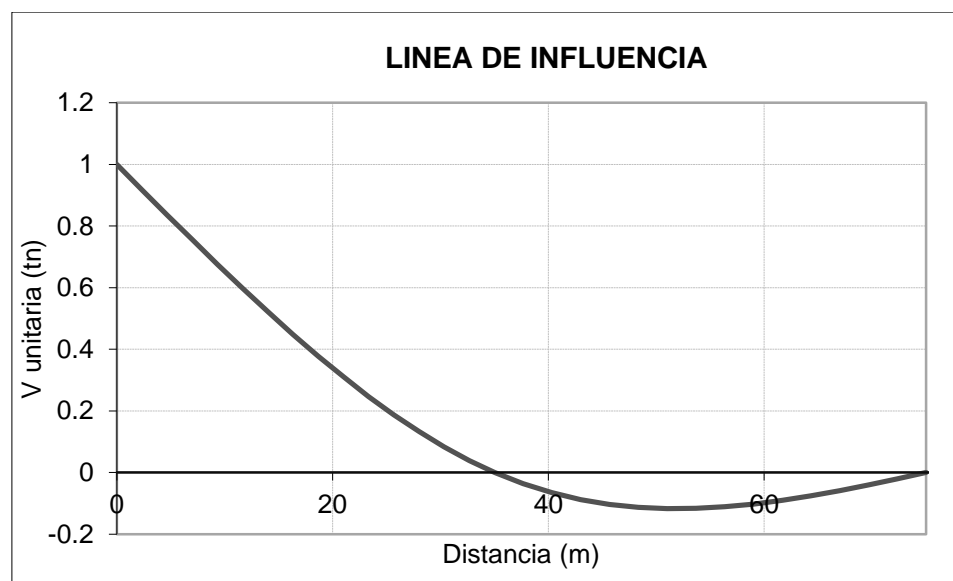
$$M_3 = 0 \text{ tn.m}$$

#### 4.8.3.8. ANÁLISIS DEL ESTRUCTURAL BAJO CARGAS VEHICULARES DE LAS VIGAS INTERIORES.

- **LÍNEA DE INFLUENCIA PARA FUERZAS CORTANTES EN LA REACCIÓN EN EL APOYO 1.**

Para una carga puntual unitaria en diferentes posiciones sobre el puente continuo para condiciones críticas de la reacción del apoyo 1, se ha obtenido el siguiente resultado:

**GRAFICO N° 107:** Línea de influencia respecto al apoyo 1.

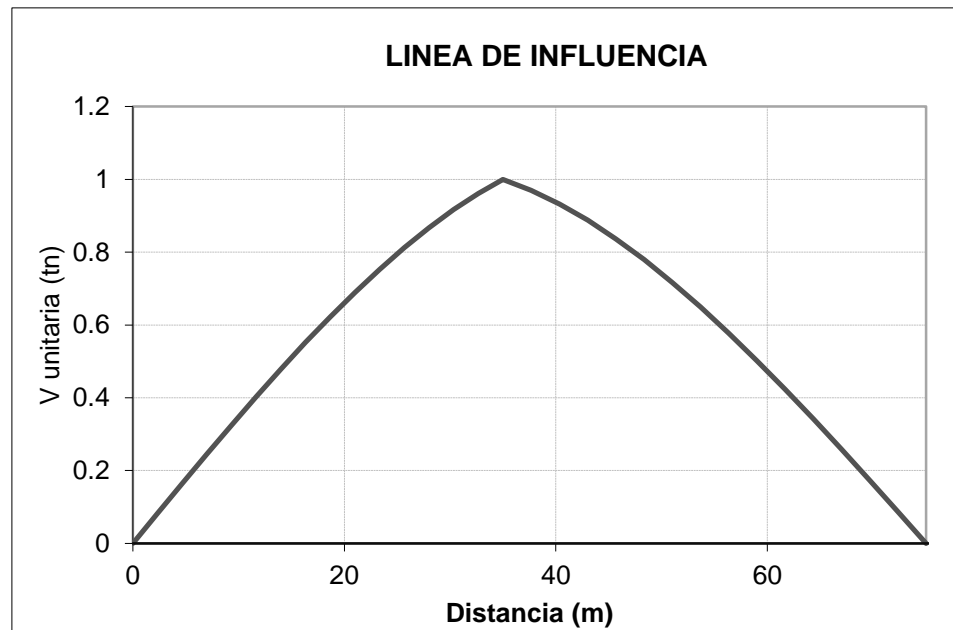


**Elaboración:** Propia.

- **LÍNEA DE INFLUENCIA PARA FUERZAS CORTANTES EN LA REACCIÓN EN EL APOYO 2.**

Para una carga puntual unitaria en diferentes posiciones sobre el puente continuo para condiciones críticas de la reacción del apoyo 2, se ha obtenido el siguiente resultado:

**GRAFICO N° 108:** Línea de influencia respecto al apoyo 2.



**Elaboración:** Propia.

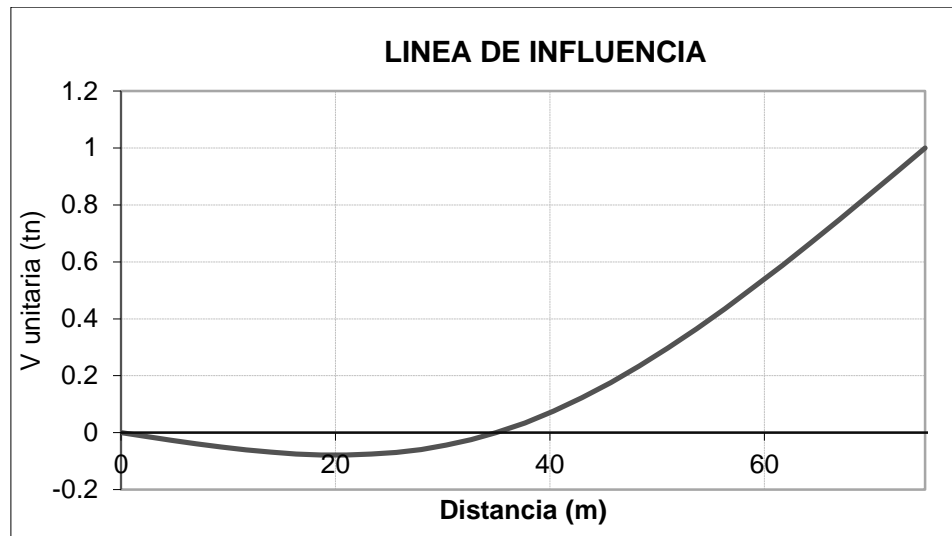
- **LÍNEA DE INFLUENCIA PARA FUERZAS CORTANTES EN LA REACCIÓN EN EL APOYO 3.**

Para una carga puntual unitaria en diferentes posiciones sobre el puente continuo para condiciones críticas de la reacción del apoyo 3, se ha obtenido el siguiente resultado:

**PRESENTADO POR:**

- Danny Daniel Saavedra Oré.
- Danilo Saavedra Oré.

**GRAFICO N° 109:** Línea de influencia respecto al apoyo 3.

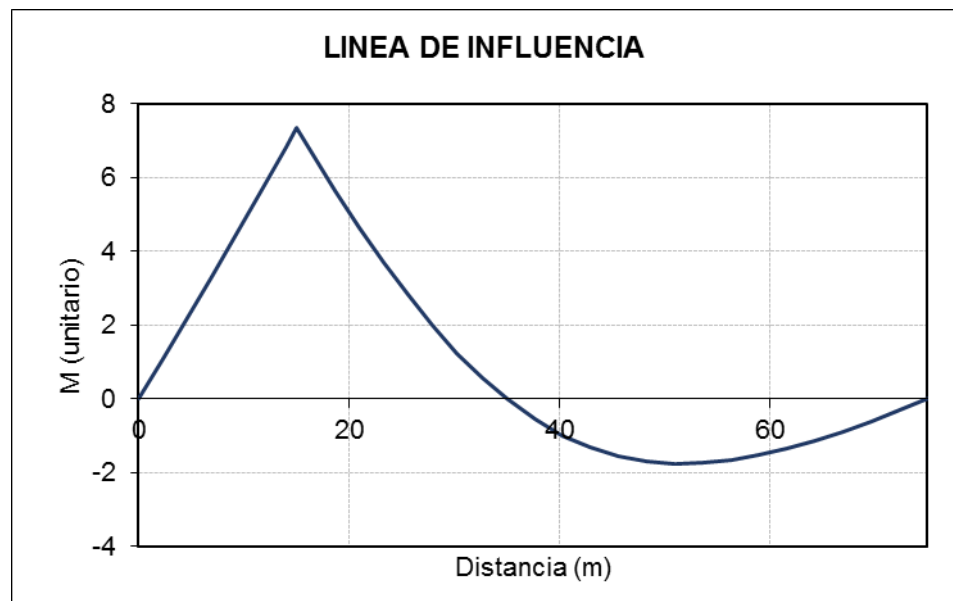


Elaboración: Propia.

- **LÍNEA DE INFLUENCIA PARA MOMENTOS FLECTORES MÁXIMOS.**

Para una carga puntual unitaria en diferentes posiciones sobre el puente continuo para condiciones críticas del momento flector, se ha obtenido el siguiente resultado:

**GRAFICO N° 110:** Línea de influencia respecto a los momentos máximos en el primer tramo ( $x=15$  m).

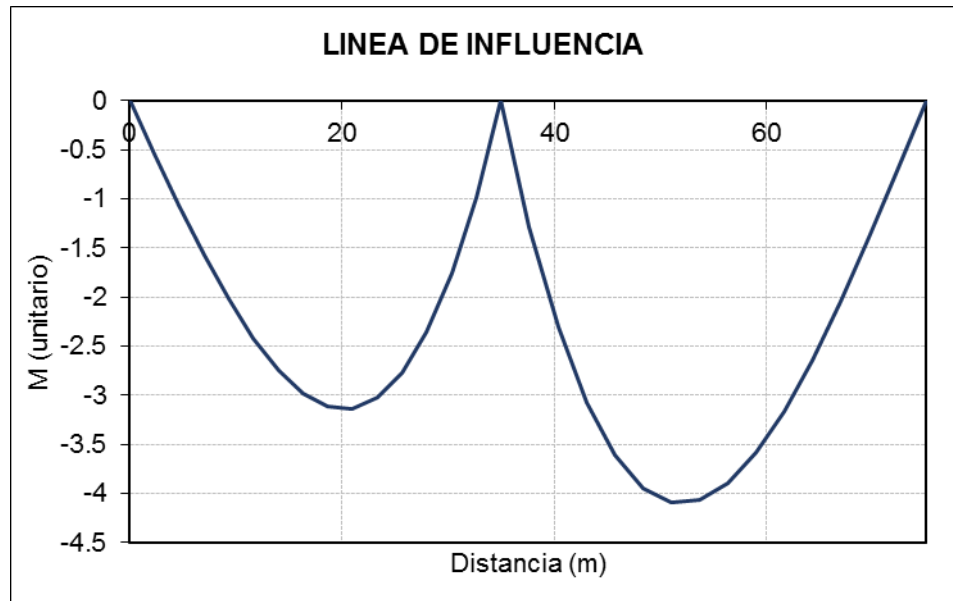


Elaboración: Propia.

PRESENTADO POR:

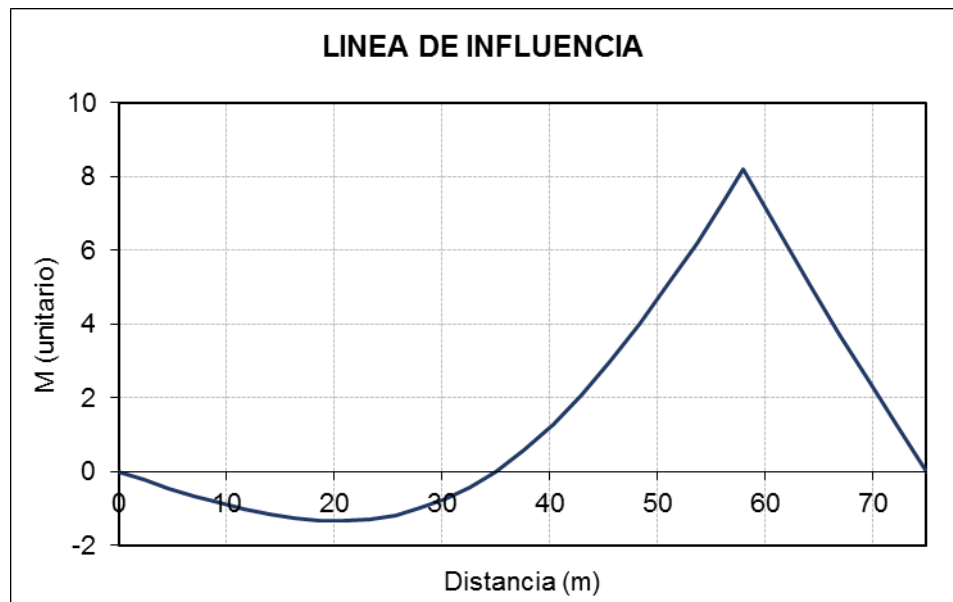
- Danny Daniel Saavedra Oré.
- Danilo Saavedra Oré.

**GRAFICO N° 111:** Línea de influencia respecto a los momentos máximos en el apoyo 2 ( $x=35$  m).



Elaboración: Propia.

**GRAFICO N° 112:** Línea de influencia respecto a los momentos máximos en el segundo tramo ( $x=58$  m).

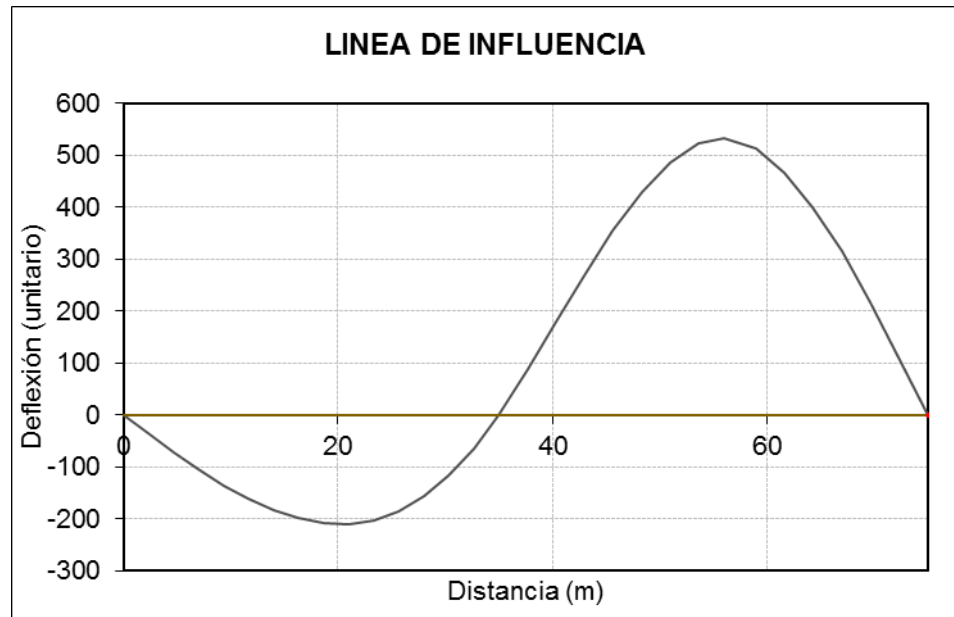


Elaboración: Propia.

PRESENTADO POR:

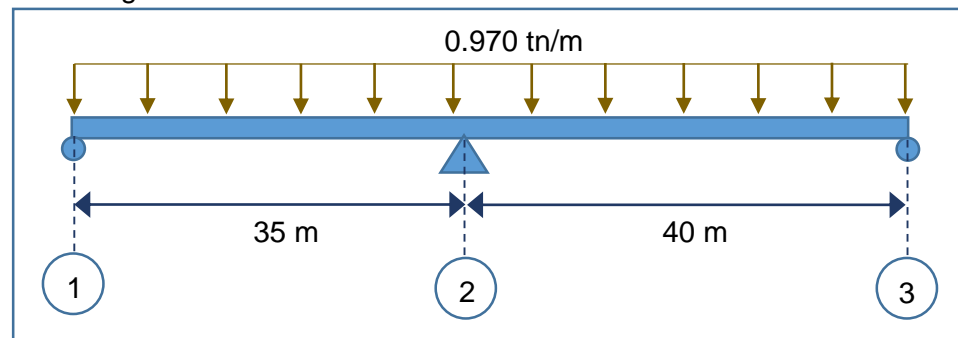
- Danny Daniel Saavedra Oré.
- Danilo Saavedra Oré.

**GRAFICO N° 113:** Línea de influencia respecto a la deflexión máxima en el segundo tramo ( $x=56$  m).



- **ANÁLISIS ESTRUCTURAL BAJO CARGAS VEHICULARES DISTRIBUIDA EN TODOS SUS TRAMOS.**

**GRAFICO N° 114:** Distribución de cargas vehiculares en todos sus tramos en las vigas interiores.



**Elaboración:** Propia.

Determinado el área del diagrama de momento independiente simplemente apoyados.

$$A_1 = \frac{W L_1^3}{12} = \frac{0.970 (35)^3}{12} = 3465.73 \text{ tn. m}^2$$

$$A_2 = \frac{W L_2^3}{12} = \frac{0.970 (40)^3}{12} = 5173.33 \text{ tn. m}^2$$

**PRESENTADO POR:**

- Danny Daniel Saavedra Oré.
- Danilo Saavedra Oré.

Centro de cargas independientes simplemente apoyadas.

$$\bar{a}_1 = \frac{L_1}{2} = \frac{35}{2} = 17.5 \text{ m}$$

$$\bar{a}_2 = \frac{L_2}{2} = \frac{40}{2} = 20 \text{ m}$$

Aplicando la ecuación de tres momentos.

$$L_1 M_1 + 2(L_1 + L_2) M_2 + L_2 M_3 = - \sum \frac{6 A_i \bar{a}_i}{L}$$

$$(35) M_1 + 2(35 + 40) M_2 + 40 M_3 = - \frac{6 A_1 \bar{a}_1}{L} - \frac{6 A_2 \bar{a}_2}{L}$$

$$35 M_1 + 150 M_2 + 40 M_3 = - \frac{6(3465.73)(17.5)}{35} - \frac{6(5173.33)(20)}{40}$$

$$35 M_1 + 150 M_2 + 40 M_3 = -25917.19 \text{ tn. m}^2$$

Por definición de apoyos extremos se considerara:

$$M_1 = 0$$

$$M_3 = 0$$

Reemplazando estos valores en la ecuación anterior:

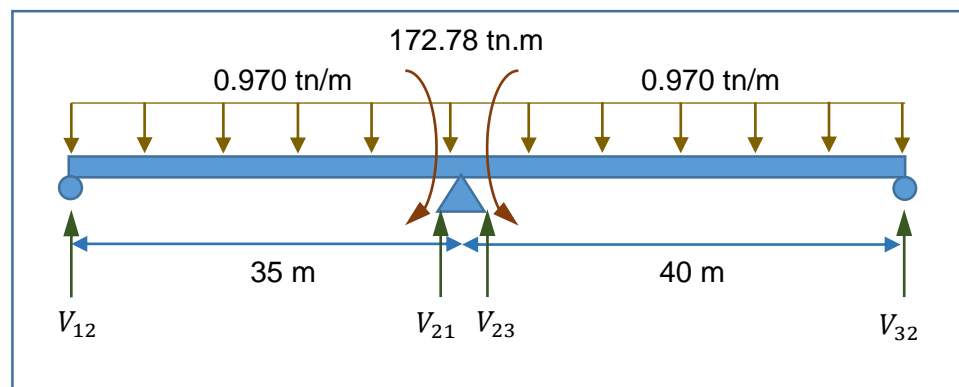
$$35(0) + 150 M_2 + 40(0) = -25917.19 \text{ tn. m}^2$$

$$150 M_2 = -25917.19 \text{ tn. m}^2$$

$$M_2 = -172.78 \text{ tn. m}$$

Determinando las reacciones:

**GRAFICO N° 115:** Equilibrando fuerzas para determinar las reacciones de la estructura bajo cargas vehiculares distribuida en todos sus tramos en las vigas interiores.



Elaboración: Propia.

PRESENTADO POR:

- Danny Daniel Saavedra Oré.
- Danilo Saavedra Oré.

$$\sum M_{12} = 0$$

$$0.970 (35) \frac{(35)}{2} + 172.78 - V_{21}(35) = 0$$

$$V_{21} = 21.91 \text{ tn}$$

$$\sum M_{21} = 0$$

$$-0.970 (35) \frac{(35)}{2} + 172.78 + V_{12}(35) = 0$$

$$V_{12} = 12.04 \text{ tn}$$

$$\sum M_{32} = 0$$

$$-0.970 (40) \frac{(40)}{2} - 172.78 + V_{23}(40) = 0$$

$$V_{23} = 23.72 \text{ tn}$$

$$\sum M_{23} = 0$$

$$0.970 (40) \frac{(40)}{2} - 172.78 - V_{32}(40) = 0$$

$$V_{32} = 15.08 \text{ tn}$$

Determinando los momentos flectores positivos máximos del primer tramos.

$$X_1 = \frac{V_{12} (L_1)}{V_{12} + V_{21}}$$

$$X_1 = \frac{12.04 (35)}{12.04 + 21.91}$$

$$X_1 = \frac{12.04 (35)}{12.04 + 21.91}$$

$$X_1 = \frac{12.04 (35)}{12.04 + 21.91}$$

$$X_1 = 12.41 \text{ m}$$

$$M_{1 \max} = \frac{V_{12} X_1}{2}$$

$$M_{1 \max} = \frac{12.04 (12.41)}{2}$$

$$M_{1 \max} = 74.70 \text{ tn.m}$$

PRESENTADO POR:

- Danny Daniel Saavedra Oré.
- Danilo Saavedra Oré.



Determinando los momentos flectores positivos máximos del segundo tramos.

$$X2 = \frac{V_{32} (L_2)}{V_{32} + V_{23}}$$

$$X2 = \frac{15.08 (40)}{15.08 + 23.72}$$

$$X2 = \frac{15.08 (40)}{15.08 + 23.72}$$

$$X2 = \frac{15.08 (40)}{15.08 + 23.72}$$

$$X2 = 15.55 \text{ m}$$

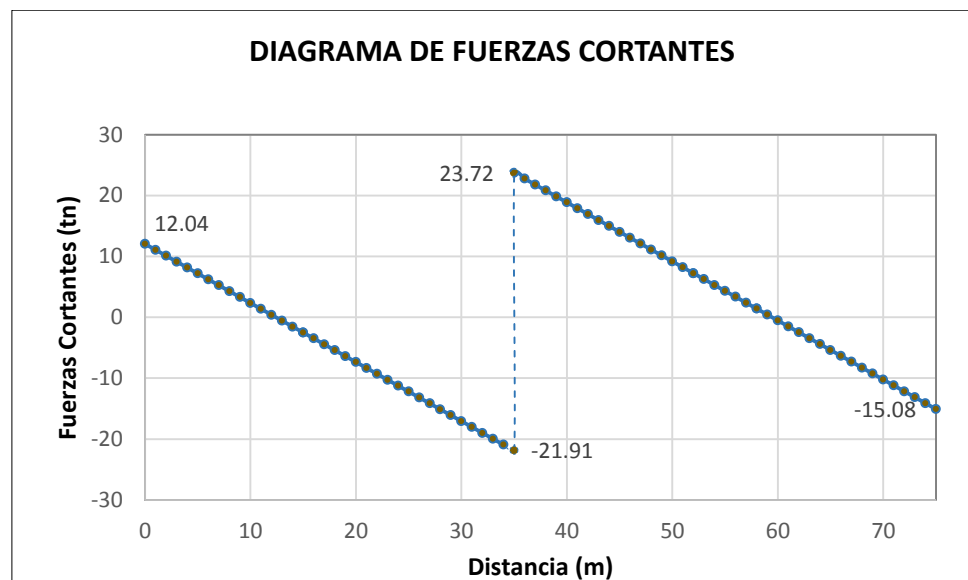
$$M_{2 \text{ max}} = \frac{V_{32} X2}{2}$$

$$M_{2 \text{ max}} = \frac{15.08 (15.55)}{2}$$

$$M_{2 \text{ max}} = 117.23 \text{ tn.m}$$

A continuación se muestra el diagrama de fuerzas cortantes y momentos flectores:

**GRAFICO N° 116:** Diagrama de fuerzas cortantes de cargas vehiculares cargadas en dos tramos.

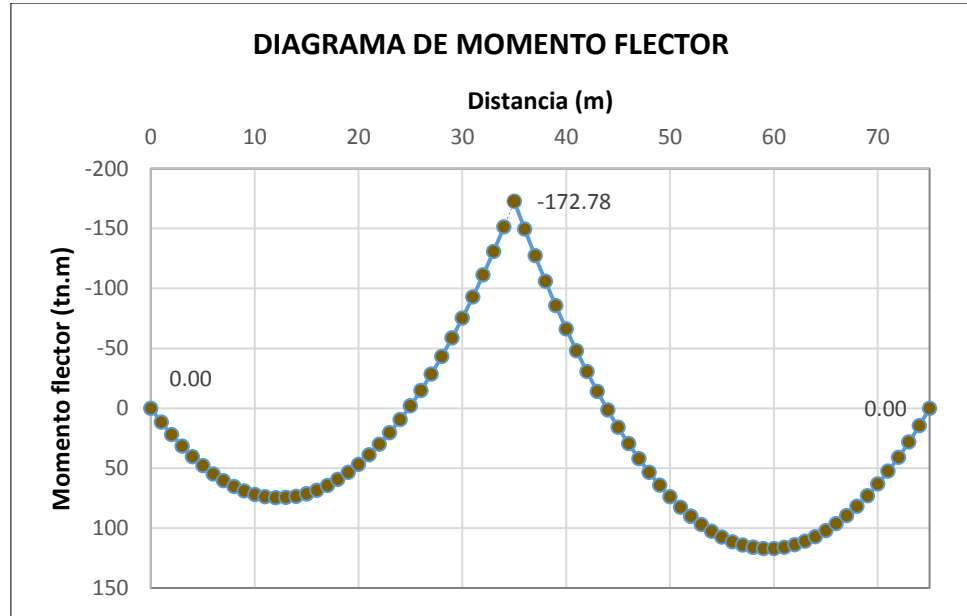


Elaboración: Propia.

PRESENTADO POR:

- Danny Daniel Saavedra Oré.
- Danilo Saavedra Oré.

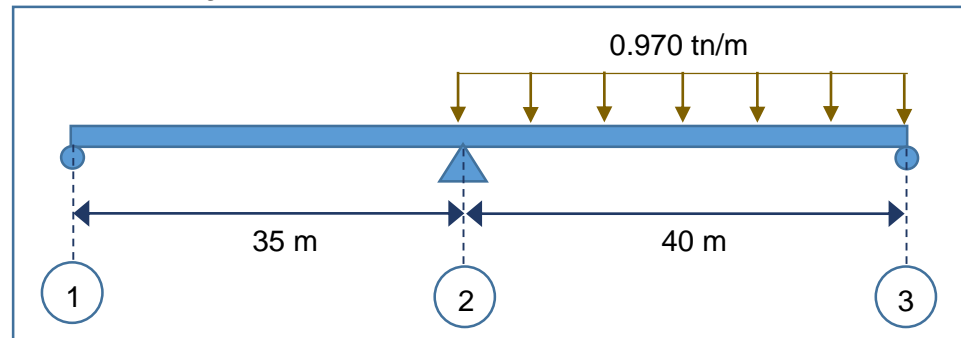
**GRAFICO N° 117:** Diagrama de momento flector de cargas vehiculares cargadas en dos tramos.



Elaboración: Propia.

- **ANÁLISIS ESTRUCTURAL BAJO CARGAS VEHICULARES DISTRIBUIDA EN EL SEGUNDO TRAMO.**

**GRAFICO N° 118:** Distribución de cargas vehiculares en el segundo tramo en las vigas interiores.



Elaboración: Propia.

Determinado el área del diagrama de momento independiente simplemente apoyados.

$$A_1 = \frac{W L_2^3}{12} = \frac{0.970 (40)^3}{12} = 5173.33 \text{ tn. m}^2$$

**PRESENTADO POR:**

- Danny Daniel Saavedra Oré.
- Danilo Saavedra Oré.

Centro de cargas independientes simplemente apoyadas.

$$\bar{a}_1 = \frac{L_1}{2} = \frac{35}{2} = 17.5 \text{ m}$$

$$\bar{a}_2 = \frac{L_2}{2} = \frac{40}{2} = 20 \text{ m}$$

Aplicando la ecuación de tres momentos.

$$L_1 M_1 + 2(L_1 + L_2) M_2 + L_2 M_3 = - \sum \frac{6 A_i \bar{a}_i}{L}$$

$$(35) M_1 + 2(35 + 40) M_2 + 40 M_3 = - \frac{6 A_1 \bar{a}_1}{L}$$

$$35 M_1 + 150 M_2 + 40 M_3 - \frac{6(5173.33)(20)}{40}$$

$$35 M_1 + 150 M_2 + 40 M_3 = -15520 \text{ tn. m}^2$$

Por definición de apoyos extremos se considerara:

$$M_1 = 0$$

$$M_3 = 0$$

Reemplazando estos valores en la ecuación anterior:

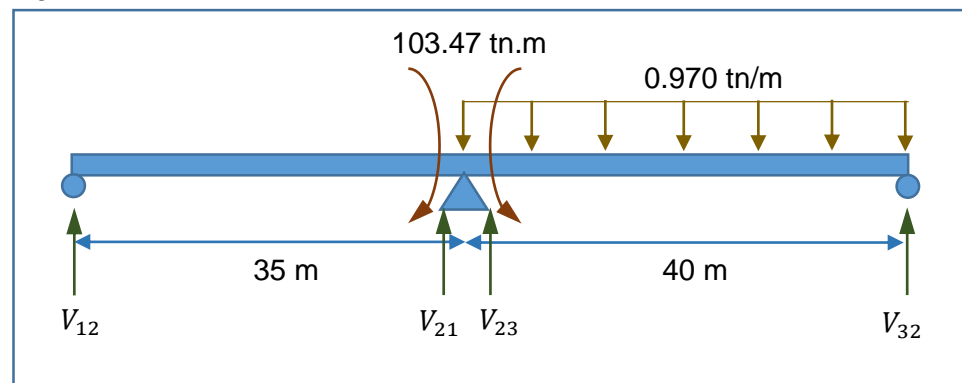
$$35(0) + 150 M_2 + 40(0) = -15520 \text{ tn. m}^2$$

$$150 M_2 = -15520 \text{ tn. m}^2$$

$$M_2 = -103.47 \text{ tn. m}$$

Determinando las reacciones:

**GRAFICO N° 119:** Equilibrando fuerzas para determinar las reacciones de la estructura bajo cargas vehiculares distribuida en el segundo en las vigas interiores.



Elaboración: Propia.

PRESENTADO POR:

- Danny Daniel Saavedra Oré.
- Danilo Saavedra Oré.

$$\sum M_{12} = 0$$

$$103.47 - V_{21}(35) = 0$$

$$V_{21} = 2.96 \text{ tn}$$

$$\sum M_{21} = 0$$

$$103.47 + V_{12}(35) = 0$$

$$V_{12} = -2.96 \text{ tn}$$

$$\sum M_{32} = 0$$

$$-0.970(40) \frac{(40)}{2} - 103.47 + V_{23}(40) = 0$$

$$V_{23} = 21.99 \text{ tn}$$

$$\sum M_{23} = 0$$

$$0.970(40) \frac{(40)}{2} - 103.47 - V_{32}(40) = 0$$

$$V_{32} = 16.81 \text{ tn}$$

Determinando los momentos flectores positivos máximos del segundo tramos.

$$X_2 = \frac{V_{32} (L_2)}{V_{32} + V_{23}}$$

$$X_2 = \frac{16.81 (40)}{16.81 + 21.99}$$

$$X_2 = \frac{16.81 (40)}{16.81 + 21.99}$$

$$X_2 = \frac{16.81(40)}{16.81 + 21.99}$$

$$X_2 = 17.33 \text{ m}$$

$$M_{2 \max} = \frac{V_{32} X_2}{2}$$

$$M_{2 \max} = \frac{16.81 (17.33)}{2}$$

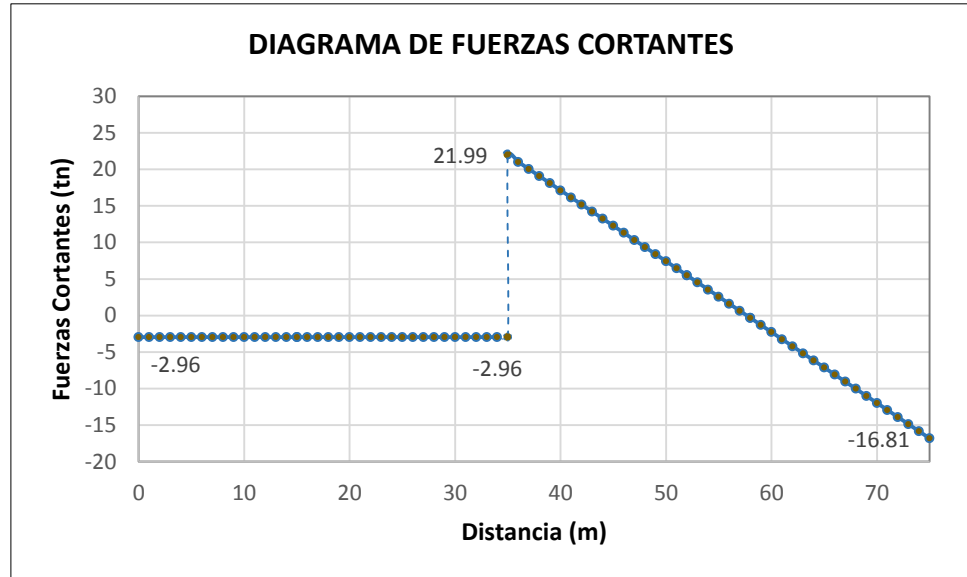
$$M_{2 \max} = 145.72 \text{ tn.m}$$

PRESENTADO POR:

- Danny Daniel Saavedra Oré.
- Danilo Saavedra Oré.

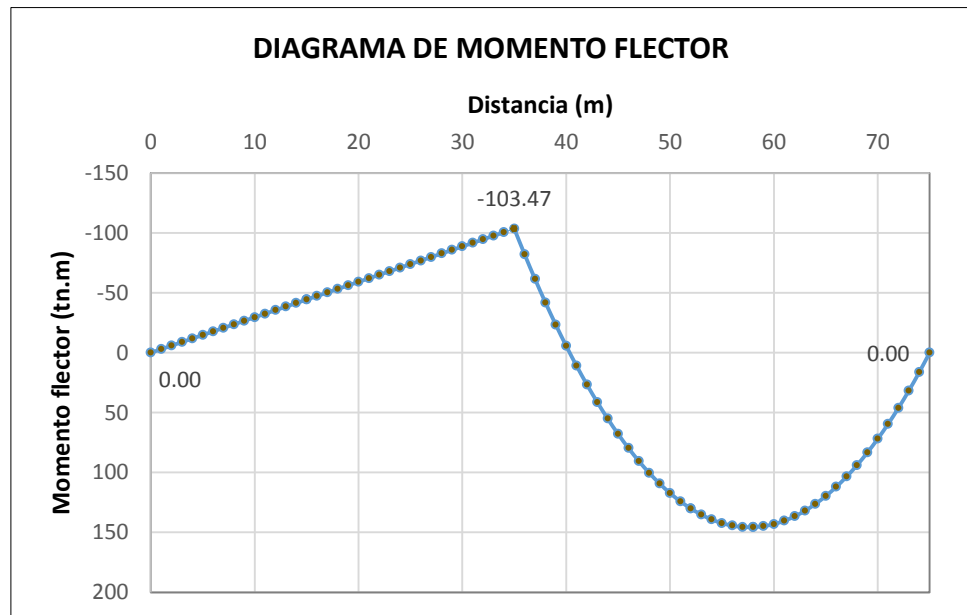
A continuación se muestra el diagrama de fuerzas cortantes y momentos flectores:

**GRAFICO N° 120:** Diagrama de fuerzas cortantes de cargas vehiculares cargadas en el segundo tramo.



Elaboración: Propia.

**GRAFICO N° 121:** Diagrama de momento flector de cargas vehiculares cargadas en el segundo tramo.



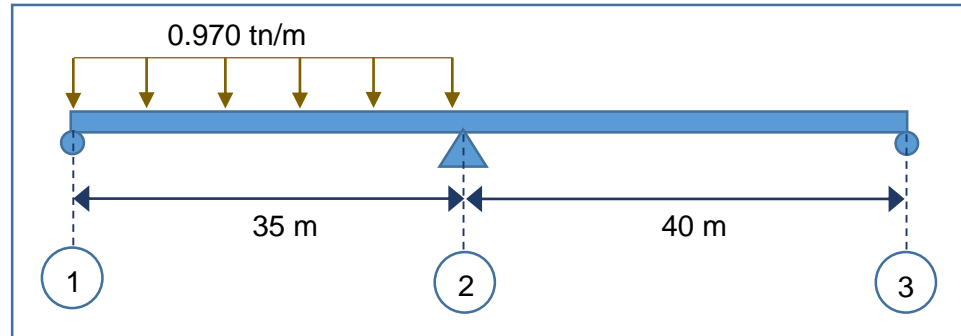
Elaboración: Propia.

PRESENTADO POR:

- Danny Daniel Saavedra Oré.
- Danilo Saavedra Oré.

- ANÁLISIS ESTRUCTURAL BAJO CARGAS VEHICULARES DISTRIBUIDA EN EL PRIMER TRAMO.

**GRAFICO N° 122:** Distribución de cargas vehiculares en el primer tramo en las vigas interiores.



**Elaboración:** Propia.

Determinado el área del diagrama de momento independiente simplemente apoyados.

$$A_1 = \frac{W L_1^3}{12} = \frac{0.970 (35)^3}{12} = 3465.73 \text{ tn. m}^2$$

Centro de cargas independientes simplemente apoyadas.

$$\bar{a}_1 = \frac{L_1}{2} = \frac{35}{2} = 17.5 \text{ m}$$

Aplicando la ecuación de tres momentos.

$$L_1 M_1 + 2(L_1 + L_2) M_2 + L_2 M_3 = - \sum \frac{6 A_i \bar{a}_i}{L}$$

$$(35) M_1 + 2(35 + 40) M_2 + 40 M_3 = - \frac{6 A_1 \bar{a}_1}{L}$$

$$35 M_1 + 150 M_2 + 40 M_3 = - \frac{6(3465.73)(17.5)}{35}$$

$$35 M_1 + 150 M_2 + 40 M_3 = -10397.19 \text{ tn. m}^2$$

Por definición de apoyos extremos se considerara:

$$M_1 = 0$$

$$M_3 = 0$$

Reemplazando estos valores en la ecuación anterior:

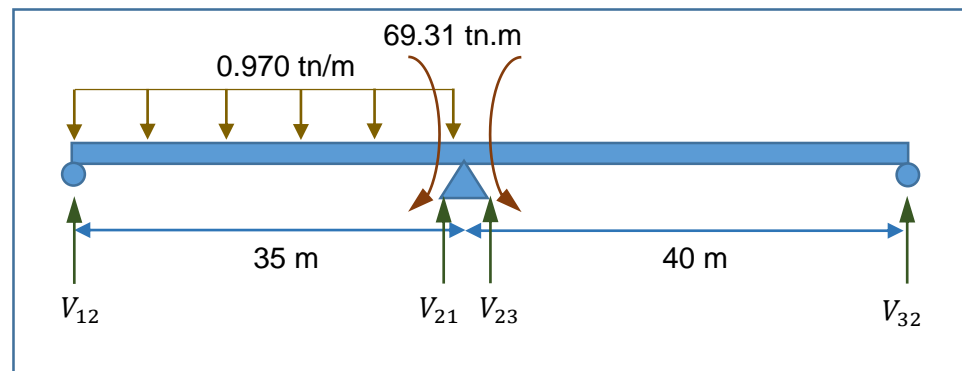
$$35(0) + 150M_2 + 40(0) = -10397.19 \text{ tn. m}^2$$

$$150M_2 = -10397.19 \text{ tn. m}^2$$

$$M_2 = -69.31 \text{ tn. m}$$

Determinando las reacciones:

**GRAFICO N° 123:** Equilibrando fuerzas para determinar las reacciones de la estructura bajo cargas vehiculares distribuida en el primer tramo en las vigas interiores.



**Elaboración:** Propia.

$$\sum M_{12} = 0$$

$$0.970 (35) \frac{(35)}{2} + 69.31 - V_{21}(35) = 0$$

$$V_{21} = 18.96 \text{ tn}$$

$$\sum M_{21} = 0$$

$$-0.970 (35) \frac{(35)}{2} + 69.31 + V_{12}(35) = 0$$

$$V_{12} = 14.99 \text{ tn}$$

$$\sum M_{32} = 0$$

$$-69.31 + V_{23}(40) = 0$$

$$V_{23} = 1.73 \text{ tn}$$

$$\sum M_{23} = 0$$

$$-69.31 - V_{32}(40) = 0$$

$$V_{32} = -1.73 \text{ tn}$$

**PRESENTADO POR:**

- Danny Daniel Saavedra Oré.
- Danilo Saavedra Oré.

Determinando los momentos flectores positivos máximos del primer tramos.

$$X1 = \frac{V_{12} (L_1)}{V_{12} + V_{21}}$$

$$X1 = \frac{14.99 (35)}{14.99 + 18.96}$$

$$X1 = \frac{14.99 (35)}{14.99 + 18.96}$$

$$X1 = \frac{14.99 (35)}{14.99 + 18.96}$$

$$X1 = 15.46 \text{ m}$$

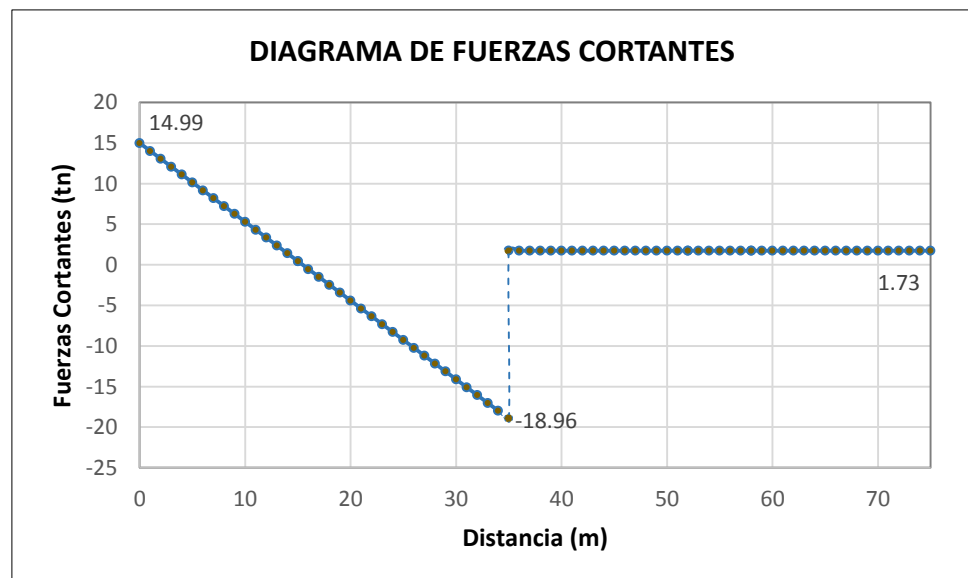
$$M_{1 \max} = \frac{V_{12} X1}{2}$$

$$M_{1 \max} = \frac{14.99 (15.46)}{2}$$

$$M_{1 \max} = 115.90 \text{ tn.m}$$

A continuación se muestra el diagrama de fuerzas cortantes y momentos flector:

**GRAFICO N° 124:** Diagrama de fuerzas cortantes de cargas vehiculares cargadas en el primer tramo.



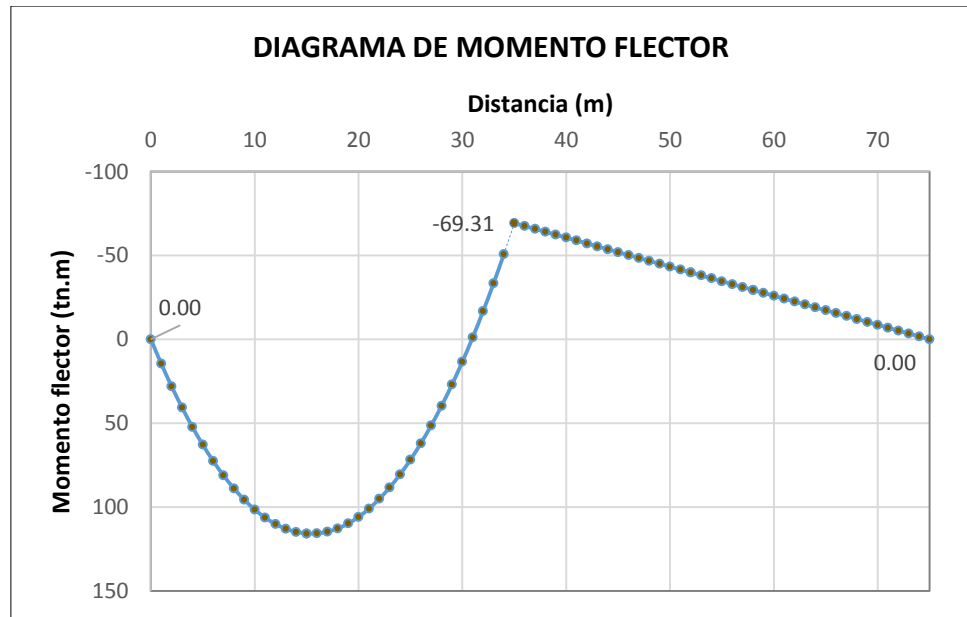
Elaboración: Propia.

PRESENTADO POR:

- Danny Daniel Saavedra Oré.
- Danilo Saavedra Oré.



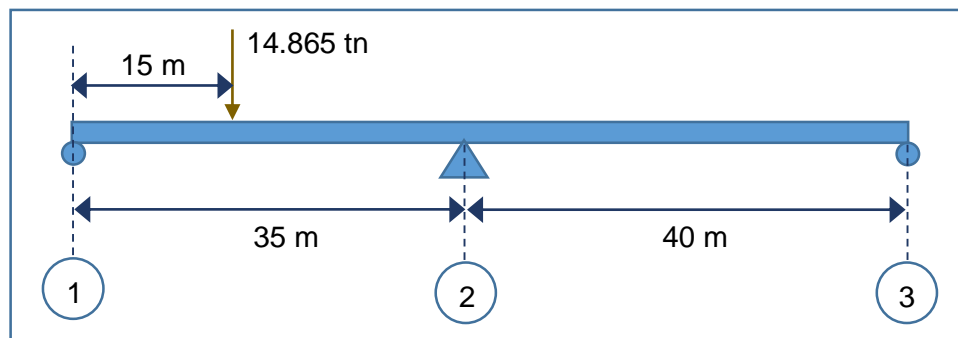
**GRAFICO N° 125:** Diagrama de momento flector de cargas vehiculares cargadas en el primer tramo.



Elaboración: Propia.

- **ANÁLISIS ESTRUCTURAL BAJO CARGA VEHICULAR UBICADO A 15 m DEL EJE 1.**

**GRAFICO N° 126:** Carga vehicular ubicado a 15 m del eje 1 en las vigas interiores.



Elaboración: Propia.

Determinado el área del diagrama de momento independiente simplemente apoyados.

$$A_1 = \frac{P (L_1 - a) a}{2} = \frac{14.865 (35 - 15)(15)}{2} = 2229.74 \text{ tn.m}^2$$

Centro de cargas independientes simplemente apoyadas.

$$\bar{a}_1 = 16.67 \text{ m}$$

**PRESENTADO POR:**

- Danny Daniel Saavedra Oré.
- Danilo Saavedra Oré.

Aplicando la ecuación de tres momentos.

$$L_1 M_1 + 2(L_1 + L_2)M_2 + L_2 M_3 = - \sum \frac{6 A_i \bar{a}_i}{L}$$

$$(35)M_1 + 2(35 + 40)M_2 + 40M_3 = - \frac{6 A_1 \bar{a}_1}{L}$$

$$35M_1 + 150M_2 + 40M_3 = - \frac{6(2229.74)(16.67)}{35}$$

$$35M_1 + 150M_2 + 40M_3 = -6370.69 \text{ tn.m}^2$$

Por definición de apoyos extremos se considerara:

$$M_1 = 0$$

$$M_3 = 0$$

Reemplazando estos valores en la ecuación anterior:

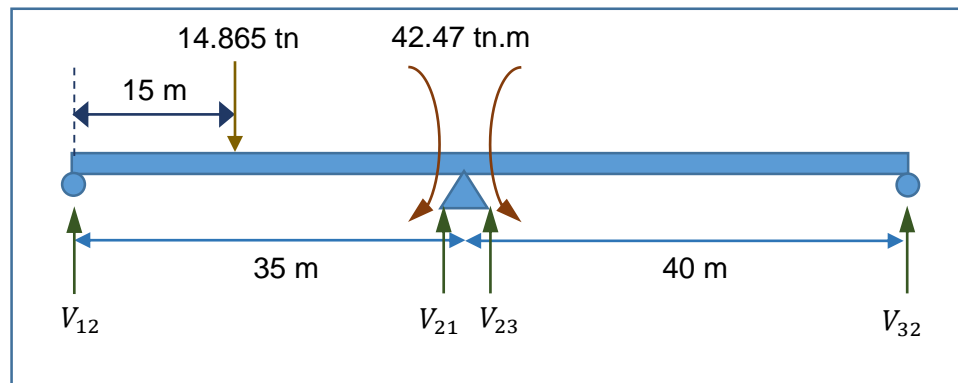
$$35(0) + 150M_2 + 40(0) = -6370.69 \text{ tn.m}^2$$

$$150M_2 = -6370.69 \text{ tn.m}^2$$

$$M_2 = -42.47 \text{ tn.m}$$

Determinando las reacciones:

**GRAFICO N° 127:** Equilibrando fuerzas para determinar las reacciones de la estructura bajo cargas vehiculares a 15 m del eje 1 en las vigas interiores.



**Elaboración:** Propia.

$$\sum M_{12} = 0$$

$$14.865 (15) + 42.47 - V_{21}(35) = 0$$

$$V_{21} = 7.58 \text{ tn}$$

**PRESENTADO POR:**

- Danny Daniel Saavedra Oré.
- Danilo Saavedra Oré.

$$\sum M_{21} = 0$$

$$-14.865 (15) + 42.47 + V_{12}(35) = 0$$

$$V_{12} = 7.281 \text{ tn}$$

$$\sum M_{32} = 0$$

$$-42.47 + V_{23}(40) = 0$$

$$V_{23} = 1.06 \text{ tn}$$

$$\sum M_{23} = 0$$

$$-42.47 - V_{32}(40) = 0$$

$$V_{32} = -1.06 \text{ tn}$$

Determinando los momentos flectores positivos máximos del primer tramos.

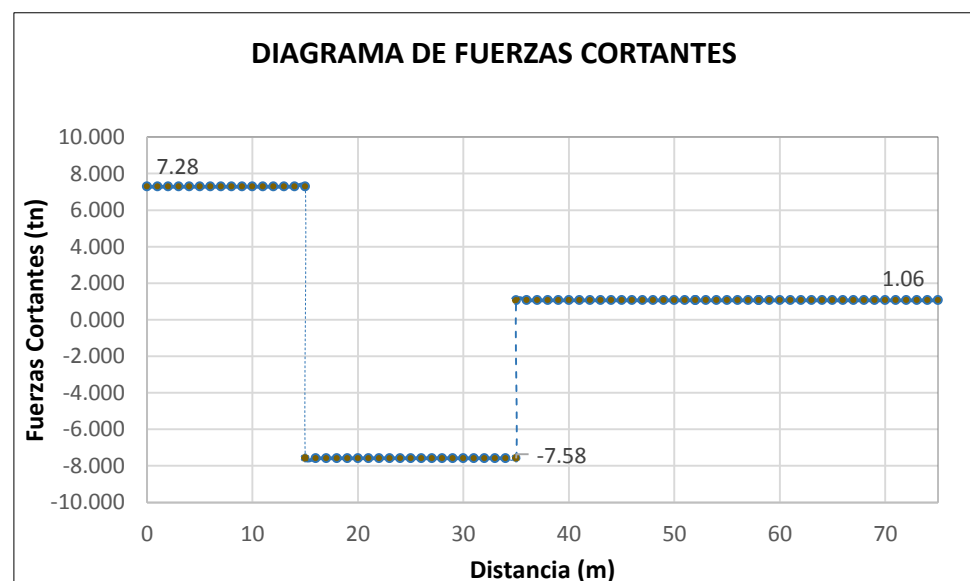
$$M_{1 \max} = V_{12} (a)$$

$$M_{1 \max} = 7.281 (15)$$

$$M_{1 \max} = 109.21 \text{ m}$$

A continuación se muestra el diagrama de fuerzas cortantes y momento flector:

**GRAFICO N° 128:** Diagrama de fuerzas cortantes de carga vehicular establecida en el primer tramo a 15 m del eje 1.

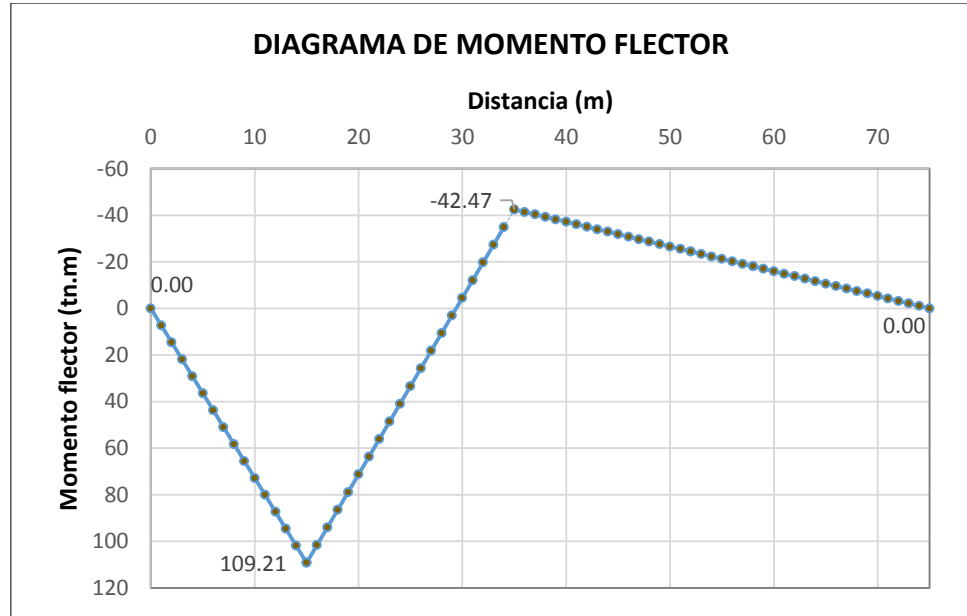


Elaboración: Propia.

PRESENTADO POR:

- Danny Daniel Saavedra Oré.
- Danilo Saavedra Oré.

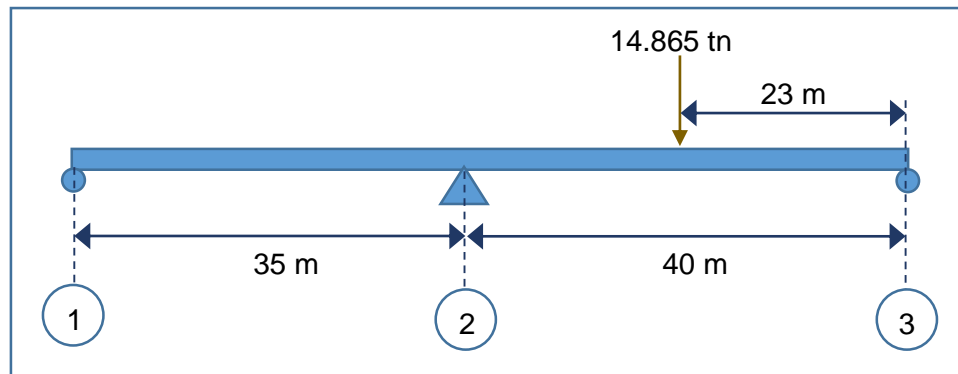
**GRAFICO N° 129:** Diagrama de momento flector de carga vehicular establecida en el primer tramo a 15 m del eje 1.



Elaboración: Propia.

- **ANÁLISIS ESTRUCTURAL BAJO CARGA VEHICULAR UBICADO A 23 m DEL EJE 3.**

**GRAFICO N° 130:** Carga vehicular ubicado a 23 m del eje 3 en las vigas interiores.



Elaboración: Propia.

Determinado el área del diagrama de momento independiente simplemente apoyados.

$$A_1 = \frac{P (L_1 - a) a}{2} = \frac{14.865 (40 - 23)(23)}{2} = 2906.10 \text{ tn.m}^2$$

**PRESENTADO POR:**

- Danny Daniel Saavedra Oré.
- Danilo Saavedra Oré.

Centro de cargas independientes simplemente apoyadas.

$$\bar{a}_1 = 21 \text{ m}$$

Aplicando la ecuación de tres momentos.

$$L_1 M_1 + 2(L_1 + L_2)M_2 + L_2 M_3 = - \sum \frac{6 A_i \bar{a}_i}{L}$$

$$(35)M_1 + 2(35 + 40)M_2 + 40M_3 = - \frac{6 A_1 \bar{a}_1}{L}$$

$$35M_1 + 150M_2 + 40M_3 - \frac{6(2906.10)(21)}{40}$$

$$35M_1 + 150M_2 + 40M_3 = -9154.20 \text{ tn.m}^2$$

Por definición de apoyos extremos se considerara:

$$M_1 = 0$$

$$M_3 = 0$$

Reemplazando estos valores en la ecuación anterior:

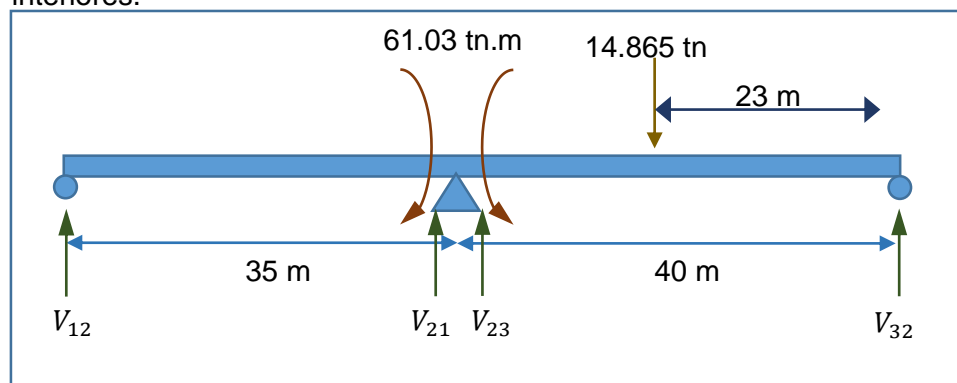
$$35(0) + 150M_2 + 40(0) = -9154.20 \text{ tn.m}^2$$

$$150M_2 = -9154.20 \text{ tn.m}^2$$

$$M_2 = -61.03 \text{ tn.m}$$

Determinando las reacciones:

**GRAFICO N° 131:** Equilibrando fuerzas para determinar las reacciones de la estructura bajo cargas vehiculares a 23 m del eje 3 en las vigas interiores.



Elaboración: Propia.

$$\sum M_{12} = 0$$

$$61.03 - V_{21}(35) = 0$$

$$V_{21} = 1.74 \text{ tn}$$

PRESENTADO POR:

- Danny Daniel Saavedra Oré.
- Danilo Saavedra Oré.

$$\sum M_{21} = 0$$

$$61.03 + V_{12}(35) = 0$$

$$V_{12} = -1.74 \text{ tn}$$

$$\sum M_{32} = 0$$

$$-14.865(23) - 61.03 + V_{23}(40) = 0$$

$$V_{23} = 10.07 \text{ tn}$$

$$\sum M_{23} = 0$$

$$14.865(23) - 61.03 - V_{32}(40) = 0$$

$$V_{32} = 4.79 \text{ tn}$$

Determinando los momentos flectores positivos máximos del segundo tramos.

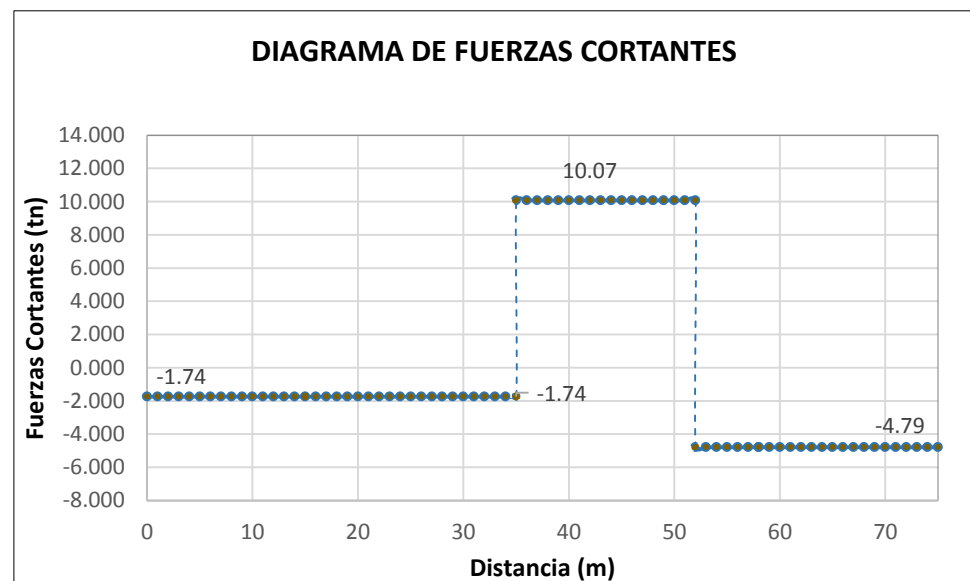
$$M_{2 \text{ max}} = V_{32} (a)$$

$$M_{2 \text{ max}} = 4.79 (23)$$

$$M_{2 \text{ max}} = 110.21 \text{ tn.m}$$

A continuación se muestra el diagrama de fuerzas cortantes:

**GRAFICO N° 132:** Diagrama de fuerzas cortantes de carga vehicular establecida en el primer tramo a 23 m del eje 3.

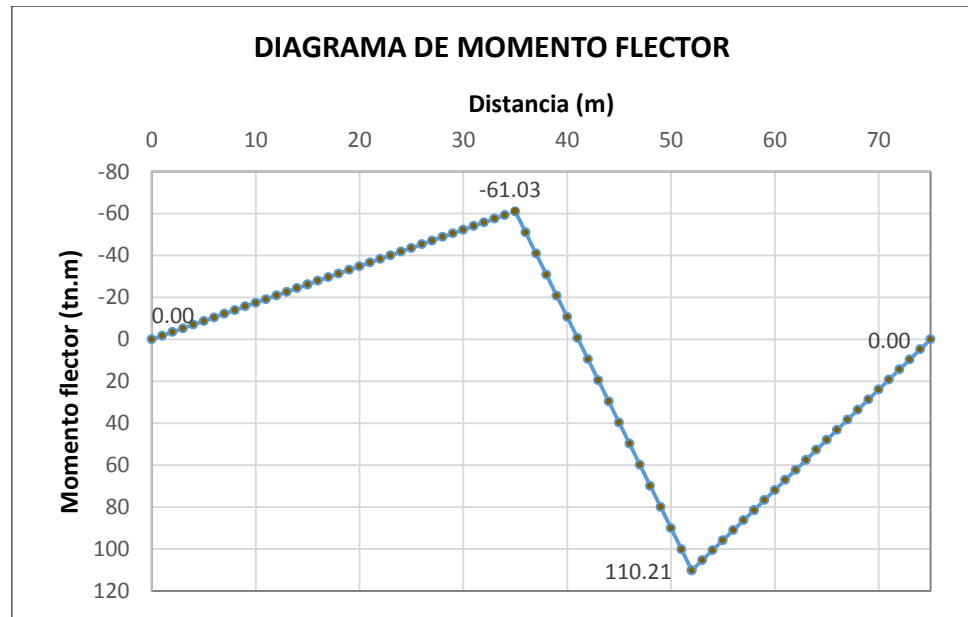


Elaboración: Propia.

PRESENTADO POR:

- Danny Daniel Saavedra Oré.
- Danilo Saavedra Oré.

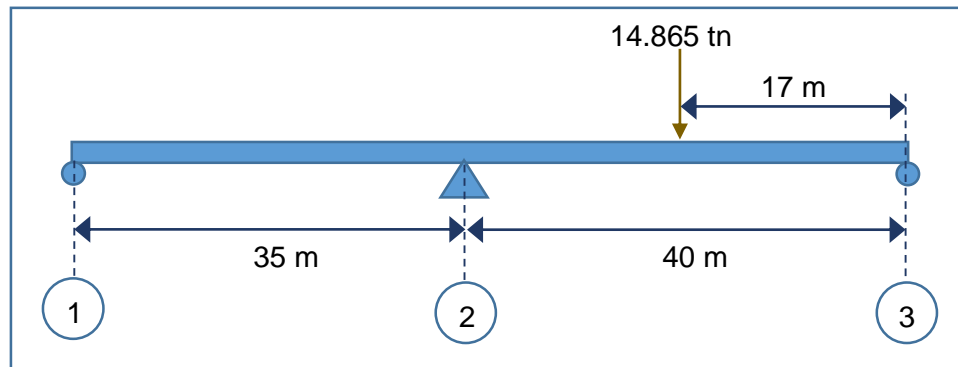
**GRAFICO N° 133:** Diagrama de momento flector de carga vehicular establecida en el primer tramo a 23 m del eje 3.



Elaboración: Propia.

- **ANÁLISIS ESTRUCTURAL BAJO CARGA VEHICULAR UBICADO A 17 m DEL EJE 3.**

**GRAFICO N° 134:** Carga vehicular ubicado a 17 m del eje 3 en las vigas interiores.



Determinado el área del diagrama de momento independiente simplemente apoyados.

$$A_1 = \frac{P (L_1 - a) a}{2} = \frac{14.865 (40 - 17)(17)}{2} = 2906.10 \text{ tn.m}^2$$

Centro de cargas independientes simplemente apoyadas.

$$\bar{a}_1 = 19 \text{ m}$$

**PRESENTADO POR:**

- Danny Daniel Saavedra Oré.
- Danilo Saavedra Oré.

Aplicando la ecuación de tres momentos.

$$L_1 M_1 + 2(L_1 + L_2)M_2 + L_2 M_3 = - \sum \frac{6 A_i \bar{a}_i}{L}$$

$$(35)M_1 + 2(35 + 40)M_2 + 40M_3 = - \frac{6 A_1 \bar{a}_1}{L}$$

$$35M_1 + 150M_2 + 40M_3 - \frac{6(2906.10)(19)}{40}$$

$$35M_1 + 150M_2 + 40M_3 = -8282.37 \text{ tn.m}^2$$

Por definición de apoyos extremos se considerara:

$$M_1 = 0$$

$$M_3 = 0$$

Reemplazando estos valores en la ecuación anterior:

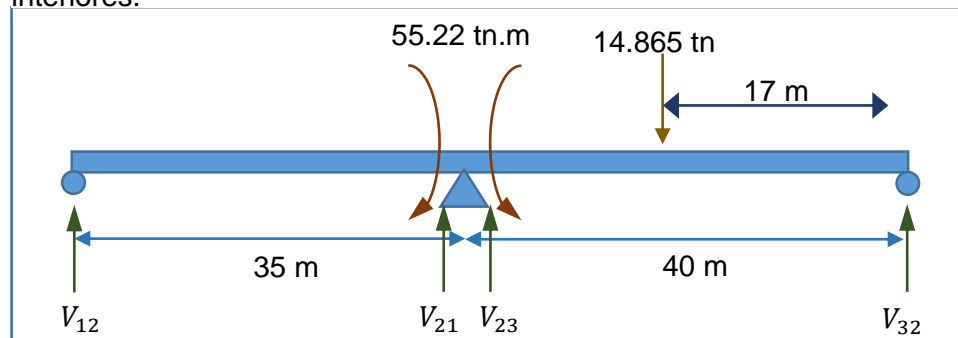
$$35(0) + 150M_2 + 40(0) = -8282.37 \text{ tn.m}^2$$

$$150M_2 = -8282.37 \text{ tn.m}^2$$

$$M_2 = -55.22 \text{ tn.m}$$

Determinando las reacciones:

**GRAFICO N° 135:** Equilibrando fuerzas para determinar las reacciones de la estructura bajo cargas vehiculares a 17 m del eje 3 en las vigas interiores.



$$\sum M_{12} = 0$$

$$55.22 - V_{21}(35) = 0$$

$$V_{21} = 1.58 \text{ tn}$$

$$\sum M_{21} = 0$$

$$55.22 + V_{12}(35) = 0$$

$$V_{12} = -1.58 \text{ tn}$$

PRESENTADO POR:

- Danny Daniel Saavedra Oré.
- Danilo Saavedra Oré.



$$\sum M_{32} = 0$$

$$-14.865(17) - 55.22 + V_{23}(40) = 0$$

$$V_{23} = 7.70 \text{ tn}$$

$$\sum M_{23} = 0$$

$$14.865(17) - 55.22 - V_{32}(40) = 0$$

$$V_{32} = 7.17 \text{ tn}$$

Determinando los momentos flectores positivos máximos del segundo tramos.

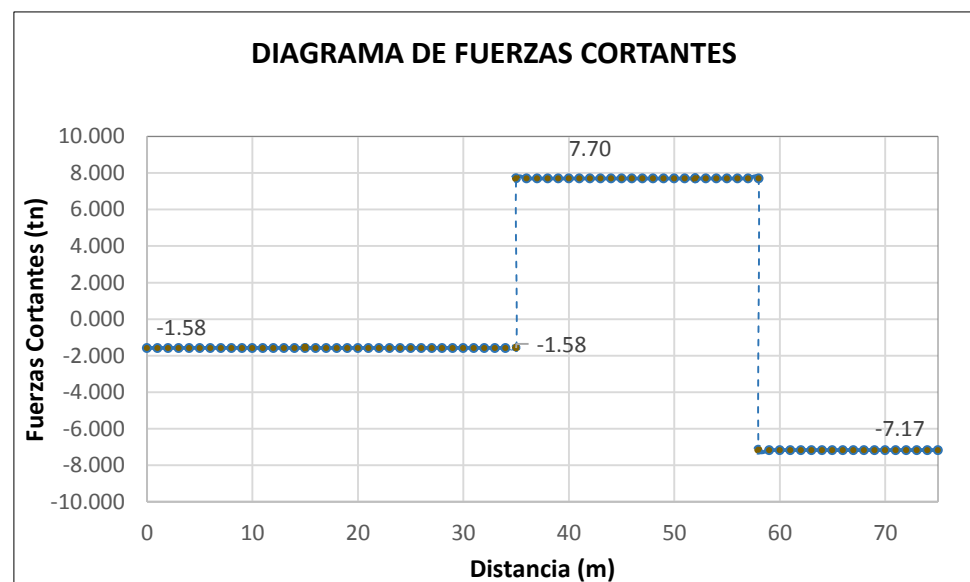
$$M_{2 \text{ max}} = V_{32} (a)$$

$$M_{2 \text{ max}} = 7.17 (17)$$

$$M_{2 \text{ max}} = 121.84 \text{ tn.m}$$

A continuación se muestra el diagrama de fuerzas cortantes:

**GRAFICO N° 136:** Diagrama de fuerzas cortantes de carga vehicular establecida en el primer tramo a 17 m del eje 3.

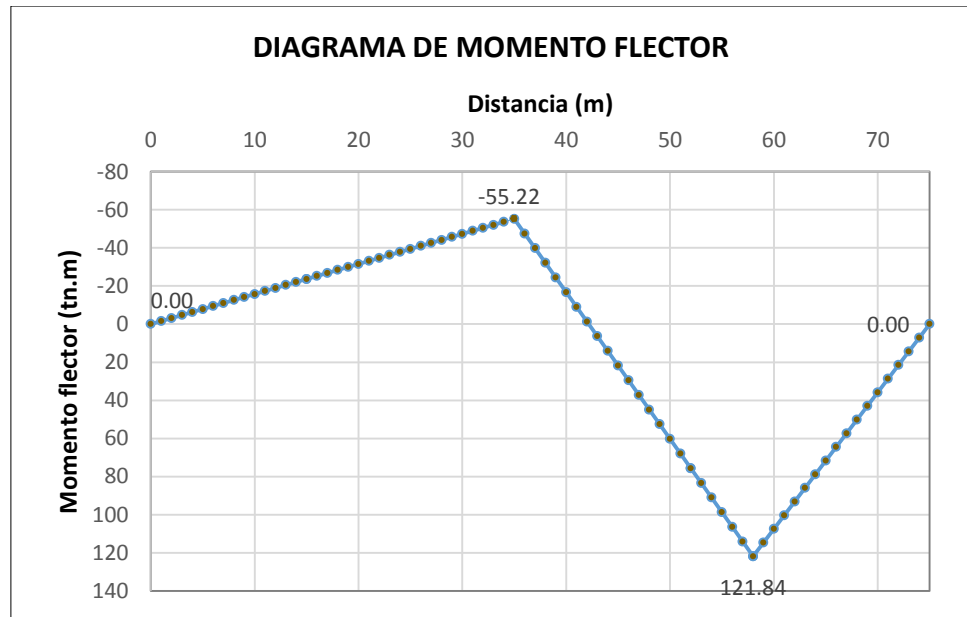


Elaboración: Propia.

PRESENTADO POR:

- Danny Daniel Saavedra Oré.
- Danilo Saavedra Oré.

**GRAFICO N° 137:** Diagrama de momento flector de carga vehicular establecida en el primer tramo a 17 m del eje 3.

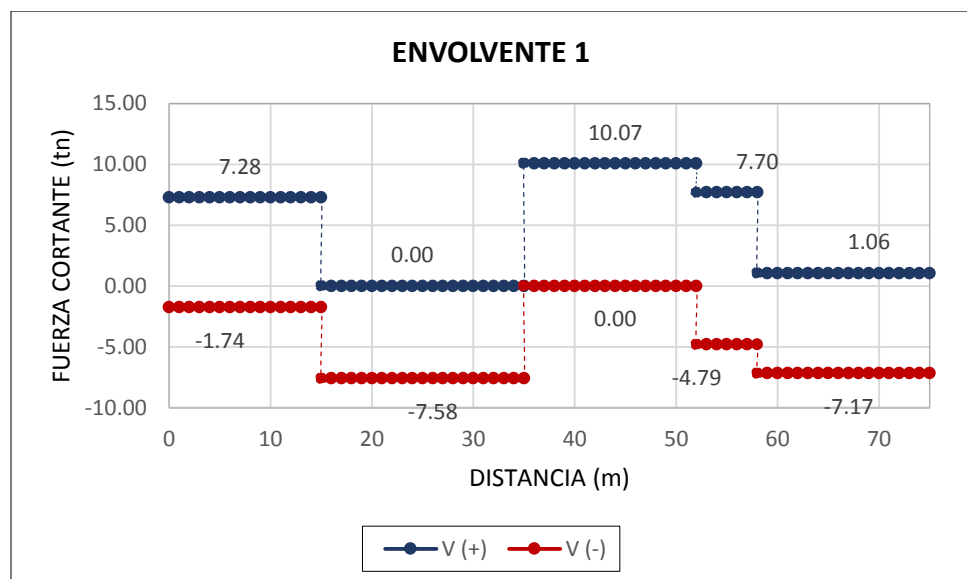


Elaboración: Propia.

- **ENVOLVENTE DE LAS CARGAS DISTRIBUIDAS.**

La envoltura de las cargas vehiculares distribuidas en diferentes posiciones en el tablero, se muestra a continuación:

**GRAFICO N° 138:** Envoltura de las fuerzas cortantes por las cargas distribuidas.

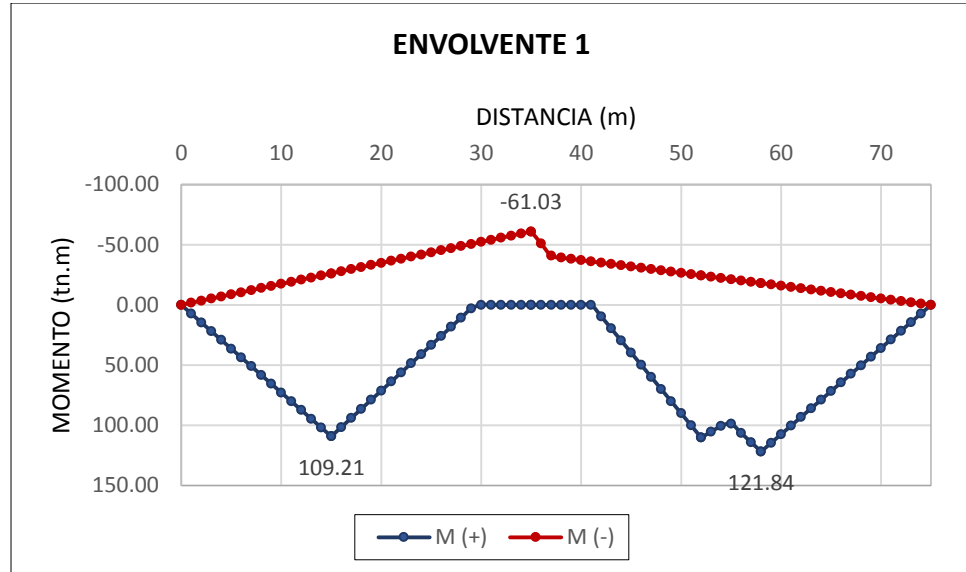


Elaboración: Propia.

**PRESENTADO POR:**

- Danny Daniel Saavedra Oré.
- Danilo Saavedra Oré.

**GRAFICO N° 139:** Envolvente de los momentos flectores por las cargas distribuidas.

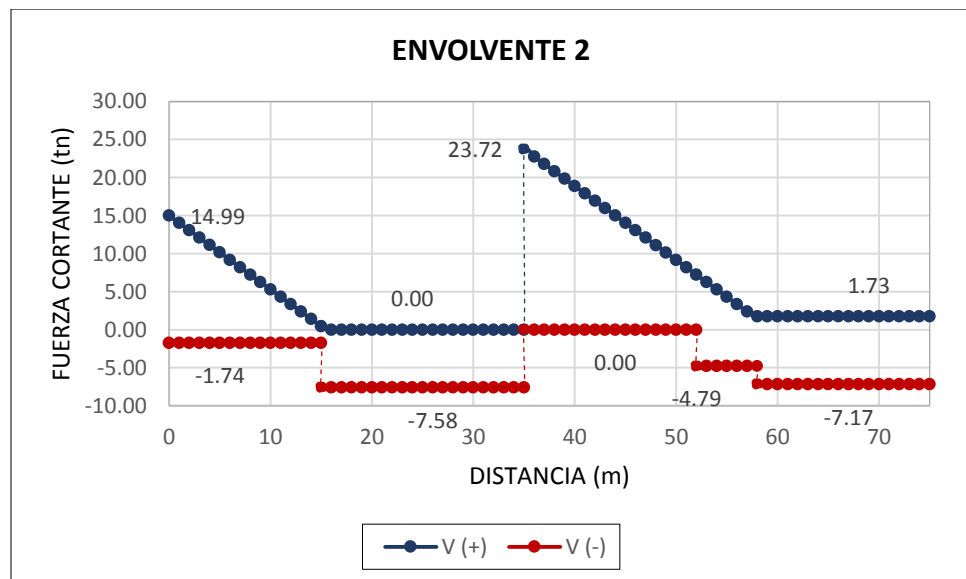


Elaboración: Propia.

- **ENVOLVENTE DE LAS CARGAS PUNTALES.**

La envolvente de las cargas vehiculares puntuales en posiciones dados por la línea de influencia en el tablero, se muestra a continuación:

**GRAFICO N° 140:** Envolvente de las fuerzas cortantes por las cargas puntuales.

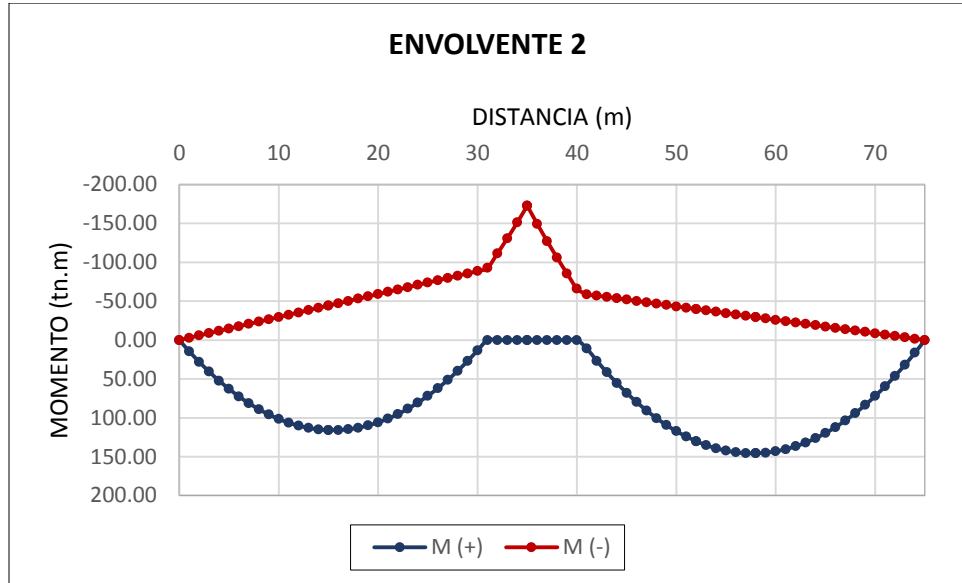


Elaboración: Propia.

**PRESENTADO POR:**

- Danny Daniel Saavedra Oré.
- Danilo Saavedra Oré.

**GRAFICO N° 141:** Envolvente de los momentos flectores por las cargas puntuales.

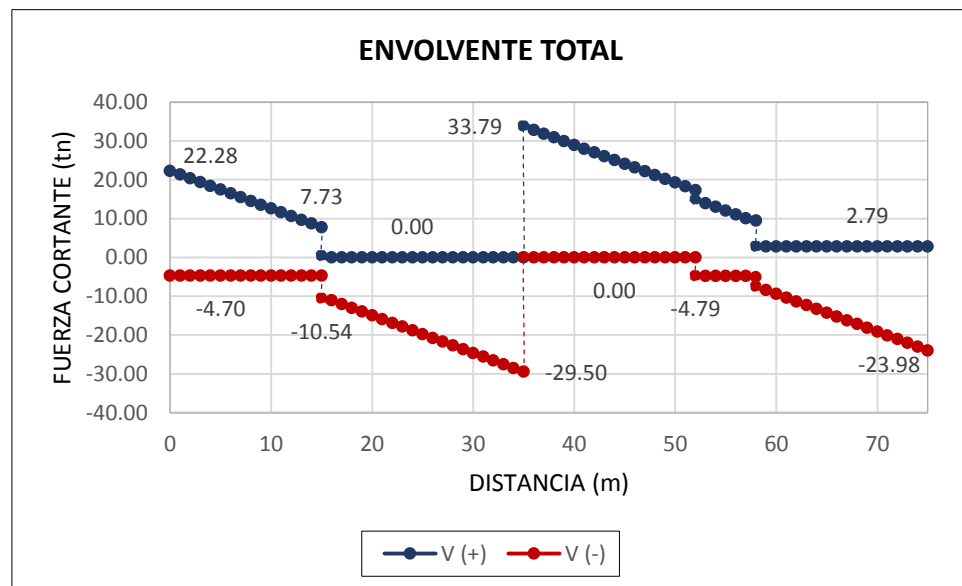


Elaboración: Propia.

- **ENVOLVENTE TOTAL.**

La envolvente de las cargas vehiculares totales distribuidas y puntuales en posiciones dados por la línea de influencia en el tablero, se muestra a continuación:

**GRAFICO N° 142:** Envolvente de las fuerzas cortantes por las cargas puntuales y distribuidas.



Elaboración: Propia.

PRESENTADO POR:

- Danny Daniel Saavedra Oré.
- Danilo Saavedra Oré.

Las fuerzas cortantes más críticas de acuerdo a la envolvente de cargas vehiculares, se muestran a continuación:

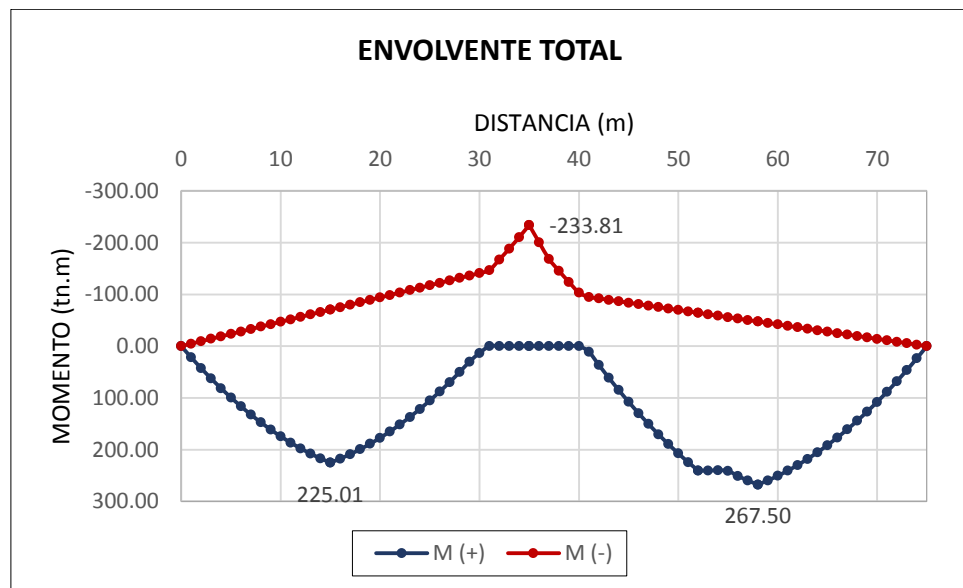
$$V_{12} = 22.28 \text{ tn. m}$$

$$V_{21} = 29.50 \text{ tn. m}$$

$$V_{23} = 33.79 \text{ tn. m}$$

$$V_{32} = 23.98 \text{ tn. m}$$

**GRAFICO N° 143:** Envolvente de los momentos flectores por las cargas puntuales y distribuidas.



**Elaboración:** Propia.

Los momentos flectores más críticos de acuerdo a la envolvente de cargas vehiculares, se muestran a continuación:

$$M_1 = 0 \text{ tn. m}$$

$$M_{\max 1-2} = 225.01 \text{ tn. m}$$

$$M_2 = -233.81 \text{ tn. m}$$

$$M_{\max 2-3} = 267.50 \text{ tn. m}$$

$$M_3 = 0 \text{ tn. m}$$

**PRESENTADO POR:**

- Danny Daniel Saavedra Oré.
- Danilo Saavedra Oré.

#### 4.8.3.9. CÁLCULO Y CONTROL DE DEFLEXIÓN.

- **GENERALIDADES.**

Para determinar las deflexiones totales se considerara las cargas vehiculares, teniendo en cuenta la siguiente expresión:

$$\delta T = \delta SV + 0.25 \delta V$$

Donde:

$\delta T$  = deflexión total.

$\delta SV$  = deflexión producida por la sobrecarga vehicular.

$\delta V$  = deflexión producida por la carga puntual vehicular.

La deflexión producida por las cargas vehiculares se determinara de acuerdo a la teoría de la viga elástica que se basa en la siguiente expresión:

$$\frac{d^2v}{dx^2} = \frac{M}{EI}$$

Donde:

*M*: Momento interior en la viga.

*E*: Módulo de elasticidad.

*I*: Momento de inercia respecto al eje neutro.

Para el control de deflexión, el manual de diseño de puentes nos recomienda utilizar la siguiente expresión para elementos sometidos a cargas vehiculares:

$$\delta c = \frac{L}{800}$$

Donde:

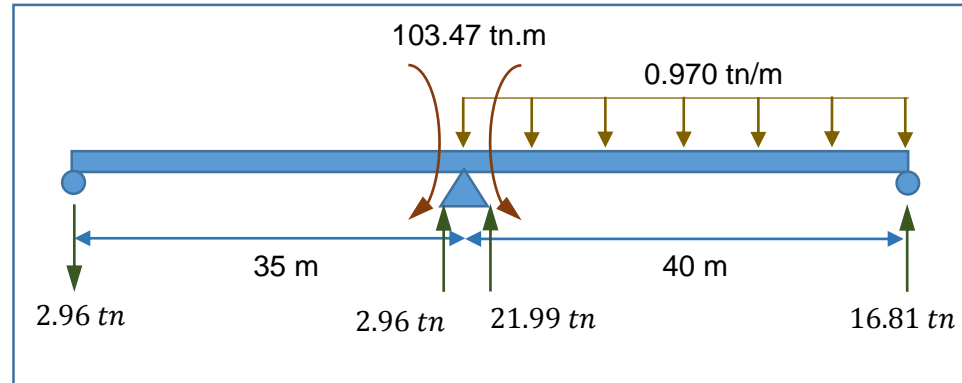
*L*: Tramo con mayor longitud del puente.

- **DEFLEXIÓN PRODUCIDA POR LAS CARGAS VEHICULARES PARA EL ESTADO MAS CRITICO.**

De acuerdo a la distribución y línea de influencia, para las deflexiones más críticas, se tienen las siguientes condiciones de carga:

CONDICIÓN CRÍTICA PARA CARGAS VEHICULARES DISTRIBUIDAS

**GRAFICO N° 144:** Distribución de carga vehicular críticas para el cálculo de la deflexión en las vigas interiores.



**Elaboración:** Propia.

A continuación se determinara la ecuación de momentos y deflexión:

Tramo  $0 \leq X \leq 35m$

$$\frac{\partial^2 \delta}{\partial X^2} (IE) = M(X) = -2.96X$$

Integrando:

$$\frac{\partial \delta}{\partial X} = \frac{1}{IE} \left( -2.96 \frac{X^2}{2} + C1 \right)$$

$$\delta = \frac{1}{IE} \left( -2.96 \frac{X^3}{6} + C1(X) + C2 \right)$$

Tramo  $0 \leq X \leq 40m$

$$\frac{\partial^2 \delta}{\partial X^2} (IE) = M(X) = -103.47 - 0.485X^2 + 21.99X$$

Integrando:

$$\frac{\partial \delta}{\partial X} = \frac{1}{IE} \left( -103.47X - 0.485 \frac{X^3}{3} + 21.99 \frac{X^2}{2} + C3 \right)$$

$$\delta = \frac{1}{IE} \left( -103.47 \frac{X^2}{2} - 0.485 \frac{X^4}{12} + 21.99 \frac{X^3}{6} + C3(X) + C4 \right)$$

De acuerdo a la ubicación de los apoyos se determinó el valor de las constantes:

$$C1 = 603.56$$

$$C2 = 0$$

$$C3 = -1207.11$$

$$C4 = 0$$

**PRESENTADO POR:**

- Danny Daniel Saavedra Oré.
- Danilo Saavedra Oré.

La ecuación que describe la deformación de la viga se muestra a continuación:

Tramo  $0 \leq X \leq 35\text{m}$

$$\delta = \frac{1}{IE} \left( -2.96 \frac{X^3}{6} + 603.56(X) \right)$$

Tramo  $0 \leq X \leq 40\text{m}$

$$\delta = \frac{1}{IE} \left( -103.47 \frac{X^2}{2} - 0.485 \frac{X^4}{12} + 21.99 \frac{X^3}{6} - 1207.11(X) \right)$$

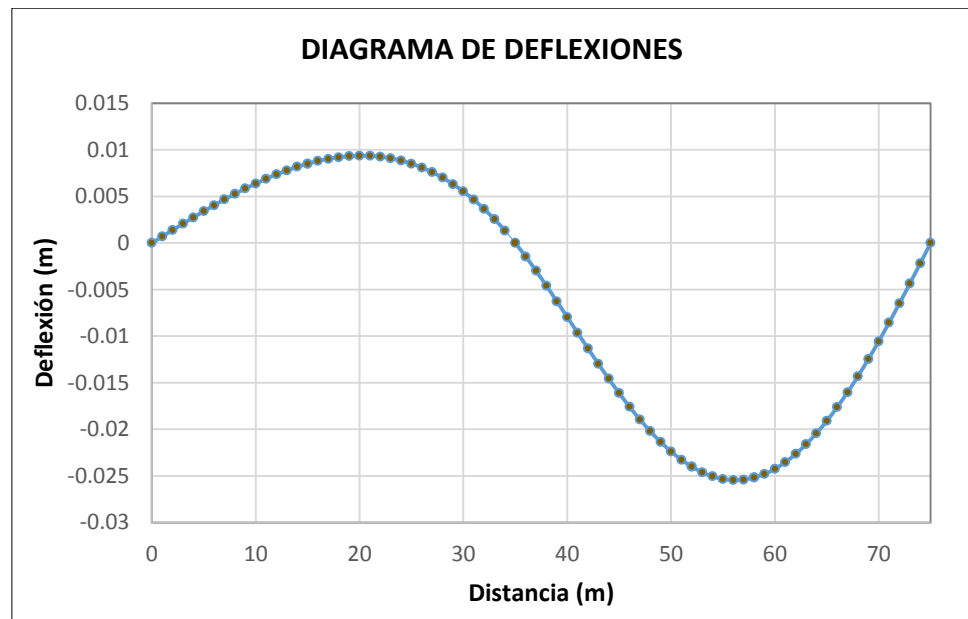
Teniendo en cuenta las propiedades de la viga:

$$E = 2844195.3 \text{ tn}/\text{m}^2$$

$$I = 0.3052 \text{ m}^4$$

En la siguiente grafica se muestra la deflexión de la viga interna bajo cargas distribuidas:

**GRAFICO N° 145:** Deflexión de la viga interna bajo cargas vehiculares distribuidas.



**Elaboración:** Propia.

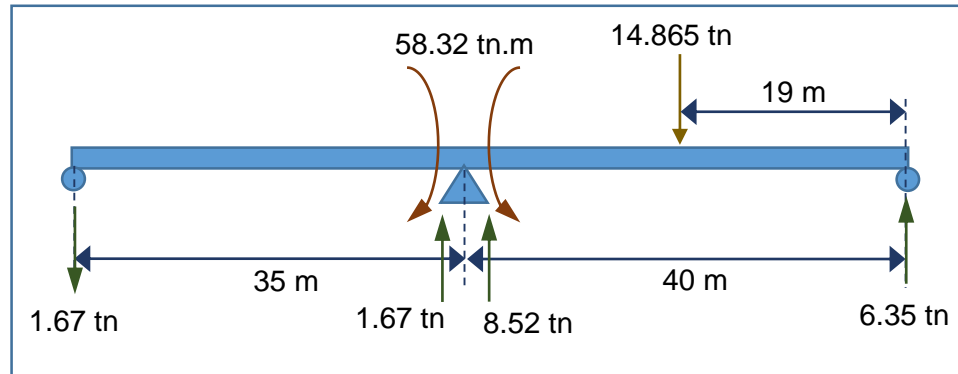
**PRESENTADO POR:**

- Danny Daniel Saavedra Oré.
- Danilo Saavedra Oré.



CONDICIÓN CRÍTICA PARA CARGAS VEHICULARES PUNTUALES

**GRAFICO N° 146:** Carga vehicular puntual críticas para el cálculo de la deflexión en las vigas interiores.



**Elaboración:** Propia.

A continuación se determinara la ecuación de momentos y deflexión:

Tramo  $0 \leq X \leq 35\text{m}$

$$\frac{\partial^2 \delta}{\partial X^2} (IE) = M(X) = -1.67X$$

Integrando:

$$\frac{\partial \delta}{\partial X} = \frac{1}{IE} \left( -1.67 \frac{X^2}{2} + C1 \right)$$

$$\delta = \frac{1}{IE} \left( -1.67 \frac{X^3}{6} + C1(X) + C2 \right)$$

Tramo  $0 \leq X \leq 21\text{m}$

$$\frac{\partial^2 \delta}{\partial X^2} (IE) = M(X) = -58.32 + 8.52X$$

Integrando:

$$\frac{\partial \delta}{\partial X} = \frac{1}{IE} \left( -58.32X + 8.52 \frac{X^2}{2} + C3 \right)$$

$$\delta = \frac{1}{IE} \left( -58.32 \frac{X^2}{2} + 8.52 \frac{X^3}{6} + C3(X) + C4 \right)$$

Tramo  $21\text{m} \leq X \leq 40\text{m}$

$$\frac{\partial^2 \delta}{\partial X^2} (IE) = M(X) = -58.32 + 8.52X - 14.865(X - 21)$$

Integrando:

$$\frac{\partial \delta}{\partial X} = \frac{1}{IE} \left( -58.32X + 8.52 \frac{X^2}{2} - 14.865 \frac{(X - 21)^2}{2} + C5 \right)$$

$$\delta = \frac{1}{IE} \left( -58.32 \frac{X^2}{2} + 8.52 \frac{X^3}{6} - 14.865 \frac{(X - 21)^3}{6} + C5(X) + C6 \right)$$

**PRESENTADO POR:**

- Danny Daniel Saavedra Oré.
- Danilo Saavedra Oré.



De acuerdo a la ubicación de los apoyos se determinó el valor de las constantes:

$$C1 = 340.22$$

$$C2 = 0$$

$$C3 = -680.43$$

$$C4 = 0$$

$$C5 = -680.43$$

$$C6 = 0$$

La ecuación que describe la deformación de la viga se muestra a continuación:

Tramo  $0 \leq X \leq 35\text{m}$

$$\delta = \frac{1}{IE} \left( -1.67 \frac{X^3}{6} + 340.22(X) \right)$$

Tramo  $0 \leq X \leq 21\text{m}$

$$\delta = \frac{1}{IE} \left( -58.32 \frac{X^2}{2} + 8.52 \frac{X^3}{6} - 680.43(X) \right)$$

Tramo  $21\text{m} \leq X \leq 40\text{m}$

$$\delta = \frac{1}{IE} \left( -58.32 \frac{X^2}{2} + 8.52 \frac{X^3}{6} - 14.865 \frac{(X - 21)^3}{6} - 680.43(X) \right)$$

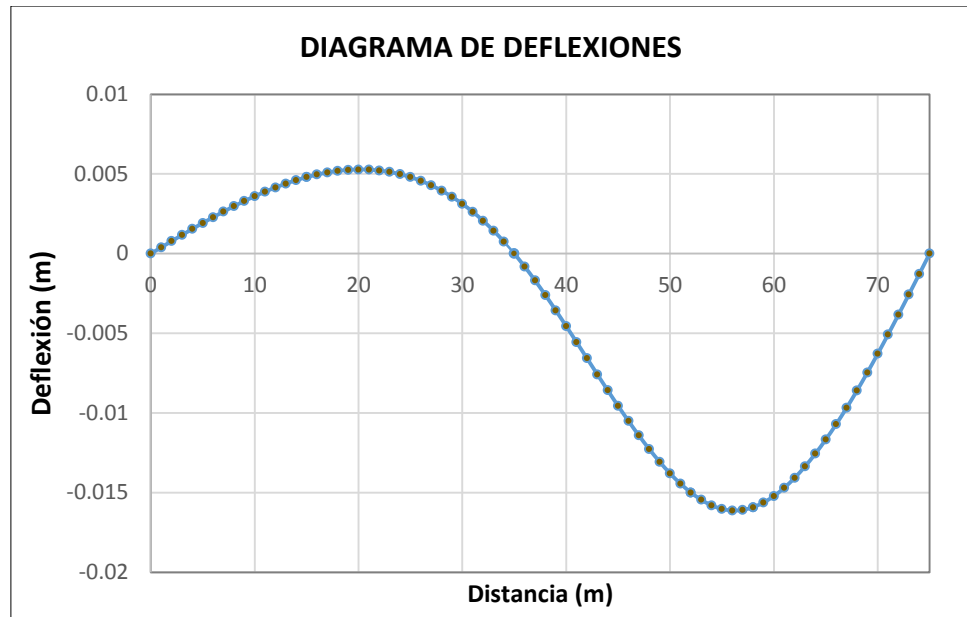
Teniendo en cuenta las propiedades de la viga:

$$E = 2844195.3 \text{ tn/m}^2$$

$$I = 0.3052 \text{ m}^4$$

En la siguiente grafica se muestra la deflexión de la viga interna bajo cargas distribuidas:

**GRAFICO N° 147:** Deflexión de la viga interna bajo cargas vehiculares puntuales.

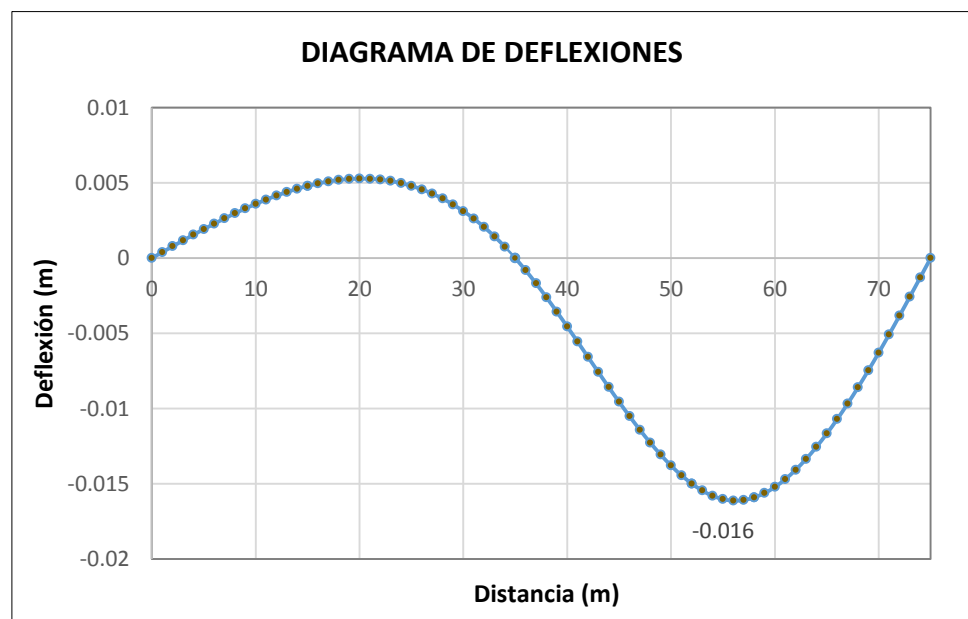


Elaboración: Propia.

### DEFLEXIÓN TOTAL

Considerando solo la carga viva vehicular del camión de diseño.

**GRAFICO N° 148:** Deflexión producida por la carga vehicular del camión de diseño.



Elaboración: Propia.

PRESENTADO POR:

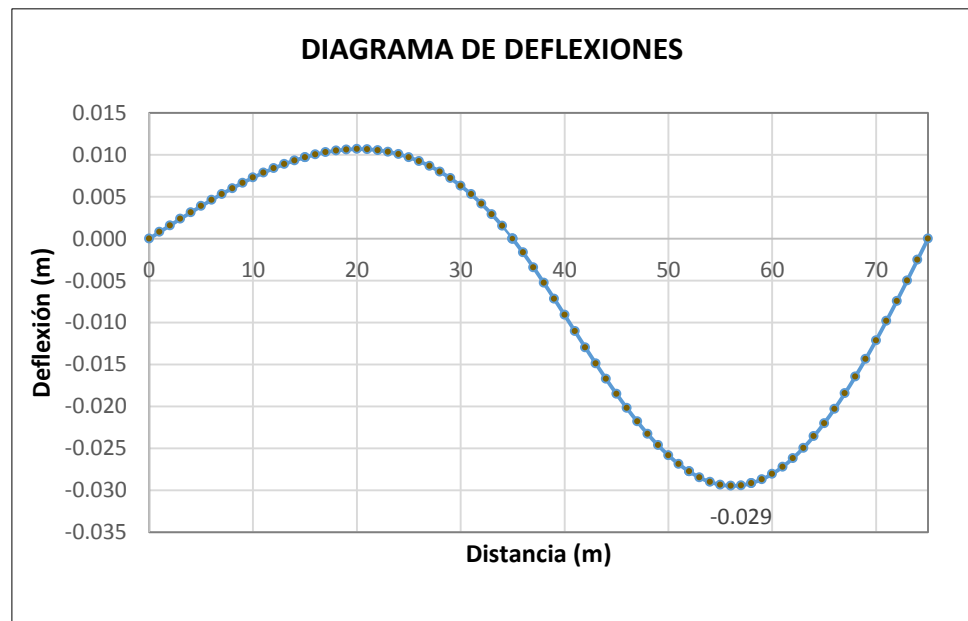
- Danny Daniel Saavedra Oré.
- Danilo Saavedra Oré.

En este caso la deflexión máxima es de:

$$\delta T_1 = 0.016 \text{ m.}$$

Considerando el 25 % de carga viva vehicular del camión de diseño más la sobrecarga distribuida equivalente de diseño.

**GRAFICO N° 149:** Deflexión producida por el 25% carga vehicular del camión de diseño y el total de la sobrecarga distribuida.



**Elaboración:** Propia.

En este caso la deflexión máxima es de:

$$\delta T_2 = 0.029 \text{ m.}$$

- **CONTROL DE DEFLEXIÓN MÁXIMA PRODUCIDA POR LAS CARGAS VEHICULARES PARA EL ESTADO MAS CRÍTICO.**

El límite máximo de deflexión será igual a:

$$\delta c = \frac{L}{800}$$

$$\delta c = \frac{40}{800}$$

$$\delta c = 0.05$$

Cumpliendo lo siguiente:

$$\delta c > \delta T_1 \text{ (OK)}$$

$$\delta c > \delta T_2 \text{ (OK)}$$

**PRESENTADO POR:**

- Danny Daniel Saavedra Oré.
- Danilo Saavedra Oré.

#### 4.8.4. FACTORES Y COMBINACIONES DE CARGAS.

##### 4.8.4.1. FACTOR DE RELACIÓN DE LA DUCTILIDAD, REDUNDANCIA E IMPORTANCIA OPERATIVA.

Los valores del factor de ductilidad, factor de redundancia e factor de importancia operativa de acuerdo al manual de diseño de puentes, se muestran a continuación:

$$n_D = 1.0$$

$$n_R = 1.0$$

$$n_I = 1.05$$

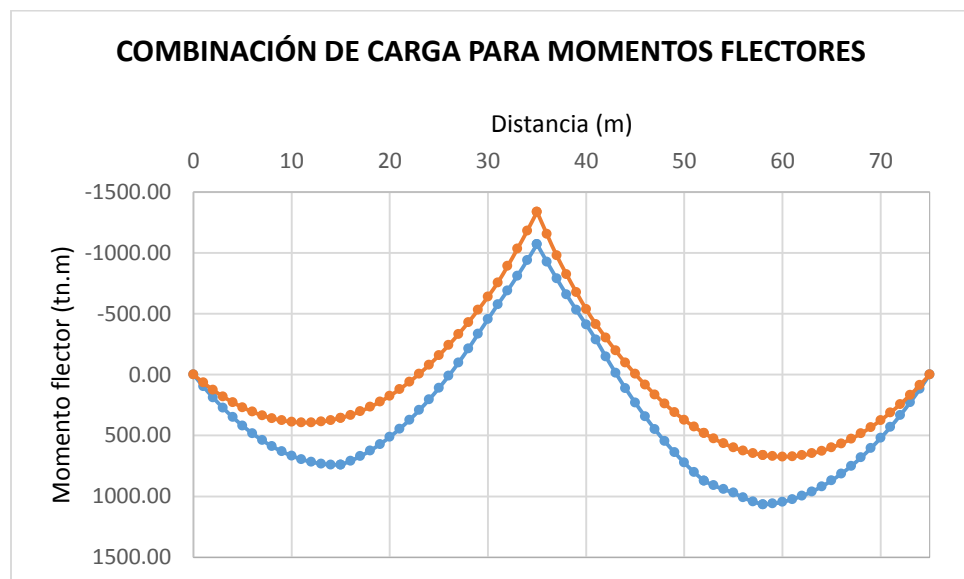
Con estos valores se determinara el factor de relación de la ductilidad, redundancia e importancia operativa, como se muestra a continuación:

$$n = n_D n_R n_I$$
$$n = (1.00)(1.00)(1.05)$$
$$n = 1.05$$

##### 4.8.4.2. COMBINACIÓN DE CARGA PARA VIGAS EXTERNAS.

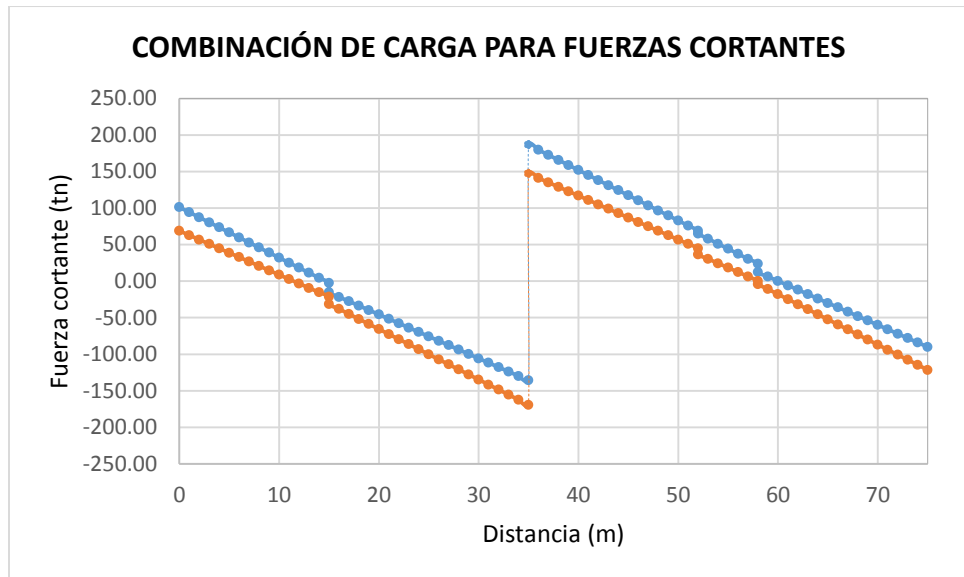
- RESISTENCIA I.

**GRAFICO N° 150:** Combinación de momentos flectores tipo RESISTENCIA I para las vigas exteriores.



Elaboración: Propia.

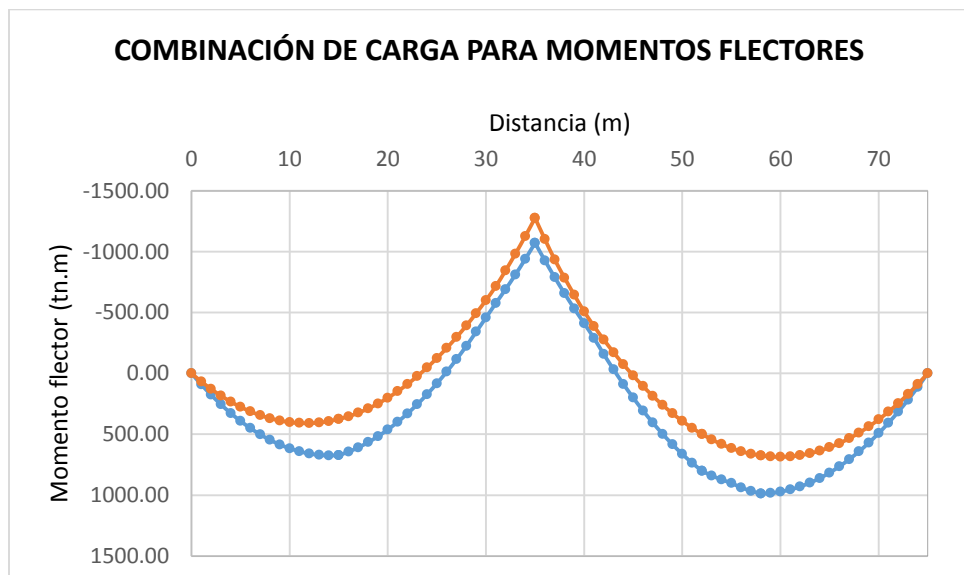
**GRAFICO N° 151:** Combinación de fuerzas cortantes tipo RESISTENCIA I para las vigas exteriores.



Elaboración: Propia.

- **RESISTENCIA II.**

**GRAFICO N° 152:** Combinación de momentos flectores tipo RESISTENCIA II para las vigas exteriores.

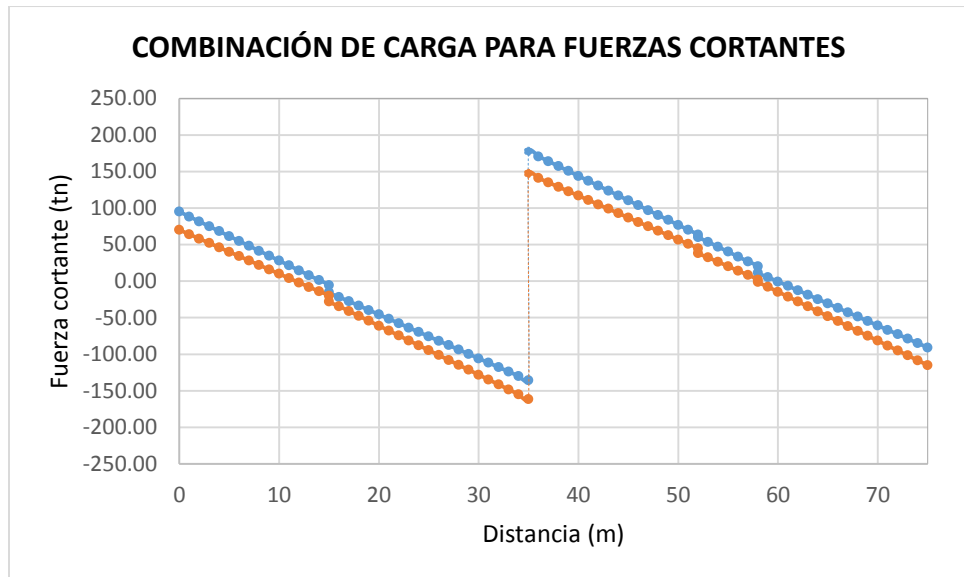


Elaboración: Propia.

PRESENTADO POR:

- Danny Daniel Saavedra Oré.
- Danilo Saavedra Oré.

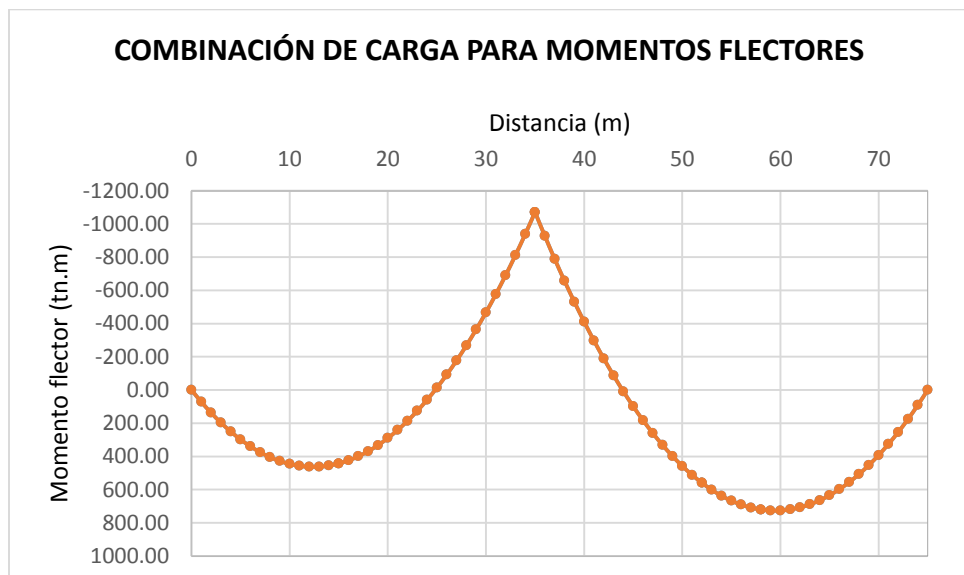
**GRAFICO N° 153:** Combinación de fuerzas cortantes tipo RESISTENCIA II para las vigas exteriores.



**Elaboración:** Propia.

- **RESISTENCIA III.**

**GRAFICO N° 154:** Combinación de momentos flectores tipo RESISTENCIA III para las vigas exteriores.

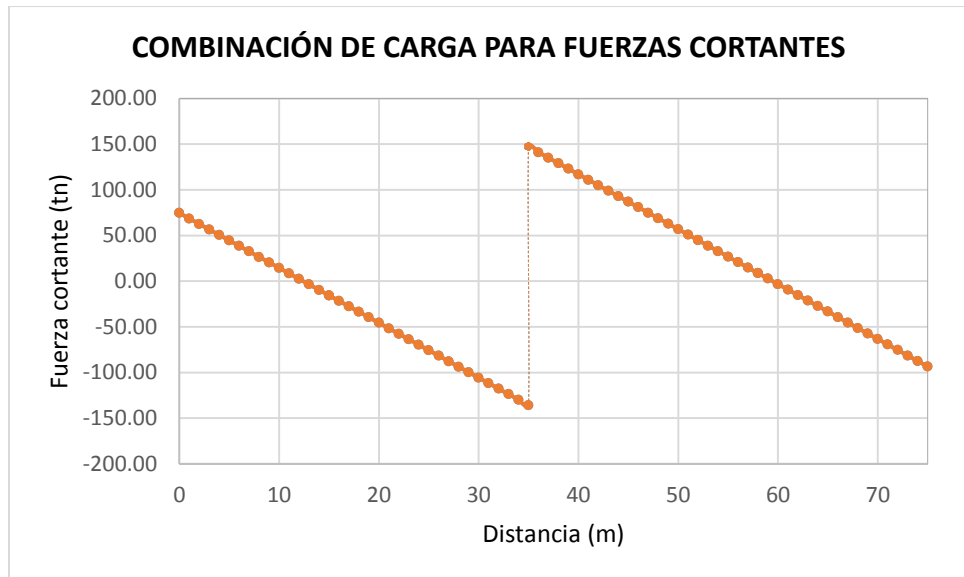


**Elaboración:** Propia.

**PRESENTADO POR:**

- Danny Daniel Saavedra Oré.
- Danilo Saavedra Oré.

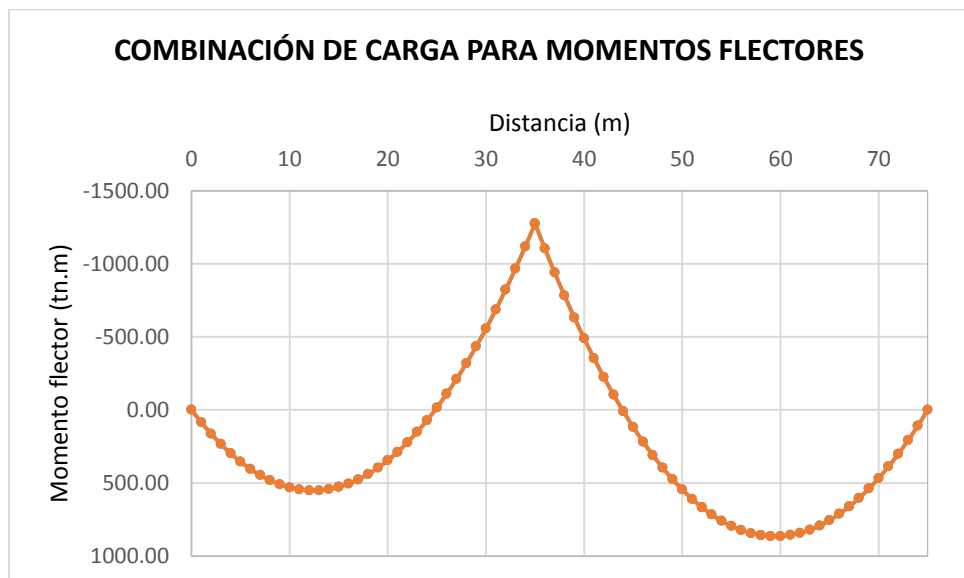
**GRAFICO N° 155:** Combinación de fuerzas cortantes tipo RESISTENCIA III para las vigas exteriores.



**Elaboración:** Propia.

- **RESISTENCIA IV.**

**GRAFICO N° 156:** Combinación de momentos flectores tipo RESISTENCIA IV para las vigas exteriores.



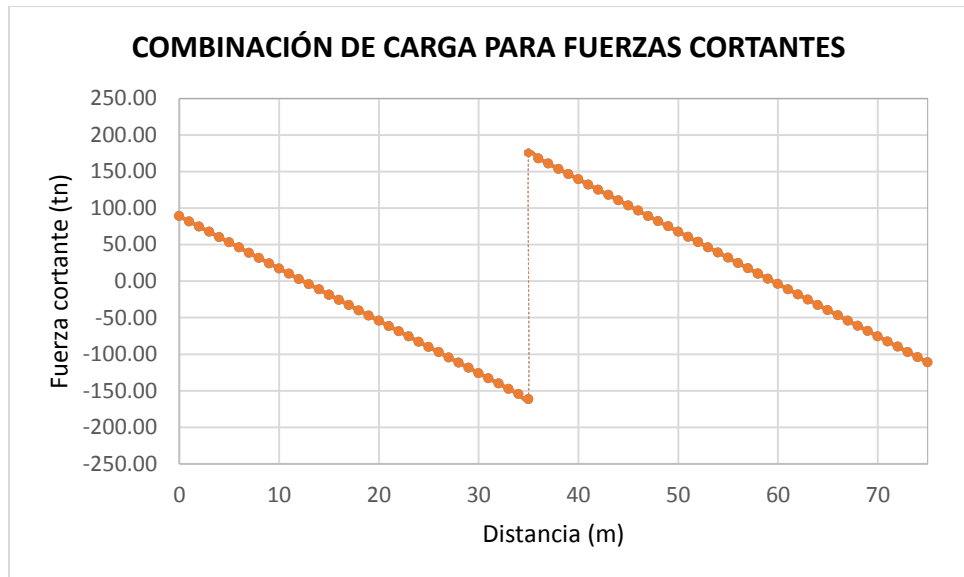
**Elaboración:** Propia.

**PRESENTADO POR:**

- Danny Daniel Saavedra Oré.
- Danilo Saavedra Oré.



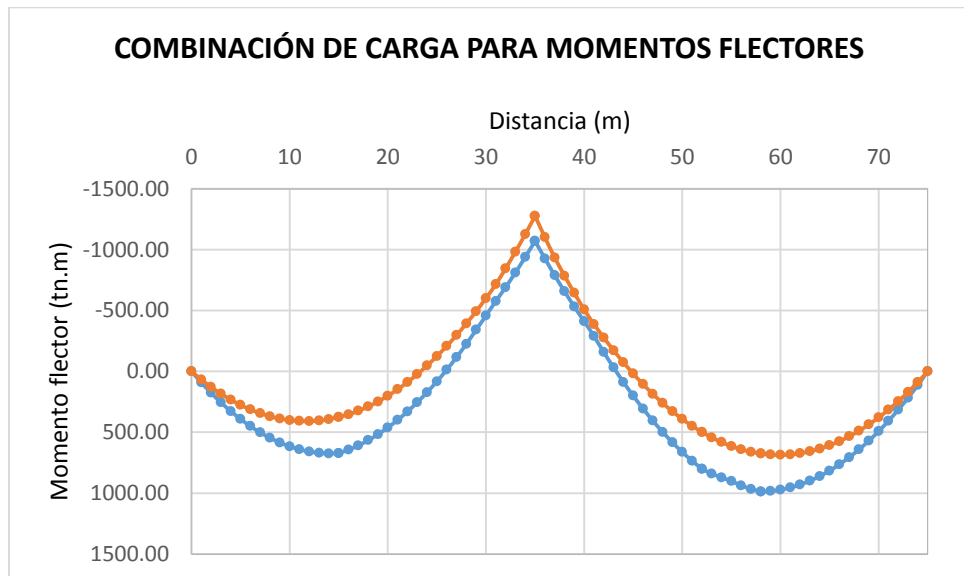
**GRAFICO N° 157:** Combinación de fuerzas cortantes tipo RESISTENCIA IV para las vigas exteriores.



**Elaboración:** Propia.

- **RESISTENCIA V.**

**GRAFICO N° 158:** Combinación de momentos flectores tipo RESISTENCIA V para las vigas exteriores.

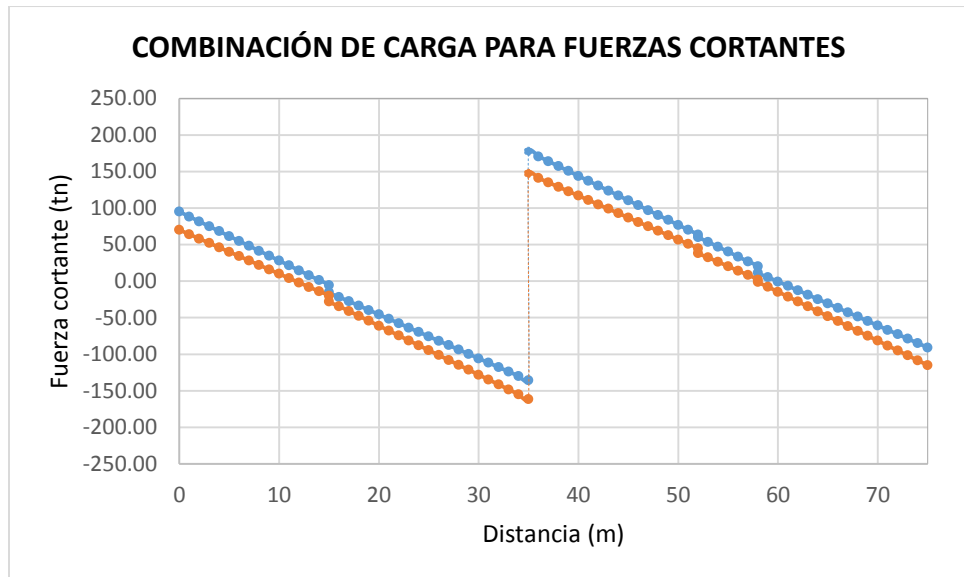


**Elaboración:** Propia.

**PRESENTADO POR:**

- Danny Daniel Saavedra Oré.
- Danilo Saavedra Oré.

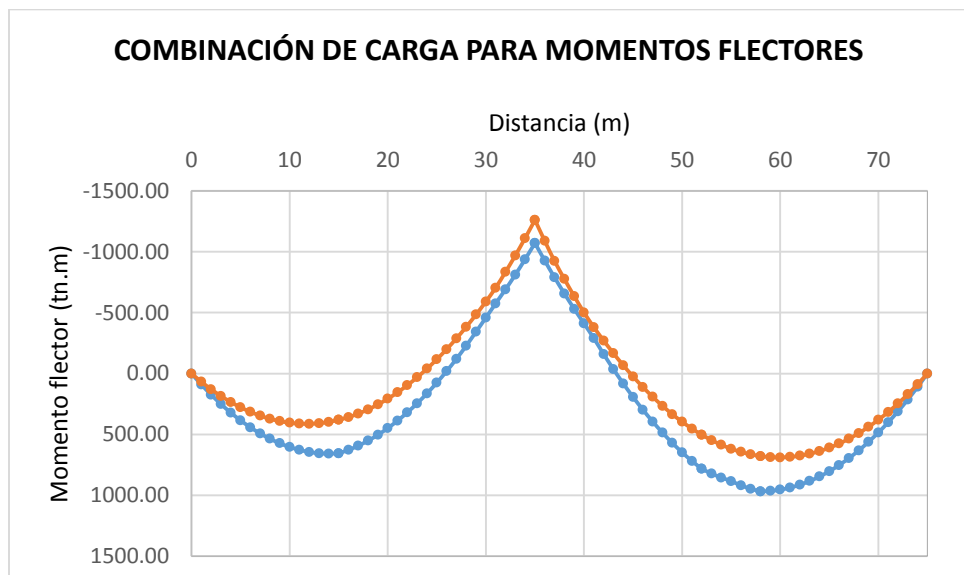
**GRAFICO N° 159:** Combinación de fuerzas cortantes tipo RESISTENCIA V para las vigas exteriores.



Elaboración: Propia.

- **EVENTO EXTREMO I.**

**GRAFICO N° 160:** Combinación de momentos flectores tipo EXTREMO I para las vigas exteriores.

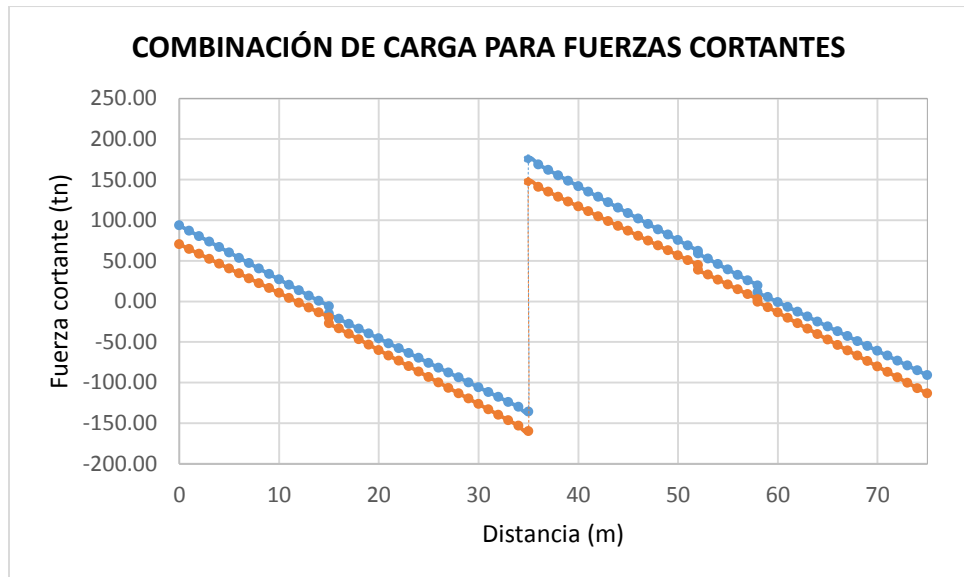


Elaboración: Propia.

PRESENTADO POR:

- Danny Daniel Saavedra Oré.
- Danilo Saavedra Oré.

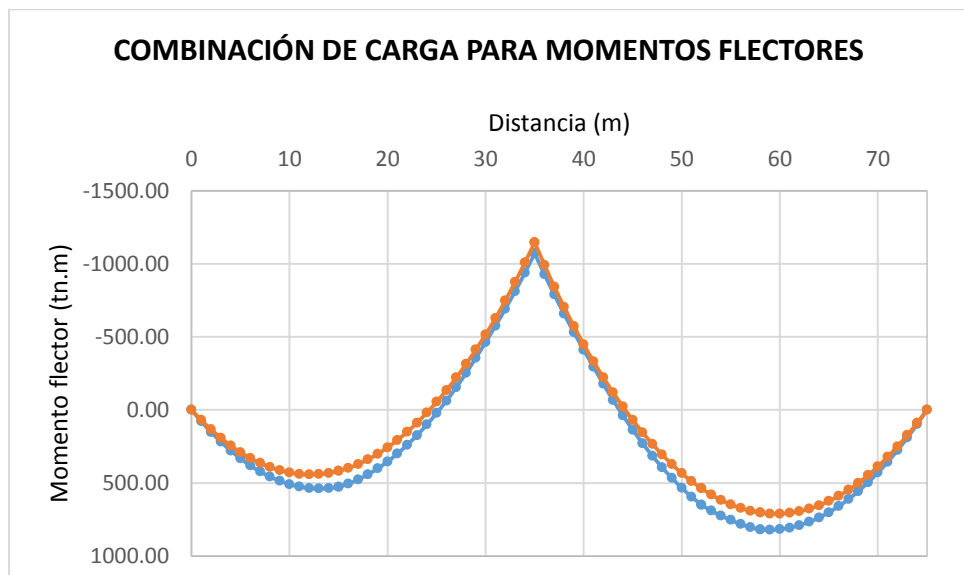
**GRAFICO N° 161:** Combinación de fuerzas cortantes tipo EXTREMO I para las vigas exteriores.



**Elaboración:** Propia.

- **EVENTO EXTREMO II.**

**GRAFICO N° 162:** Combinación de momentos flectores tipo EXTREMO II para las vigas exteriores.

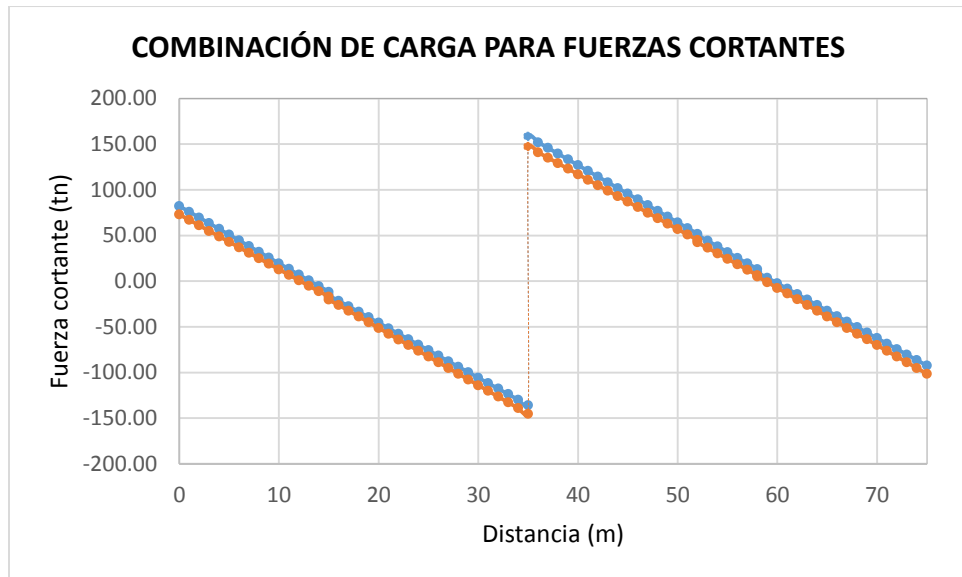


**Elaboración:** Propia.

**PRESENTADO POR:**

- Danny Daniel Saavedra Oré.
- Danilo Saavedra Oré.

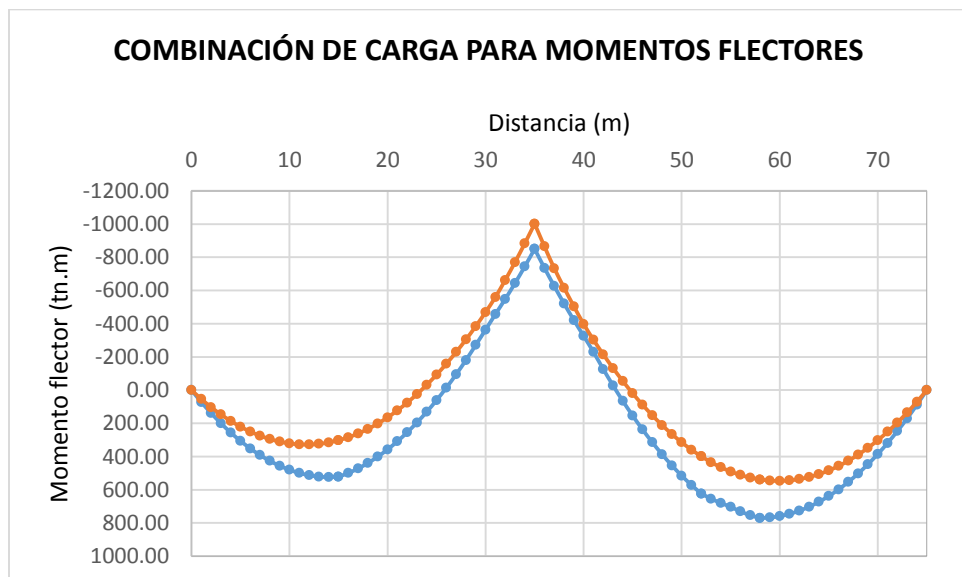
**GRAFICO N° 163:** Combinación de fuerzas cortantes tipo EXTREMO II para las vigas exteriores.



Elaboración: Propia.

- **SERVICIO I.**

**GRAFICO N° 164:** Combinación de momentos flectores tipo SERVICIO I para las vigas exteriores.

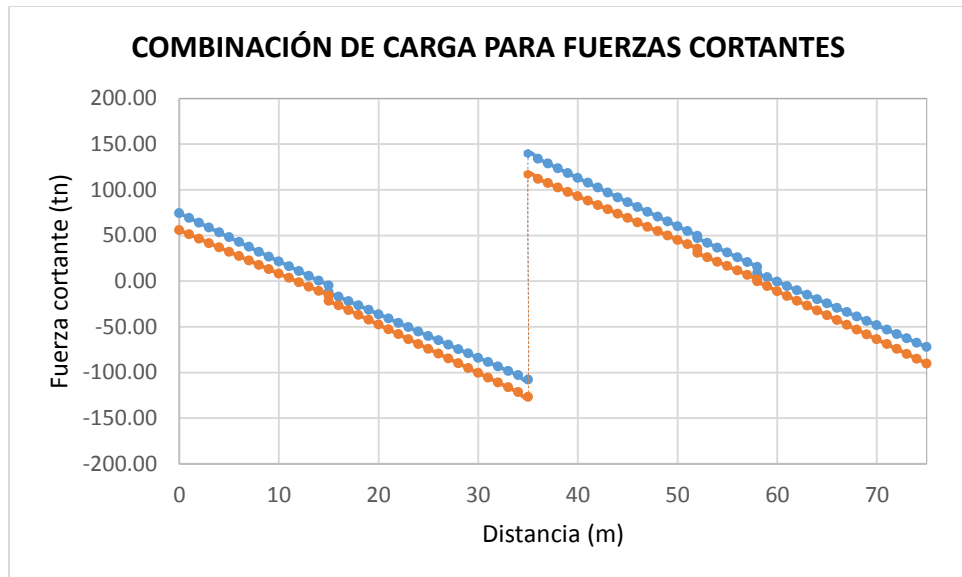


Elaboración: Propia.

PRESENTADO POR:

- Danny Daniel Saavedra Oré.
- Danilo Saavedra Oré.

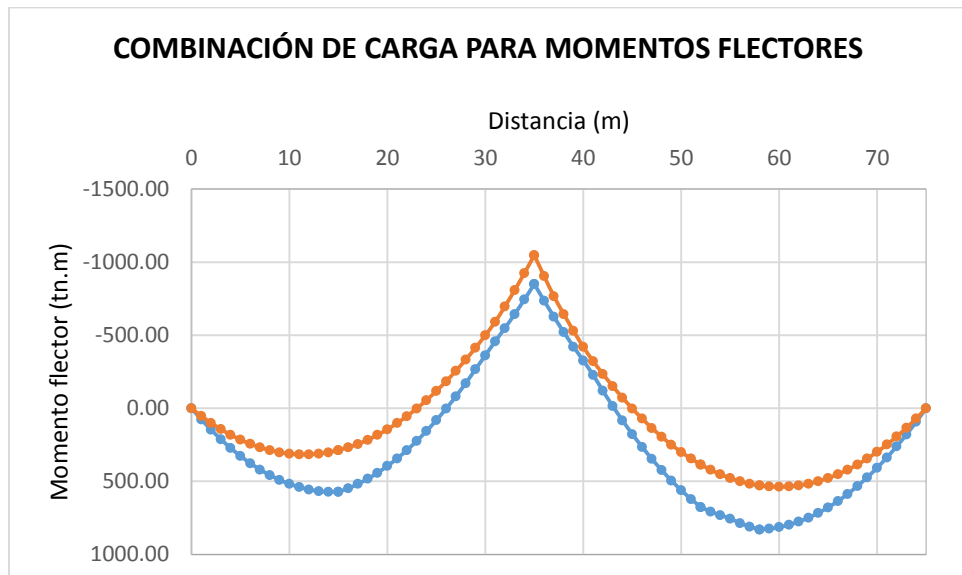
**GRAFICO N° 165:** Combinación de fuerzas cortantes tipo SERVICIO I para las vigas exteriores.



Elaboración: Propia.

- **SERVICIO II.**

**GRAFICO N° 166:** Combinación de momentos flectores tipo SERVICIO II para las vigas exteriores.

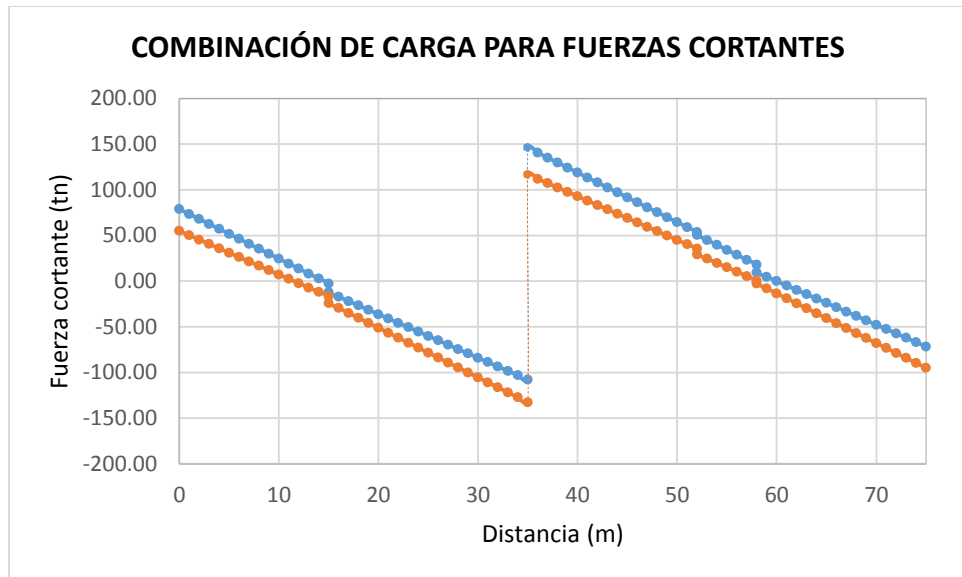


Elaboración: Propia.

PRESENTADO POR:

- Danny Daniel Saavedra Oré.
- Danilo Saavedra Oré.

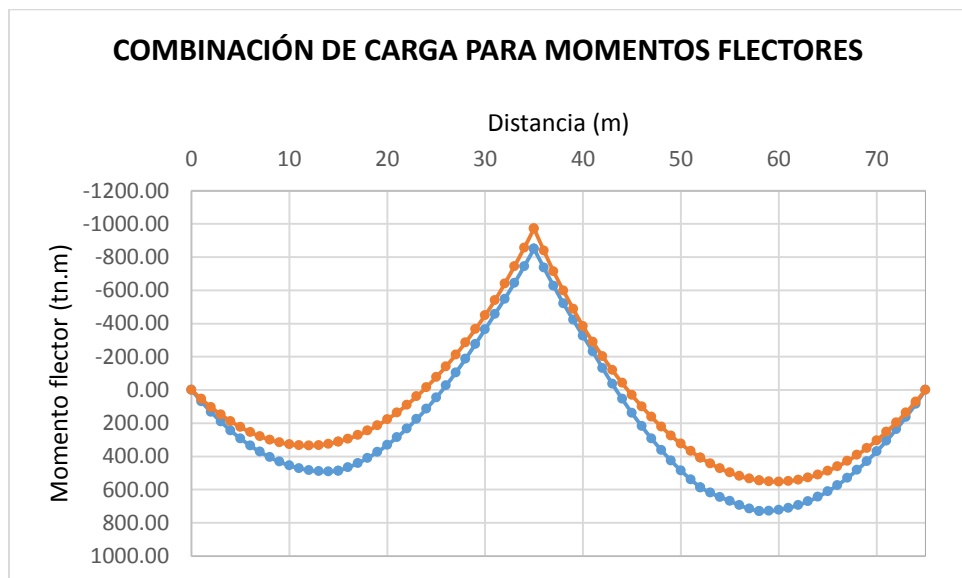
**GRAFICO N° 167:** Combinación de fuerzas cortantes tipo SERVICIO II para las vigas exteriores.



Elaboración: Propia.

- **SERVICIO III.**

**GRAFICO N° 168:** Combinación de momentos flectores tipo SERVICIO III para las vigas exteriores.

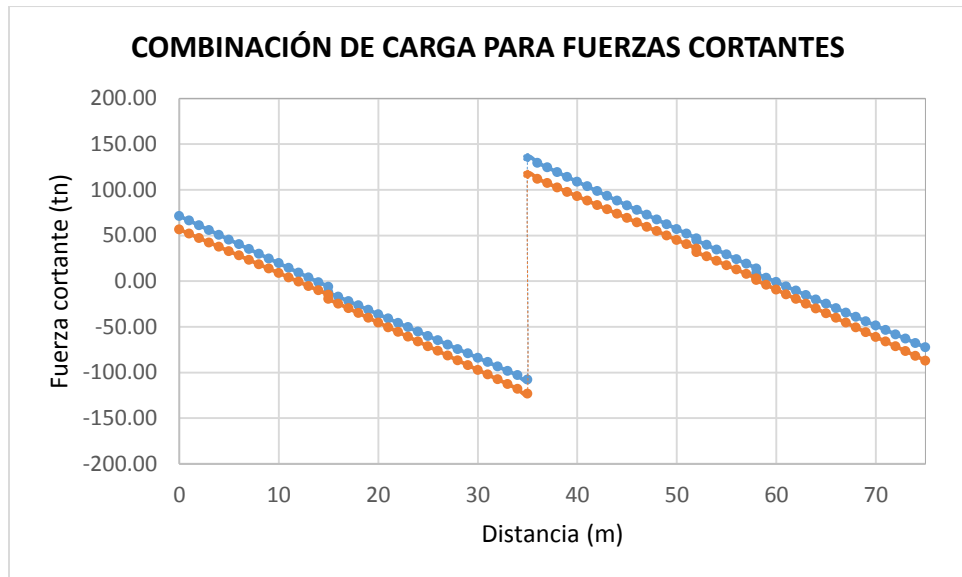


Elaboración: Propia.

PRESENTADO POR:

- Danny Daniel Saavedra Oré.
- Danilo Saavedra Oré.

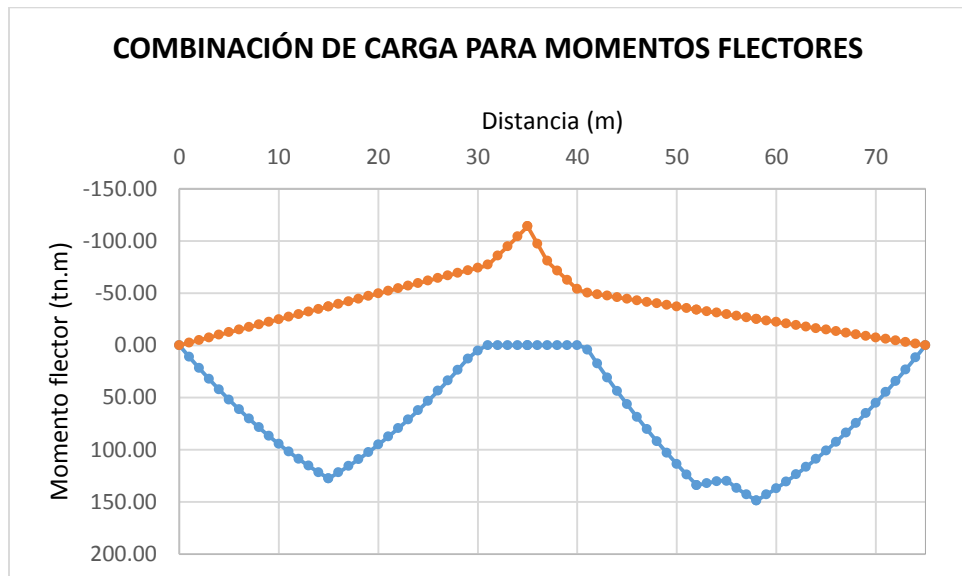
**GRAFICO N° 169:** Combinación de fuerzas cortantes tipo SERVICIO III para las vigas exteriores.



**Elaboración:** Propia.

- **FATIGA.**

**GRAFICO N° 170:** Combinación de momentos flectores tipo FATIGA para las vigas exteriores.

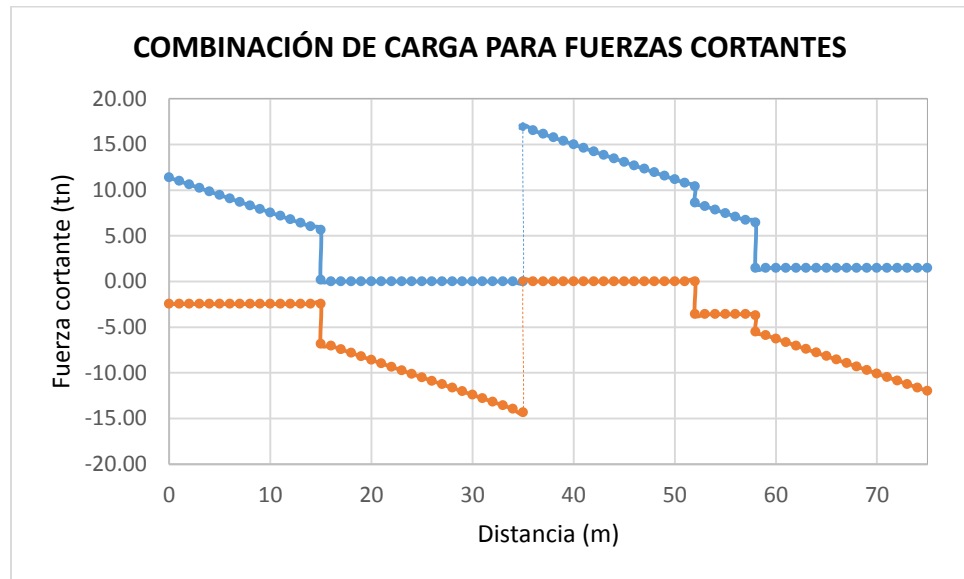


**Elaboración:** Propia.

**PRESENTADO POR:**

- Danny Daniel Saavedra Oré.
- Danilo Saavedra Oré.

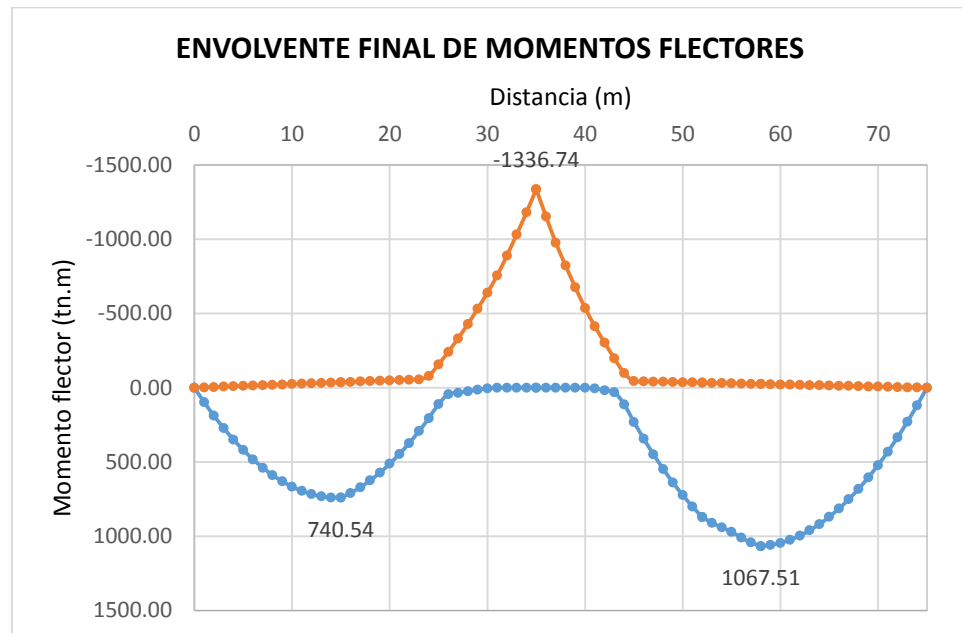
**GRAFICO N° 171:** Combinación de fuerzas cortantes tipo FATIGA para las vigas exteriores.



Elaboración: Propia.

- **ENVOLVENTE FINAL.**

**GRAFICO N° 172:** Envoltente final del momento flector.



Elaboración: Propia.

**PRESENTADO POR:**

- Danny Daniel Saavedra Oré.
- Danilo Saavedra Oré.



Los momentos flectores finales para diseño de la viga exterior se muestran a continuación:

$$M_1 = 0 \text{ tn. m}$$

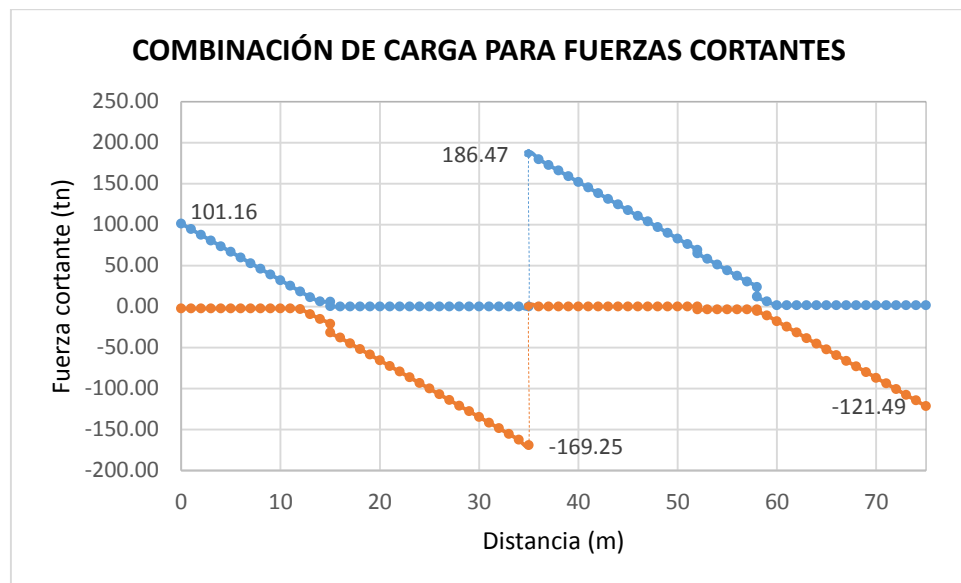
$$M_{\max 1-2} = 225.01 \text{ tn. m}$$

$$M_2 = -233.81 \text{ tn. m}$$

$$M_{\max 2-3} = 267.50 \text{ tn. m}$$

$$M_3 = 0 \text{ tn. m}$$

**GRAFICO N° 173:** Envoltente final de las fuerzas cortantes.



**Elaboración:** Propia.

Las fuerzas cortantes finales para diseño de la viga exterior se muestran a continuación:

$$V_{12} = 101.16 \text{ tn}$$

$$V_{21} = 169.25 \text{ tn. m}$$

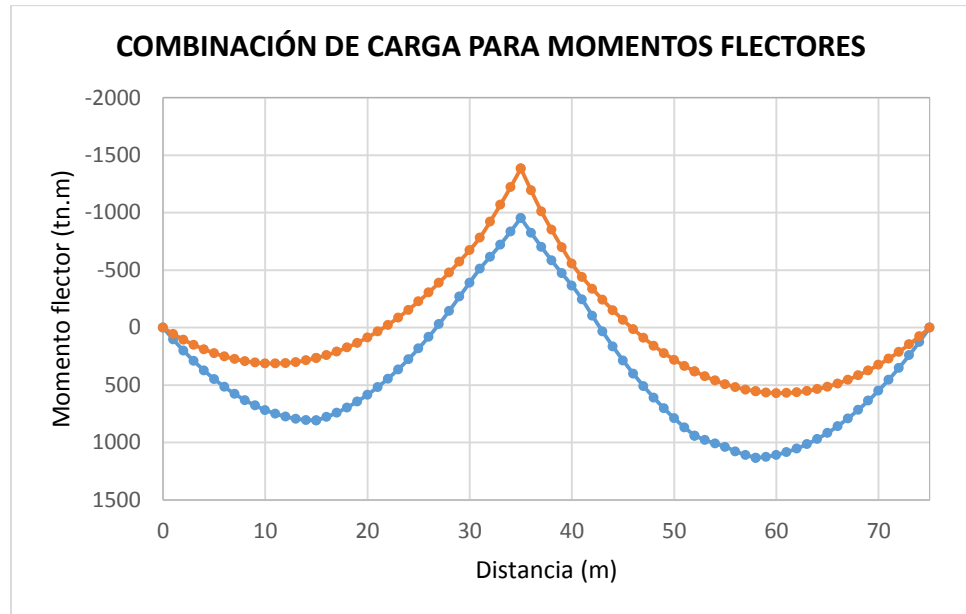
$$V_{23} = 186.47 \text{ tn. m}$$

$$V_{32} = 121.49 \text{ tn. m}$$

#### 4.8.4.3. COMBINACIÓN DE CARGA PARA VIGAS INTERNAS.

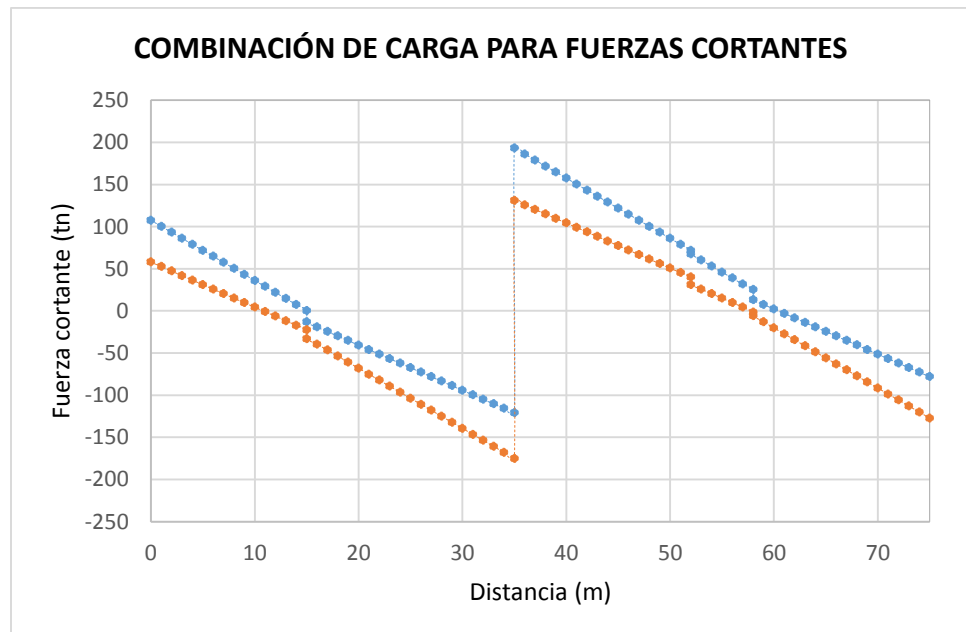
- RESISTENCIA I.

**GRAFICO N° 174:** Combinación de momentos flectores tipo RESISTENCIA I para las vigas interiores.



Elaboración: Propia.

**GRAFICO N° 175:** Combinación de fuerzas cortantes tipo RESISTENCIA I para las vigas interiores.



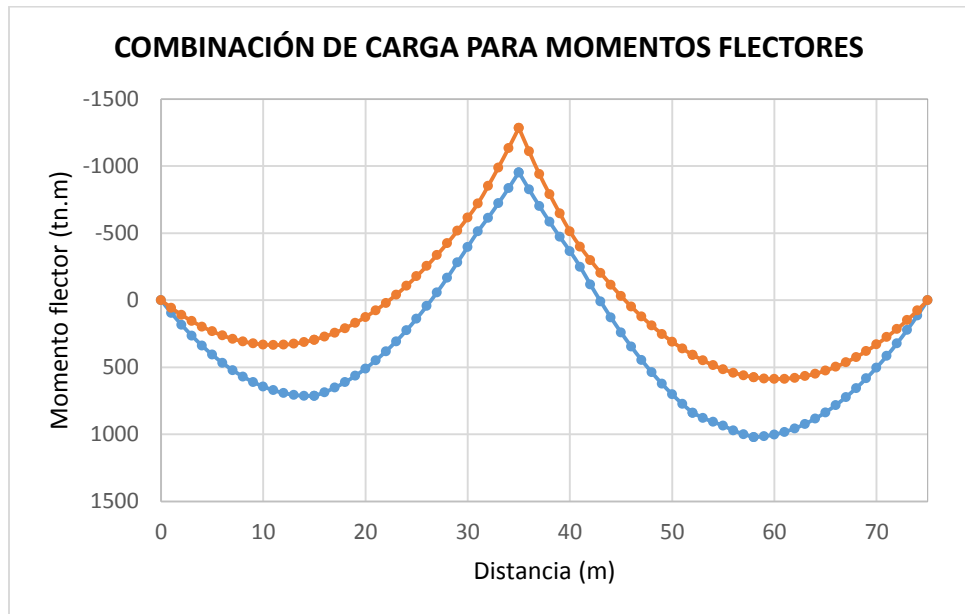
Elaboración: Propia.

PRESENTADO POR:

- Danny Daniel Saavedra Oré.
- Danilo Saavedra Oré.

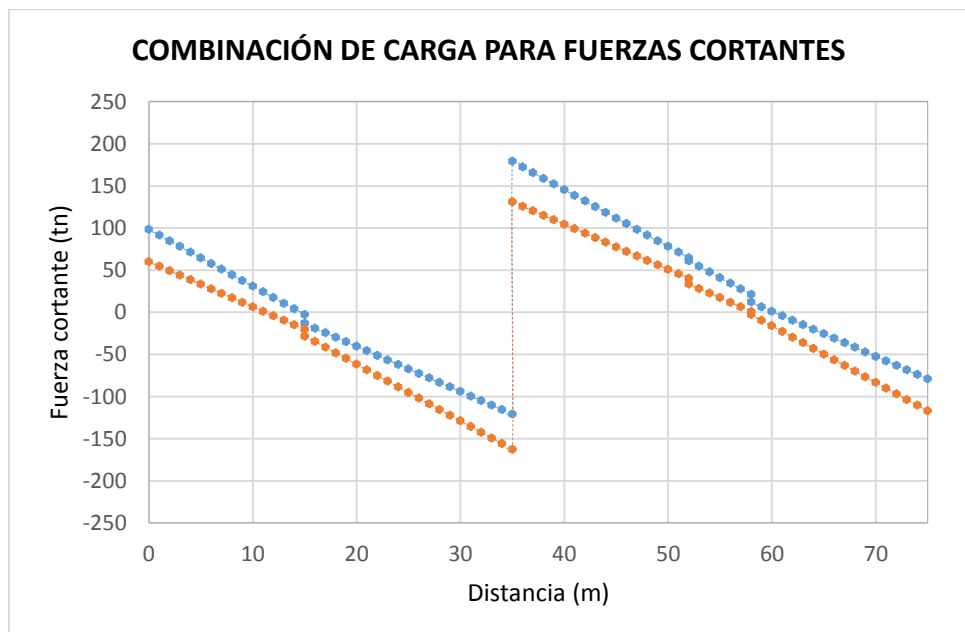
- RESISTENCIA II.

**GRAFICO N° 176:** Combinación de momentos flectores tipo RESISTENCIA II para las vigas interiores.



**Elaboración:** Propia.

**GRAFICO N° 177:** Combinación de fuerzas cortantes tipo RESISTENCIA II para las vigas interiores.



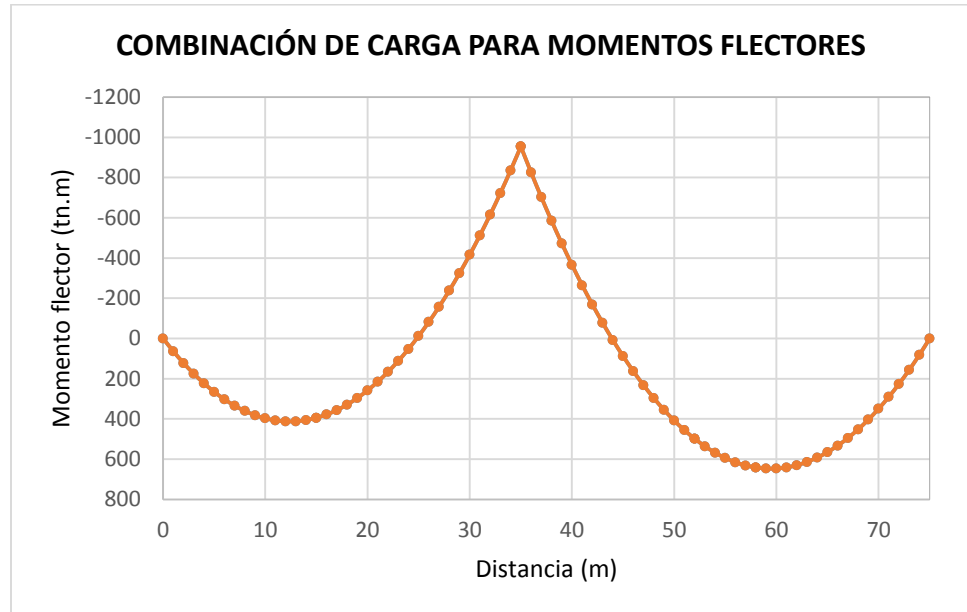
**Elaboración:** Propia.

**PRESENTADO POR:**

- Danny Daniel Saavedra Oré.
- Danilo Saavedra Oré.

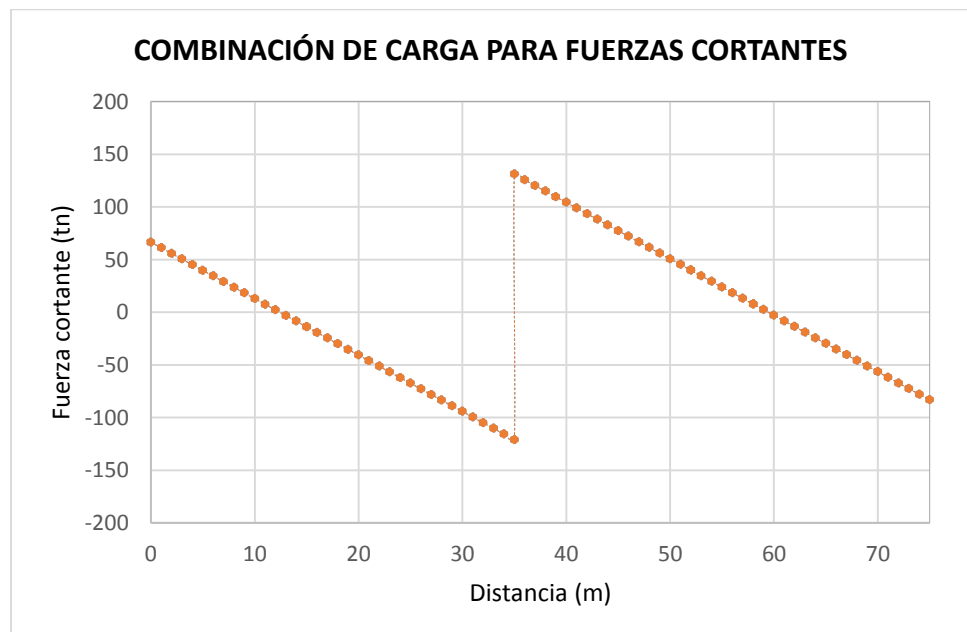
- RESISTENCIA III.

**GRAFICO N° 178:** Combinación de momentos flectores tipo RESISTENCIA III para las vigas interiores.



**Elaboración:** Propia.

**GRAFICO N° 179:** Combinación de fuerzas cortantes tipo RESISTENCIA III para las vigas interiores.



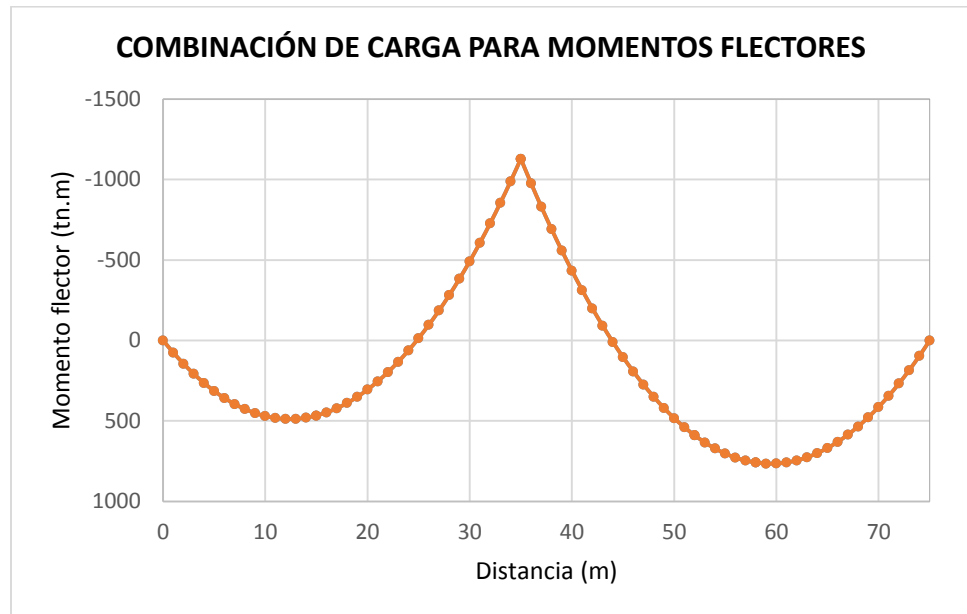
**Elaboración:** Propia.

**PRESENTADO POR:**

- Danny Daniel Saavedra Oré.
- Danilo Saavedra Oré.

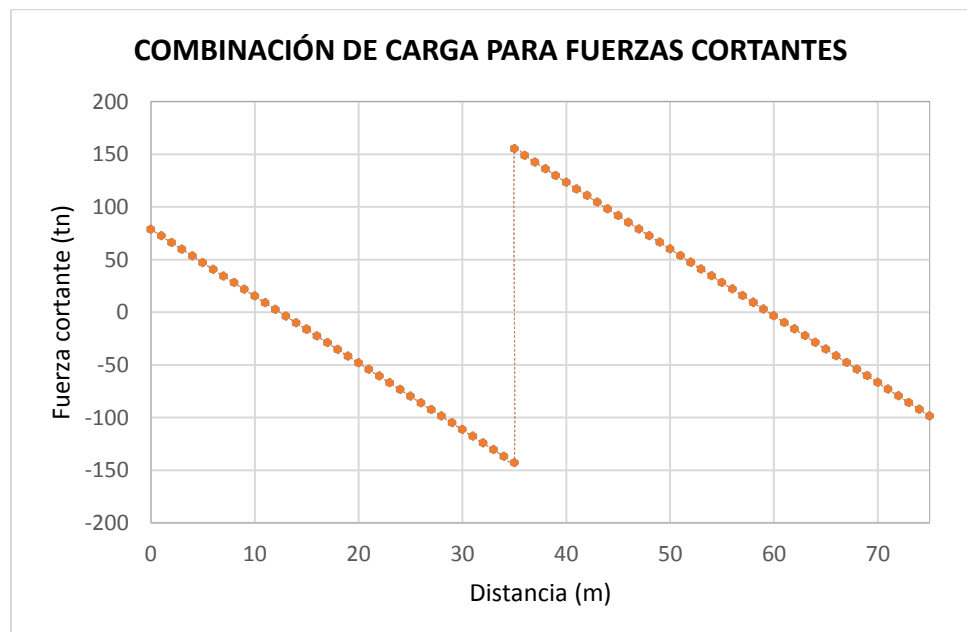
- **RESISTENCIA IV.**

**GRAFICO N° 180:** Combinación de momentos flectores tipo RESISTENCIA IV para las vigas interiores.



**Elaboración:** Propia.

**GRAFICO N° 181:** Combinación de fuerzas cortantes tipo RESISTENCIA IV para las vigas interiores.



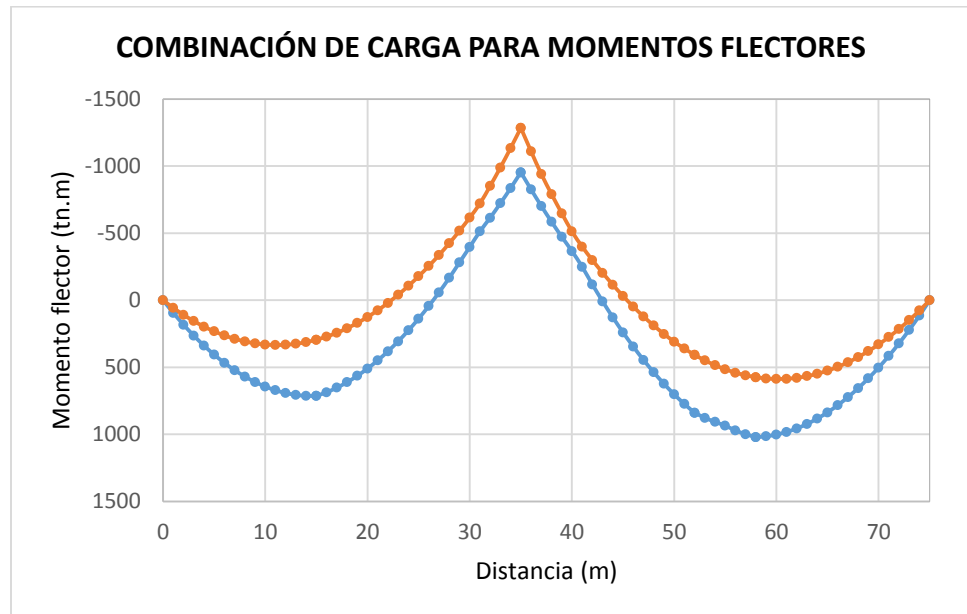
**Elaboración:** Propia.

**PRESENTADO POR:**

- Danny Daniel Saavedra Oré.
- Danilo Saavedra Oré.

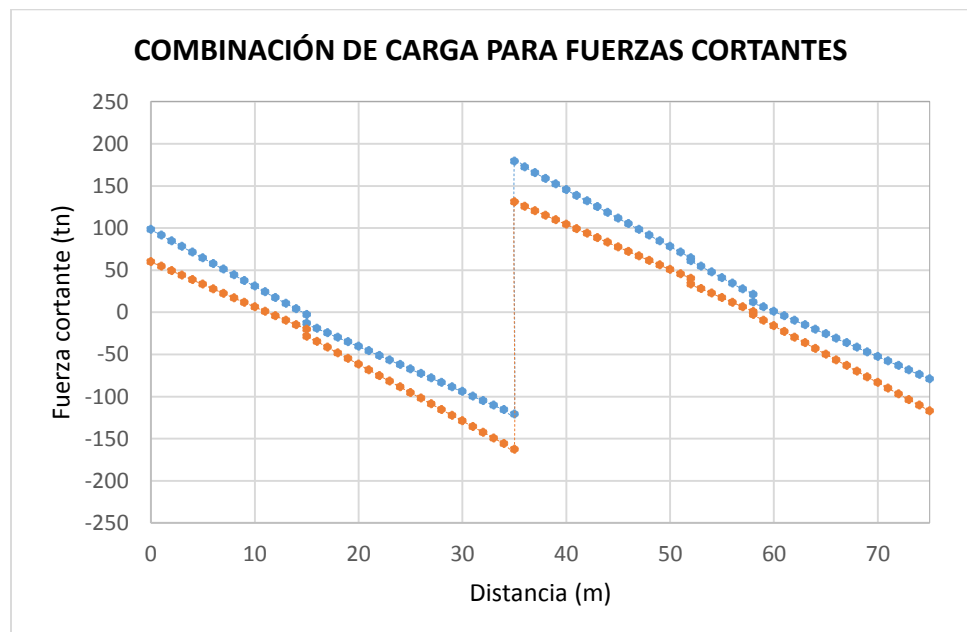
- **RESISTENCIA V.**

**GRAFICO N° 182:** Combinación de momentos flectores tipo RESISTENCIA V para las vigas interiores.



**Elaboración:** Propia.

**GRAFICO N° 183:** Combinación de fuerzas cortantes tipo RESISTENCIA V para las vigas interiores.



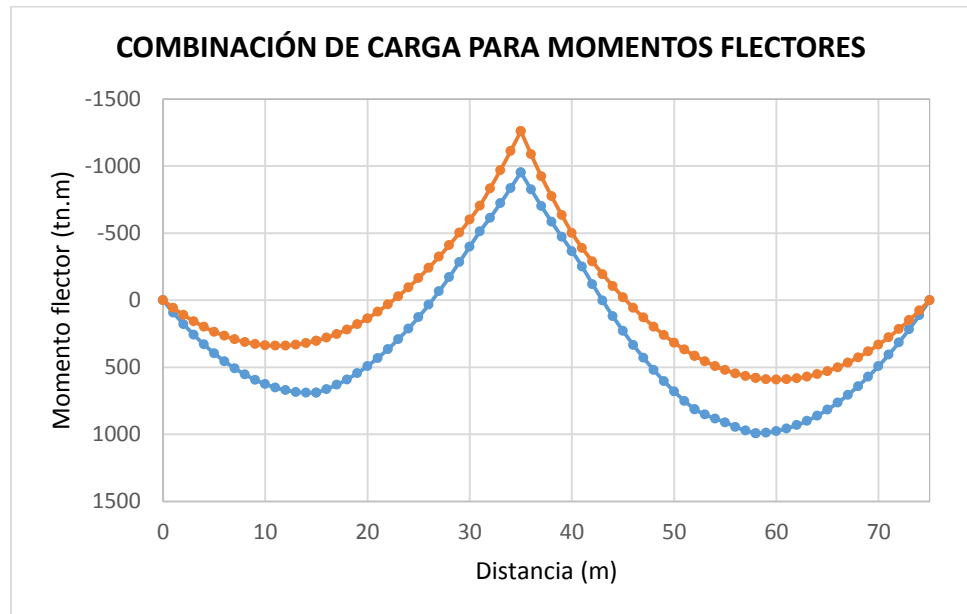
**Elaboración:** Propia.

**PRESENTADO POR:**

- Danny Daniel Saavedra Oré.
- Danilo Saavedra Oré.

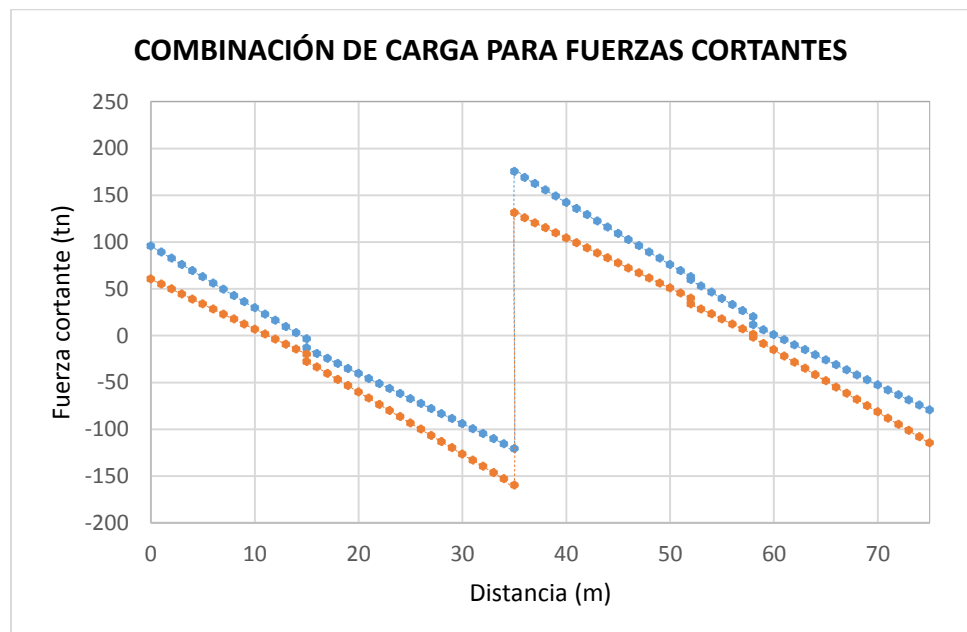
- **EVENTO EXTREMO I.**

**GRAFICO N° 184:** Combinación de momentos flectores tipo EXTREMO I para las vigas interiores.



**Elaboración:** Propia.

**GRAFICO N° 185:** Combinación de fuerzas cortantes tipo EXTREMO I para las vigas interiores.



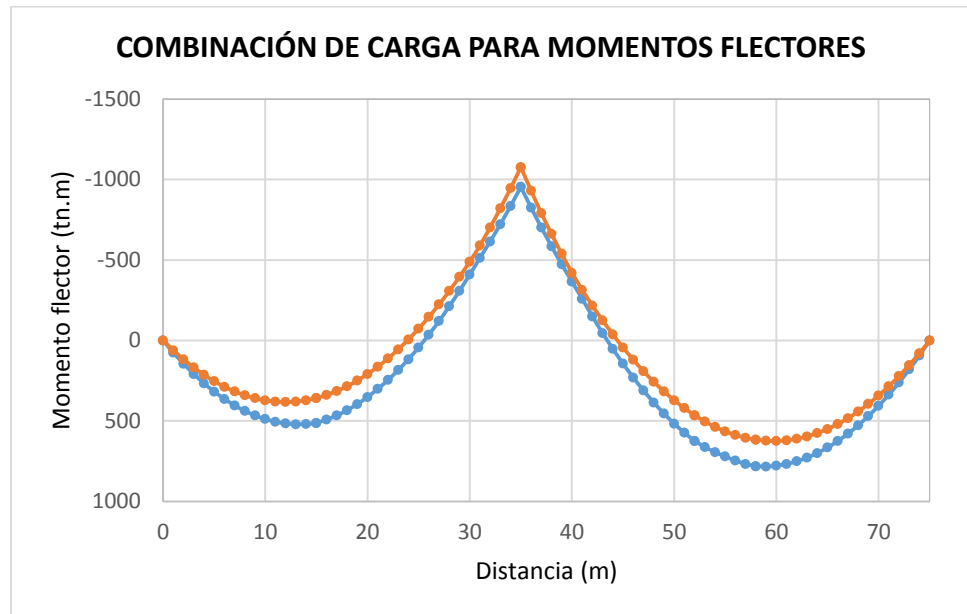
**Elaboración:** Propia.

**PRESENTADO POR:**

- Danny Daniel Saavedra Oré.
- Danilo Saavedra Oré.

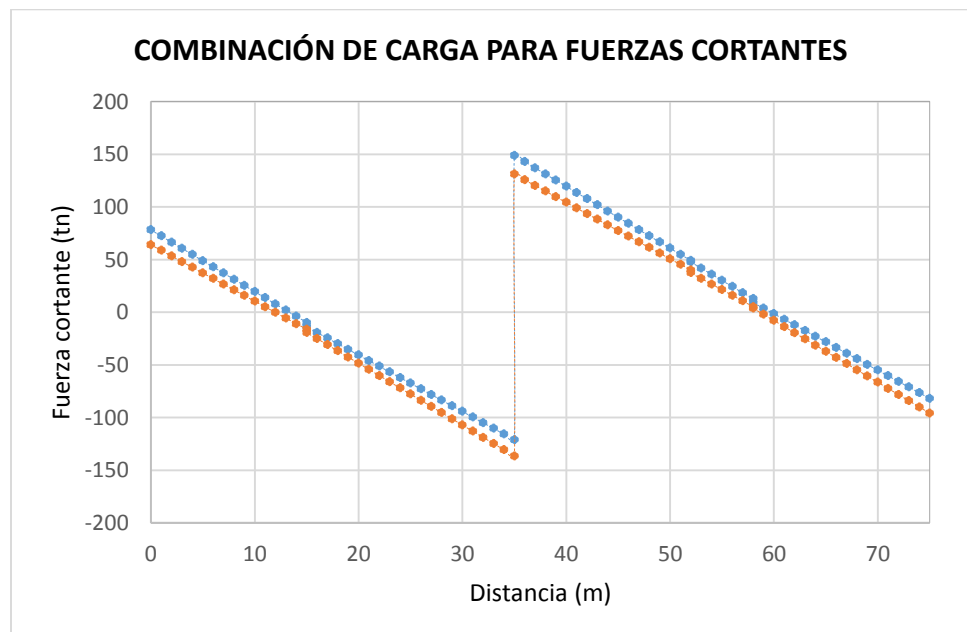
- **EVENTO EXTREMO II.**

**GRAFICO N° 186:** Combinación de momentos flectores tipo EXTREMO II para las vigas interiores.



**Elaboración:** Propia.

**GRAFICO N° 187:** Combinación de fuerzas cortantes tipo EXTREMO II para las vigas interiores.



**Elaboración:** Propia.

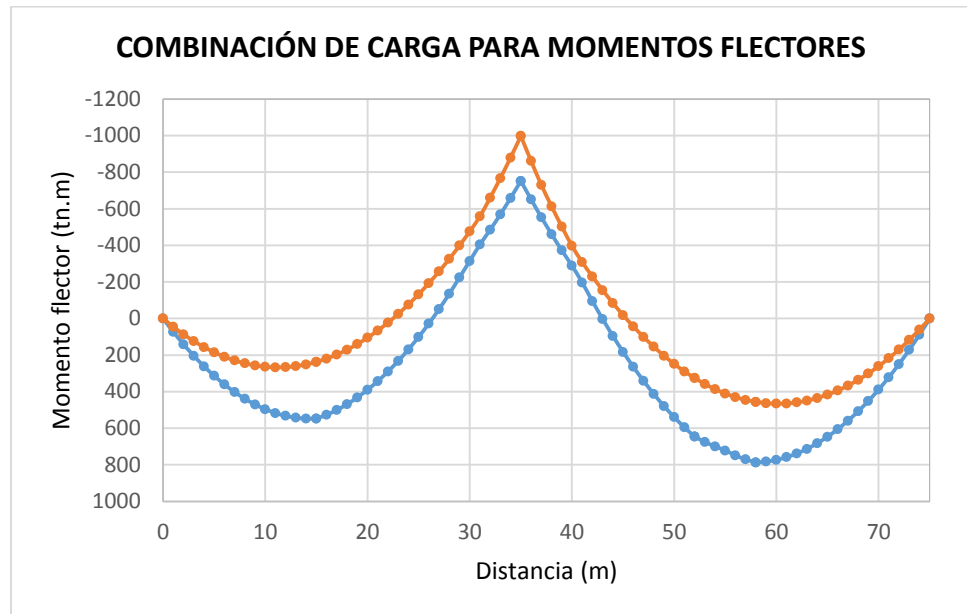
**PRESENTADO POR:**

- Danny Daniel Saavedra Oré.
- Danilo Saavedra Oré.



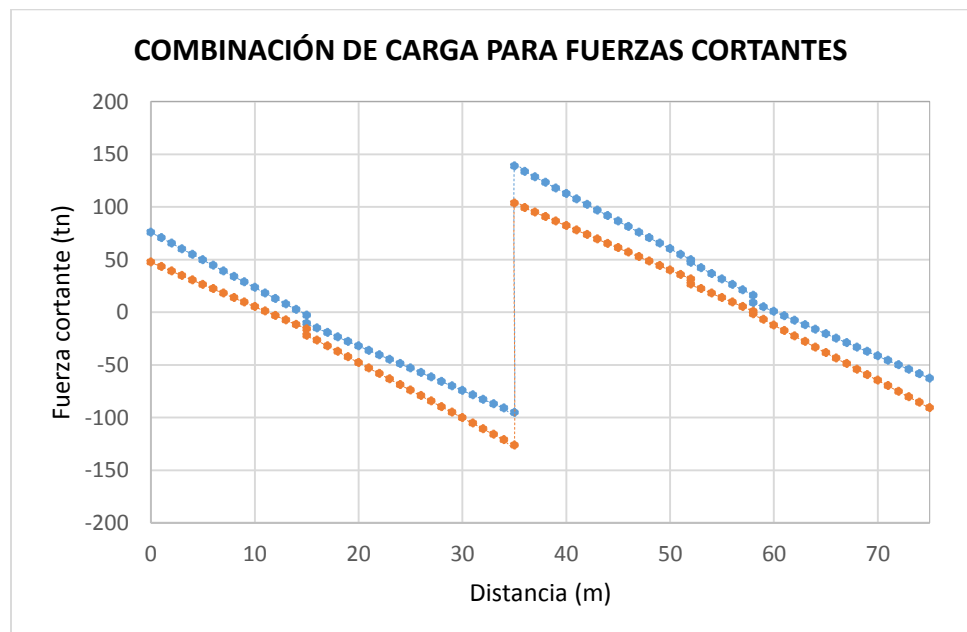
• **SERVICIO I.**

**GRAFICO N° 188:** Combinación de momentos flectores tipo SERVICIO I para las vigas interiores.



**Elaboración:** Propia.

**GRAFICO N° 189:** Combinación de fuerzas cortantes tipo SERVICIO I para las vigas interiores.



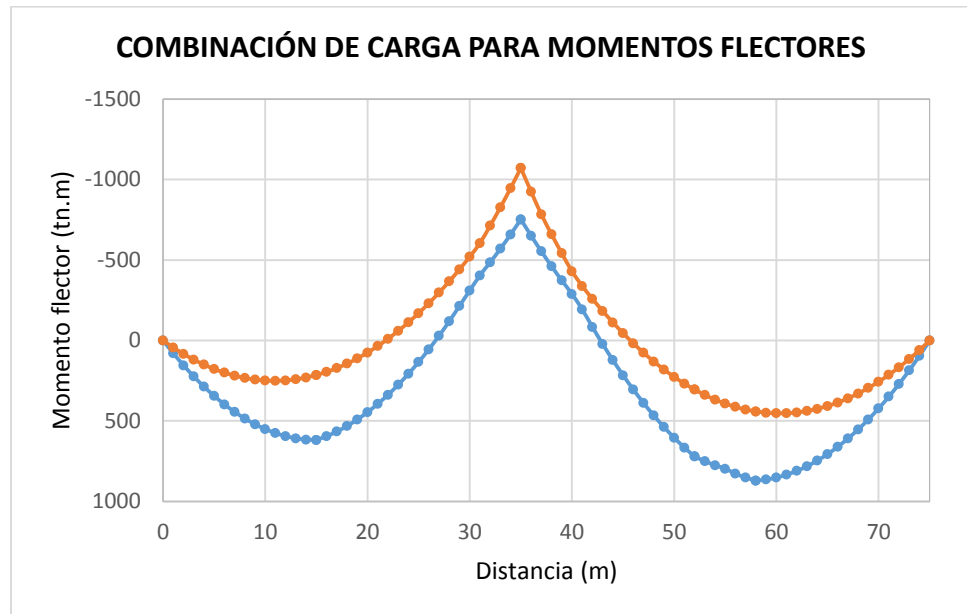
**Elaboración:** Propia.

**PRESENTADO POR:**

- Danny Daniel Saavedra Oré.
- Danilo Saavedra Oré.

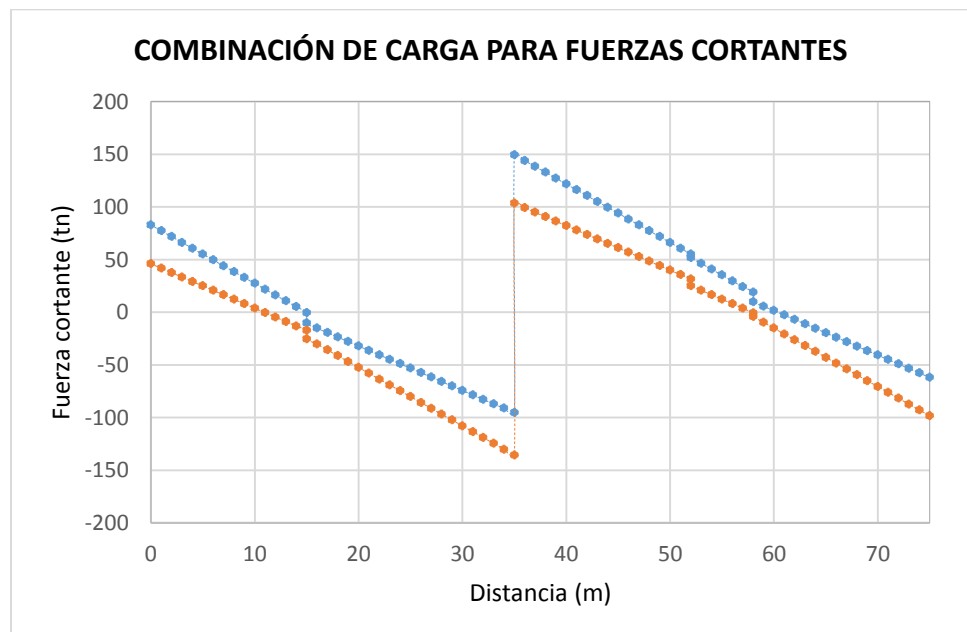
• **SERVICIO II.**

**GRAFICO N° 190:** Combinación de momentos flectores tipo SERVICIO II para las vigas interiores.



**Elaboración:** Propia.

**GRAFICO N° 191:** Combinación de fuerzas cortantes tipo SERVICIO II para las vigas interiores.



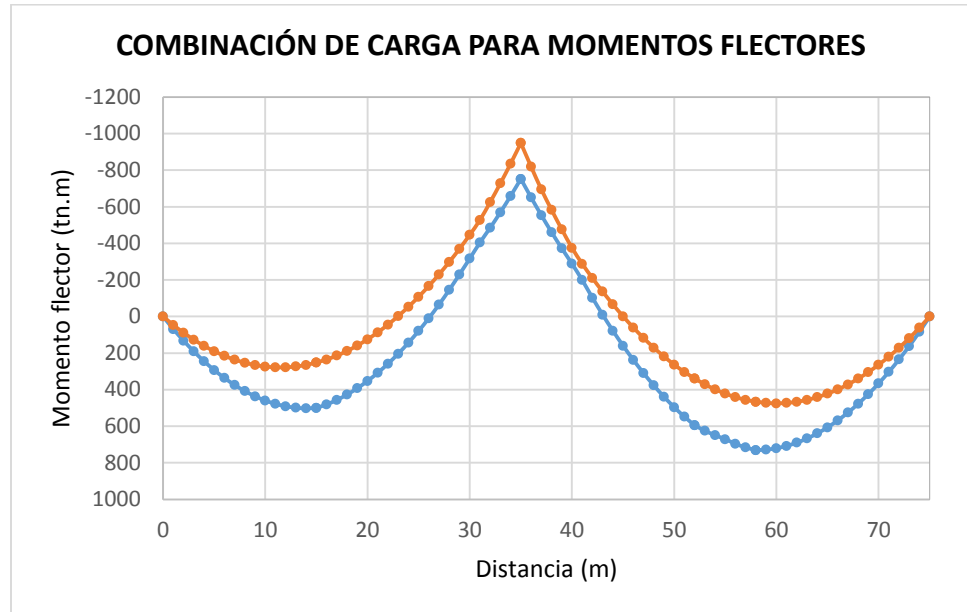
**Elaboración:** Propia.

**PRESENTADO POR:**

- Danny Daniel Saavedra Oré.
- Danilo Saavedra Oré.

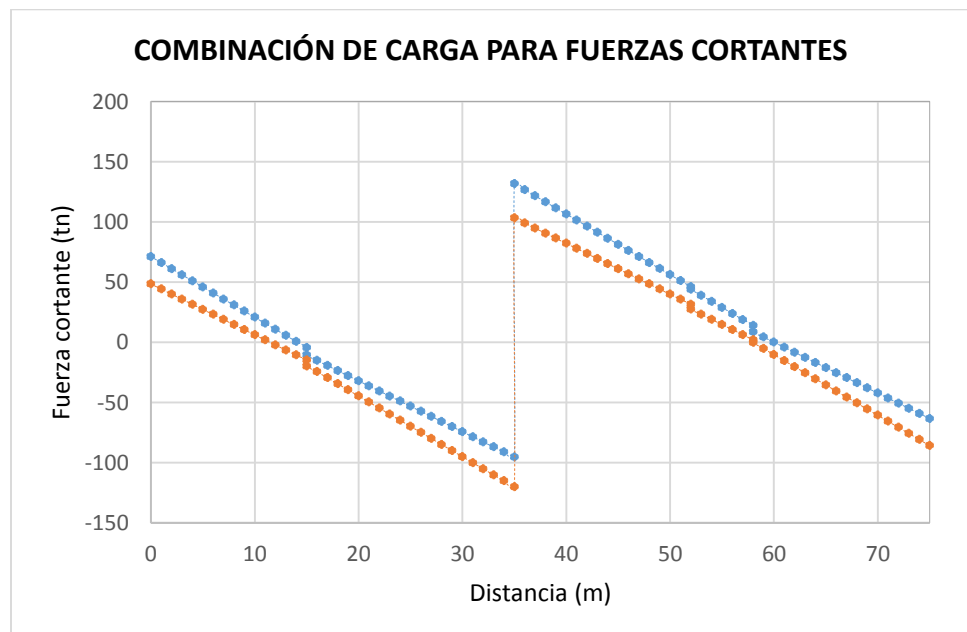
- **SERVICIO III.**

**GRAFICO N° 192:** Combinación de momentos flectores tipo SERVICIO III para las vigas interiores.



**Elaboración:** Propia.

**GRAFICO N° 193:** Combinación de fuerzas cortantes tipo SERVICIO III para las vigas interiores.



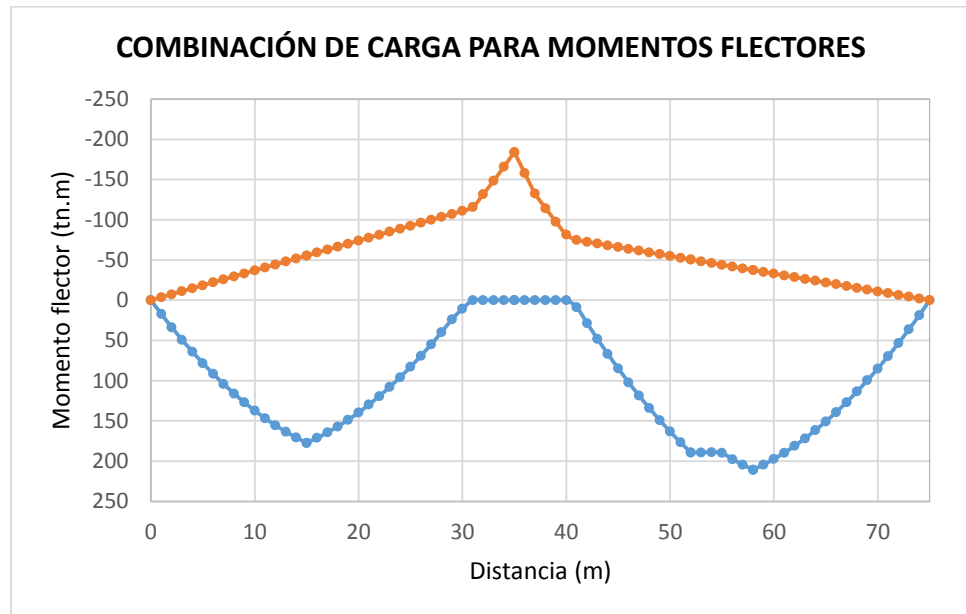
**Elaboración:** Propia.

**PRESENTADO POR:**

- Danny Daniel Saavedra Oré.
- Danilo Saavedra Oré.

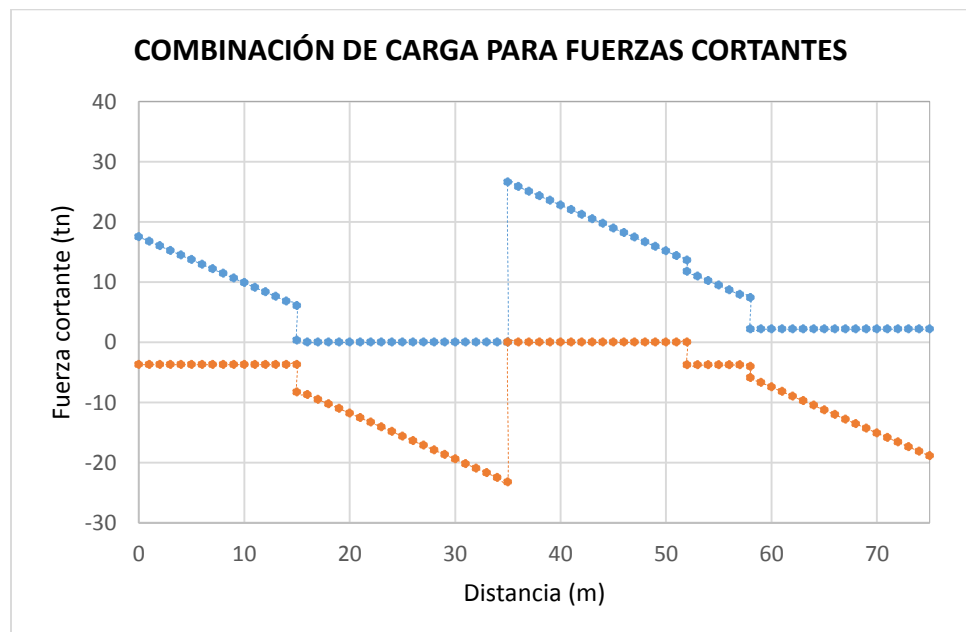
- **FATIGA.**

**GRAFICO N° 194:** Combinación de momentos flectores tipo FATIGA para las vigas interiores.



**Elaboración:** Propia.

**GRAFICO N° 195:** Combinación de fuerzas cortantes tipo FATIGA para las vigas interiores.



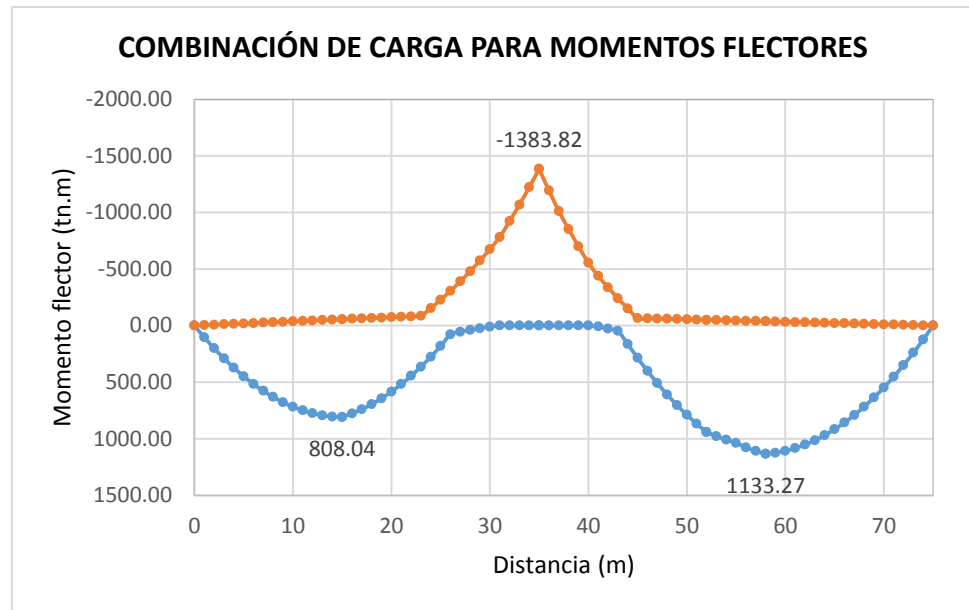
**Elaboración:** Propia.

**PRESENTADO POR:**

- Danny Daniel Saavedra Oré.
- Danilo Saavedra Oré.

- **ENVOLVENTE FINAL.**

**GRAFICO N° 196:** Envolvente final del momento flector.



**Elaboración:** Propia.

Los momentos flectores finales para diseño de las vigas interiores se muestran a continuación:

$$M_1 = 0 \text{ tn. m}$$

$$M_{\max 1-2} = 808.04 \text{ tn. m}$$

$$M_2 = -1383.82 \text{ tn. m}$$

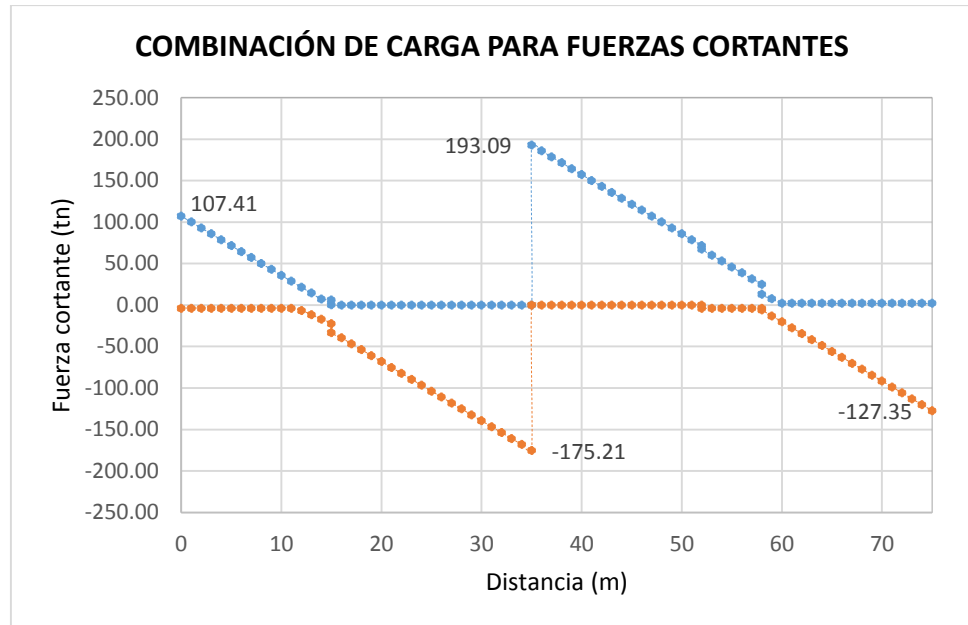
$$M_{\max 2-3} = 1133.27 \text{ tn. m}$$

$$M_3 = 0 \text{ tn. m}$$

**PRESENTADO POR:**

- Danny Daniel Saavedra Oré.
- Danilo Saavedra Oré.

**GRAFICO N° 197:** Envolvente final de las fuerzas cortantes.



**Elaboración:** Propia.

Las fuerzas cortantes finales para diseño de las vigas interiores se muestran a continuación:

$$V_{12} = 107.41 \text{ tn}$$

$$V_{21} = 175.21 \text{ tn}$$

$$V_{23} = 193.09 \text{ tn}$$

$$V_{32} = 127.35 \text{ tn}$$

#### 4.8.5. DISEÑO DE TORONES.

Determinando el área transversal necesaria para el torón.

$$A_{ps} = \frac{M_u}{0.72 f_{pu} H} = \frac{1383.82 (100000)}{0.72 (18900)(182.9)}$$

$$A_{ps} = 55.6 \text{ cm}^2$$

$$A_{ps} = 40 \text{ torones de } 0.6" = 56 \text{ cm}^2$$

Determinando la fuerza total del torón.

$$P_i = 0.7 f_{pu} A_{ps} = 0.7 (18900)(56)/1000$$

$$P_i = 740.88 \text{ tn}$$

**PRESENTADO POR:**

- Danny Daniel Saavedra Oré.
- Danilo Saavedra Oré.

Determinando la fuerza para la resistencia a la fluencia:

$$P_i' = 0.7 \text{ fpy } A_{ps} = 0.7 (0.9 \text{ fpu}) (A_{ps}) = 0.7 (0.9)(18900)(56)/1000$$

$$P_i' = 666.79 \text{ tn}$$

Determinando  $\beta_1$ .

$$\beta_1 = 0.85 - 0.05 \left( \frac{f'c - 280}{70} \right)$$

$$\beta_1 = 0.85 - 0.05 \left( \frac{420 - 280}{70} \right)$$

$$\beta_1 = 0.75$$

Determinado el ancho efectivo.

- $be = \frac{L}{4} = \frac{40}{4} = 10 \text{ m}$
- $be = 12 t = 12(0.30) = 3.60 \text{ m}$
- $be = s = 2.64 \text{ m}$

Utilizar el menor igual a 2.64 m.

Determinando la distancia al eje neutro.

$$c = \frac{A_{ps} f_{pu}}{0.85 f'c \beta_1 b + \frac{k A_{ps} f_{pu}}{d_p}}$$

$$c = \frac{(56)(18900)}{0.85(420)(0.75)(264) + \frac{(0.28)(56)(18900)}{177.9}}$$

$$c = 14.629 \text{ cm}$$

Determinando a.

$$a = \beta_1 c = 0.75(14.629) = 10.972 \text{ cm}$$

Determinando fps.

$$f_{ps} = f_{pu} \left( 1 - k \frac{c}{d_p} \right) = 18900 \left( 1 - \frac{0.28(14.629)}{177.9} \right)$$

$$f_{ps} = 18464.83 \text{ kg/cm}^2$$

PRESENTADO POR:

- Danny Daniel Saavedra Oré.
- Danilo Saavedra Oré.

Determinando el momento nominal.

$$\phi Mn = 0.9(Aps f_{sp} (dp - \frac{a}{2}) + As f_y (d - \frac{a}{2}))$$

$$\phi Mn = 0.9((56)(18464.83) (177.9 - \frac{10.972}{2}) + 0)$$

$$\phi Mn = 1604.53 \text{ tn.m}$$

$$\phi Mn > Mu \text{ (OK)}$$

Para el amarre del acero transversal se usara acero longitudinal adicional de 1/2".

#### 4.8.6. DISEÑO POR CORTE.

Determinando el factor de distribución para las fuerzas cortantes de los traveses.

- Para un carril cargado:

$$FD1 = 0.36 + \frac{s}{7600} = 0.36 + \frac{2.64}{7600} = 0.3603$$

- Para dos carriles cargados:

$$FD2 = 0.20 + \frac{s}{3600} - \left(\frac{s}{10700}\right)^2 = 0.20 + \frac{2.64}{3600} - \left(\frac{2.64}{10700}\right)^2 = 0.2007$$

Se utilizara el mayor:

$$FD = 0.3603$$

Por ser un valor menor a 0.8 se considerara:

$$FD = 0.8$$

Determinando el ancho efectivo.

$$bw = \frac{A}{h} = \frac{0.7}{1.829} = 0.3827 \text{ m}$$

La cortante que soporta la trabe será igual a:

$$\phi Vc = 1.3(\phi)\sqrt{f'c}(bw)(d)$$

$$\phi Vc = 1.3(0.8)\sqrt{4200}(38.27)(177)/1000 = 144.37 \text{ tn}$$

El corte requerido será igual a:

$$Vs = Vu - \phi Vs = 193.09 - 144.37 = 48.72 \text{ tn}$$

Espaciamiento crítico:

$$s = \frac{As f_y d}{Vs} = \frac{2(1.27)(4200)(177)}{48.72} = 0.3876 \approx 0.35 \text{ m}$$

Distribución por cara libre.

$$1\phi 1/2"@0.05 + 20\phi 1/2"@.10 + 20\phi 1/2"@.15 + 20\phi 1/2"@.25 + R\phi 1/2"@.35$$

PRESENTADO POR:

- Danny Daniel Saavedra Oré.
- Danilo Saavedra Oré.



#### 4.9. DISEÑO DEL PILAR.

##### 4.9.1. PREDIMENSIONAMIENTO.

###### 4.9.1.1. GENERALIDADES.

Para el predimensionamiento del pilar central se utilizara la siguiente expresión:

$$A_p = \frac{P_s}{0.25 f'_c}$$

Donde:

$A_p$ : Área transversal del pilar.

$P_s$ : Carga puntual de servicio.

$f'_c$ : Esfuerzo a la compresión del concreto en 28 días.

###### 4.9.1.2. CARGA DE SERVICIO.

Las cargas de servicio que transmite el tablero al pilar es el siguiente:

**CUADRO N° 43:** Reacción de servicio que transmite el tablero al pilar.

DETALLE	CANTIDAD	PESO POR APOYO (tn)	TOTAL (tn)
Reacción de la viga interior	2	265.18	530.36
Reacción de la viga exterior	2	266.20	532.41
			1062.77

**Elaboración:** Propia.

El cálculo del peso propio del pilar se muestra a continuación:

**CUADRO N° 44:** Peso propio del pilar.

DETALLE	$\gamma$ (tn/m <sup>3</sup> )	CANTIDAD	ÁREA (m <sup>2</sup> )	L (m)	VOLUMEN (m <sup>3</sup> )	PESO (tn)
Cabezal	2.50	1	18.89	2.00	37.78	94.45
Columna	2.50	1	4.14	7.60	31.46	78.66
						173.11

**Elaboración:** Propia.

La carga total que soporta el pilar será igual a:

$$P_s = P_t + P_p = 1062.77 + 173.11$$

$$P_s = 1235.88 \text{ tn}$$

#### PRESENTADO POR:

- Danny Daniel Saavedra Oré.
- Danilo Saavedra Oré.

#### 4.9.1.3. DIMENSIÓN INICIAL DEL PILAR.

Para dimensionar el pilar se seguirá el siguiente procedimiento:

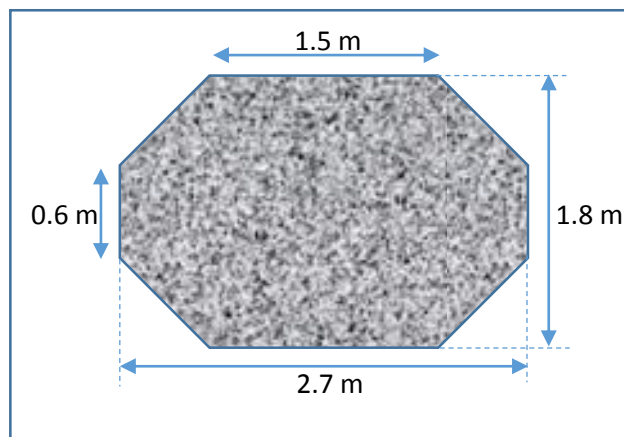
$$A_p = \frac{P_s}{0.25 f'_c} = \frac{1235.88 (1000)}{0.25 (280)}$$

$$A_p = 17655.43 \text{ cm}^2$$

$$A_p = 1.766 \text{ m}^2$$

Las dimensiones iniciales de la sección transversal será la siguiente:

**GRAFICO N° 198:** Sección inicial del pilar.



**Elaboración:** Propia.

El área de la sección planteada es igual a:

$$A_{p'} = (1.8)(2.7) - \frac{4(0.6)(0.6)}{2} = 4.14 \text{ m}^2$$

$$A_{p'} > A_p \text{ (OK)}$$

El cabezal se considera como dimensión inicial un peralte variable entre 1 m a 1.4 m, posteriormente se definirá teniendo en cuenta las cargas finales.

#### 4.9.2. DISEÑO DE CABEZAL.

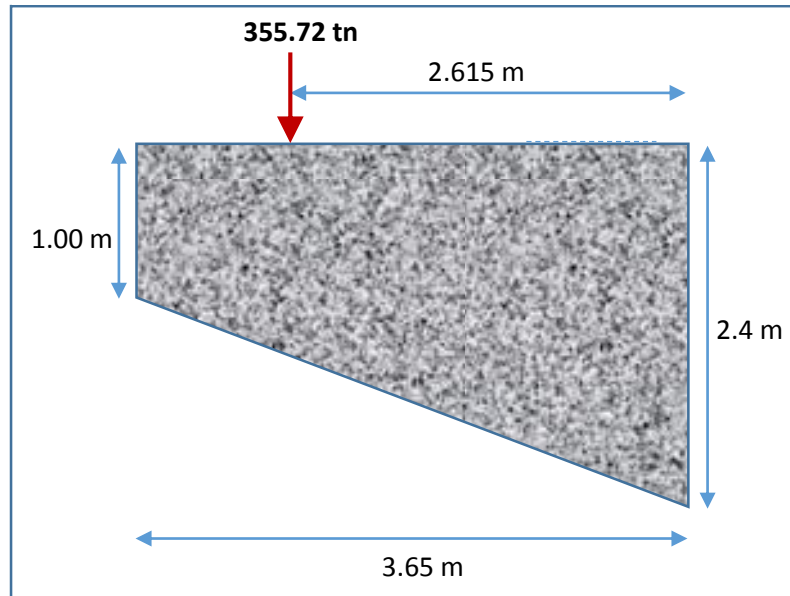
##### 4.9.2.1. MOMENTO ÚLTIMO DE RESISTENCIA.

Para determinar el momento último de resistencia se considerara el peso propio del cabezal y el peso que transmite el tablero al pilar.

**PRESENTADO POR:**

- Danny Daniel Saavedra Oré.
- Danilo Saavedra Oré.

**GRAFICO N° 199:** Sección inicial del pilar.



Elaboración: Propia.

**CUADRO N° 45:** Momento producido por el peso propio del cabezal.

SECCIÓN	$\gamma$ (tn/m <sup>3</sup> )	L (m)	h (m)	B (m)	X	Volumen (m <sup>3</sup> )	Peso (tn)	Momento (tn.m)
	2.50	3.65	1.00	2.00	1.83	7.30	18.25	33.31
	2.50	3.65	1.40	2.00	1.22	5.11	12.78	15.54
<b>Total:</b>								48.85

Elaboración: Propia.

El momento último de resistencia producido por el peso propio del cabezal será igual a:

$$M_{up} = 1.05 (1.25 M_p) = 1.05 (1.25 (48.85))$$

$$M_{up} = 64.11 \text{ tn.m}$$

**CUADRO N° 46:** Momento último de resistencia producido por la carga que transfiere el tablero al pilar.

DETALLE	REACCIÓN APOYO (tn)	X (m)	TOTAL (tn)
Reacción de la viga exterior	355.72	2.615	930.22

Elaboración: Propia.

**PRESENTADO POR:**

- Danny Daniel Saavedra Oré.
- Danilo Saavedra Oré.

El momento último de resistencia total será igual a:

$$Mu = Mup + Mut = 64.11 + 930.22$$

$$Mu = 994.33 \text{ tn.m}$$

#### 4.9.2.2. DISEÑO POR FLEXIÓN.

- **CALCULO DEL PERALTE EFECTIVO.**

El peralte efecto será igual a:

$$d = h - r - \frac{\phi}{2} = 240 - 4 - \frac{3.49}{2}$$

$$d = 234.26 \text{ cm}$$

- **CALCULO DEL ACERO SUPERIOR.**

Se calculara inicialmente:

$$a = \frac{d}{5} = \frac{234.26}{5} = 46.85 \text{ cm}$$

Primera iteración para determinar el acero:

$$As = \frac{Mu}{\phi f_y \left(d - \frac{a}{2}\right)} = \frac{99433233.17}{0.9 (4200) \left(234.26 - \frac{46.85}{2}\right)} = 124.77 \text{ cm}^2$$

$$a = \frac{As f_y}{0.85 f'c b} = \frac{(124.77) (4200)}{0.85 (280) (200)} = 11.01 \text{ cm}$$

Segunda iteración para determinar el acero:

$$As = \frac{99433233.17}{0.9 (4200) \left(234.26 - \frac{11.01}{2}\right)} = 114.99 \text{ cm}^2$$

$$a = \frac{As f_y}{0.85 f'c b} = \frac{(114.99) (4200)}{0.85 (280) (200)} = 10.15 \text{ cm}$$

Tercera iteración para determinar el acero:

$$As = \frac{99433233.17}{0.9 (4200) \left(234.26 - \frac{10.15}{2}\right)} = 114.99 \text{ cm}^2$$

$$a = \frac{As f_y}{0.85 f'c b} = \frac{(114.99) (4200)}{0.85 (280) (200)} = 10.15 \text{ cm}$$

El resultado final será:

$$As = 114.99 \text{ cm}^2$$

**PRESENTADO POR:**

- Danny Daniel Saavedra Oré.
- Danilo Saavedra Oré.



Determinando el acero mínimo:

$$A_s = \frac{14}{f_y} b d = \frac{14}{4200} (200)(234.26)$$

$$A_s = 156.17 \text{ cm}^2$$

Se utilizara el acero mínimo y distribuirá de la siguiente manera:

$$A_s = 25 \text{ } \emptyset \text{ } 1 \text{ } 3/8''$$

- **CALCULO DEL ACERO INFERIOR.**

El acero inferior se considera igual a:

$$A_{s'} = \frac{A_s}{2} = \frac{156.17}{2}$$

$$A_{s'} = 78.085 \text{ cm}^2$$

Distribuyendo el acero inferior:

$$A_s = 20 \text{ } \emptyset \text{ } 1''$$

- **CALCULO DE ACERO DE RECUBRIMIENTO.**

El acero de recubrimiento se determinara utilizando la siguiente expresión:

$$A_{sr} = 0.0010 b h = 0.0010 (100)(100) = 10 \text{ cm}^2$$

Se utilizara acero de 5/8" por lo que se distribuirá de la siguiente manera:

$$s = \frac{1.98}{10} = 0.198 \approx 0.15 \text{ m}$$

$$A_{sr} = \emptyset \text{ } 5/8'' \text{ @ } 0.15 \text{ m}$$

#### 4.9.3. DISEÑO POR FLEJO-COMPRESIÓN.

##### 4.9.3.1. GENERALIDADES.

De acuerdo al Manual de diseño de puentes el área de acero de la columna del pilar se encontrara en un rango de 1% a 6% con respecto al área de la sección transversal del pilar.

##### 4.9.3.2. CÁLCULO DE REFUERZO DE ACERO.

Se considerara inicialmente el refuerzo de acero igual a:

$$A_s = 1\% A_g = 0.01 (4.14 \times 10000)$$

$$A_s = 414 \text{ cm}^2$$

#### PRESENTADO POR:

- Danny Daniel Saavedra Oré.
- Danilo Saavedra Oré.

Se distribuirá el acero de la siguiente manera.

$$A's = 64 \varnothing 1 \frac{3}{8}'' + 14 \varnothing 5/8'' + 2 \varnothing 1''$$

$$A's = 64(9.58) + 14(2.85) + 2(5.07)$$

$$A's = 663.16 \text{ cm}^2$$

Cumpliendo lo siguiente:

$$A's > As \text{ (OK)}$$

#### 4.9.3.3. CARGAS ÚLTIMAS DE RESISTENCIA.

Las cargas ultimo de resistencia que soporta el pilar, es el siguiente:

**CUADRO N° 47:** Caga última de resistencia que soporta el pilar en la parte superior.

DETALLE	CANTIDAD	CARGA (tn)	TOTAL (tn)
Reacción de la viga interior	2	368.29	736.58
Reacción de la viga exterior	2	355.72	711.45
Peso del Cabezal	1	123.97	123.97
			1572.00

**Elaboración:** Propia.

**CUADRO N° 48:** Caga última de resistencia que soporta el pilar en la parte inferior.

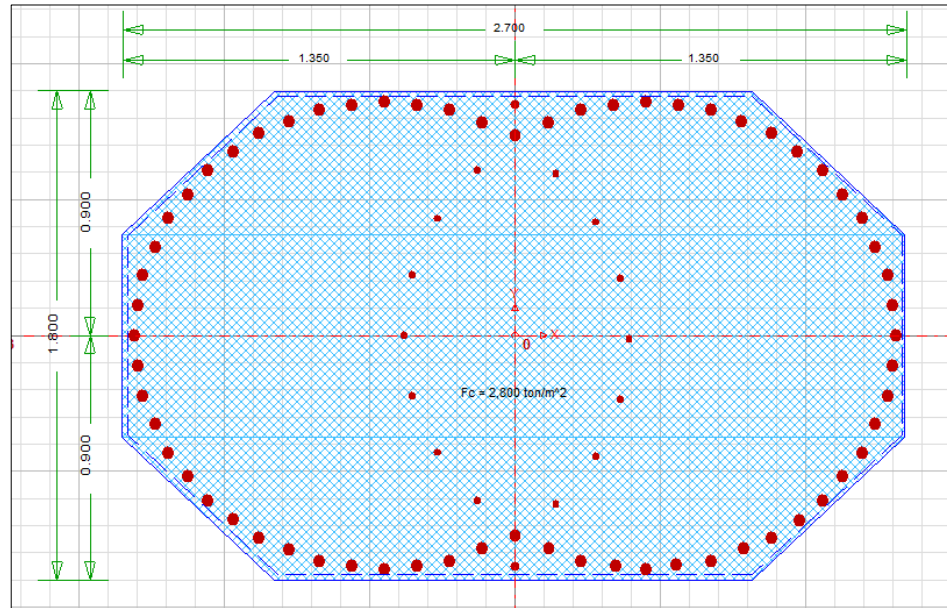
DETALLE	CANTIDAD	CARGA (tn)	TOTAL (tn)
Reacción de la viga interior	2	368.29	736.58
Reacción de la viga exterior	2	355.72	711.45
Peso del Cabezal	1	123.97	123.97
Peso de la Columna	1	103.24	103.24
			1675.24

**Elaboración:** Propia.

#### 4.9.3.4. DIAGRAMA DE INTERACCIÓN.

La sección de la columna del pilar fue analizada por el sistema computacional CSiCol v9.

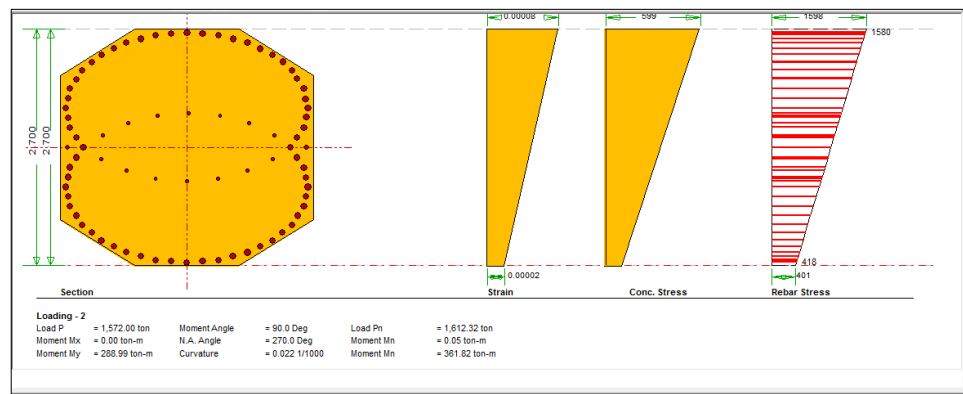
**GRAFICO N° 200:** Sección de la columna del pilar.



**Elaboración:** Propia, basado en el sistema computacional CSiCol v9.

El proceso de interacción de la columna para diferentes cargas se realizó de acuerdo al siguiente diagrama.

**GRAFICO N° 201:** Análisis de la sección superior de la columna del pilar.

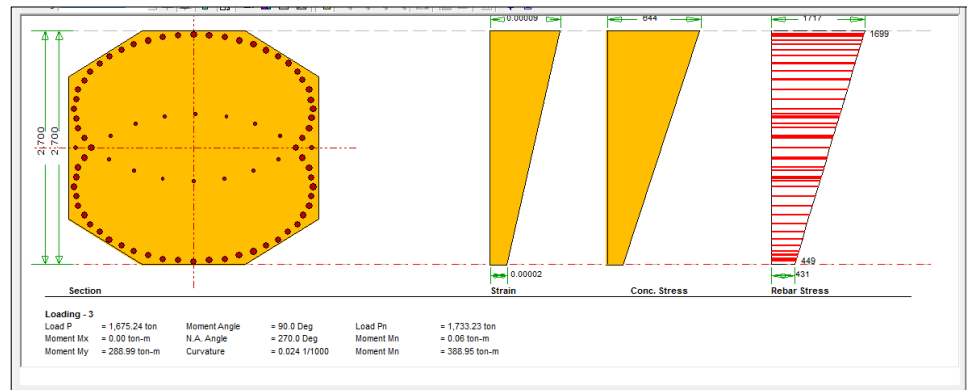


**Elaboración:** Propia, basado en el sistema computacional CSiCol v9.

**PRESENTADO POR:**

- Danny Daniel Saavedra Oré.
- Danilo Saavedra Oré.

**GRAFICO N° 202:** Análisis de la sección inferior de la columna del pilar.



**Elaboración:** Propia, basado en el sistema computacional CSiCol v9.

Los resultados del análisis por flexo-compresión se muestran a continuación:

**CUADRO N° 49:** Puntos del diagrama de Interacción de la sección de la columna del pilar.

PUNTO	Pu (ton)	Mu (ton-m)
1	-2,497.70	1.70
2	-1,200.30	1,574.50
3	-561.70	2,225.20
4	74.70	2,789.00
5	768.40	3,298.20
6	2,034.40	3,917.50
7	2,828.10	3,642.80
8	3,467.70	3,267.50
9	4,356.30	2,953.50
10	5,285.10	2,537.60
11	6,149.20	2,002.40
12	6,684.00	1,570.90
13	6,684.00	798.30
14	6,684.00	169.90
15	6,684.00	0.00

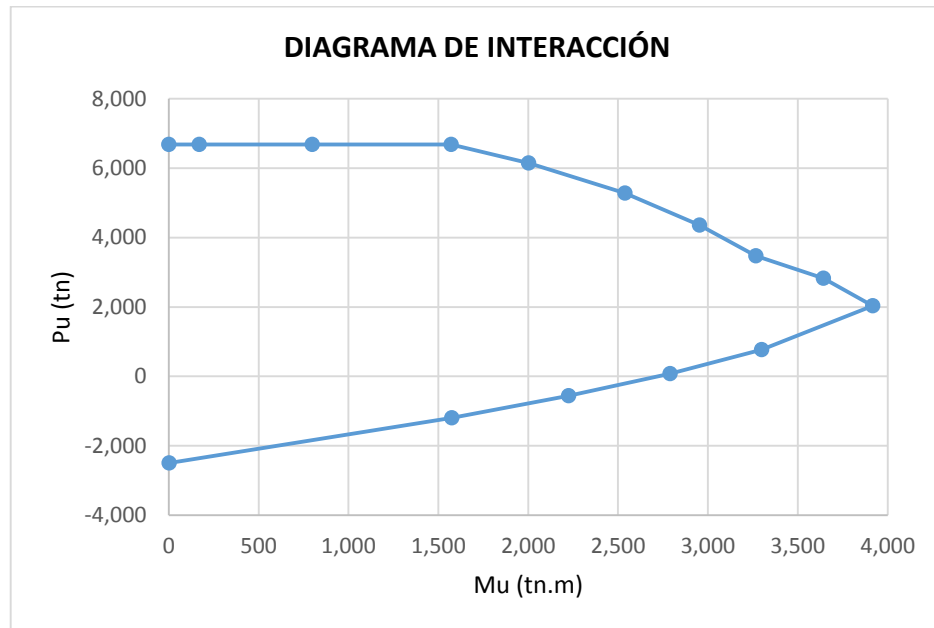
**Elaboración:** Propia, basado en el sistema computacional CSiCol v9.

**PRESENTADO POR:**

- Danny Daniel Saavedra Oré.
- Danilo Saavedra Oré.



**GRAFICO N° 203:** Diagrama de Interacción de la sección de la columna del pilar.



**Elaboración:** Propia, basado en el sistema computacional CSiCol v9.

**CUADRO N° 50:** Puntos del diagrama de Interacción bidimensional de la sección de la columna del pilar.

PUNTO	Mx (ton.m)	My (ton.m)
1	2714.11	-1.45
2	2463.28	-1252.71
3	1990.19	-2243.79
4	1528.16	-3043.82
5	998.73	-3400.63
6	490.76	-3621.41
7	0.93	-3743.62
8	-488.84	-3621.54
9	-997.14	-3400.50
10	-1526.42	-3043.77
11	-1989.03	-2243.19
12	-2461.90	-1251.25
13	-2713.35	1.01
14	-2462.15	1251.78
15	-1990.32	2243.62
16	-1527.49	3042.07
17	-997.94	3398.87
18	-490.29	3619.63
19	-0.60	3741.92

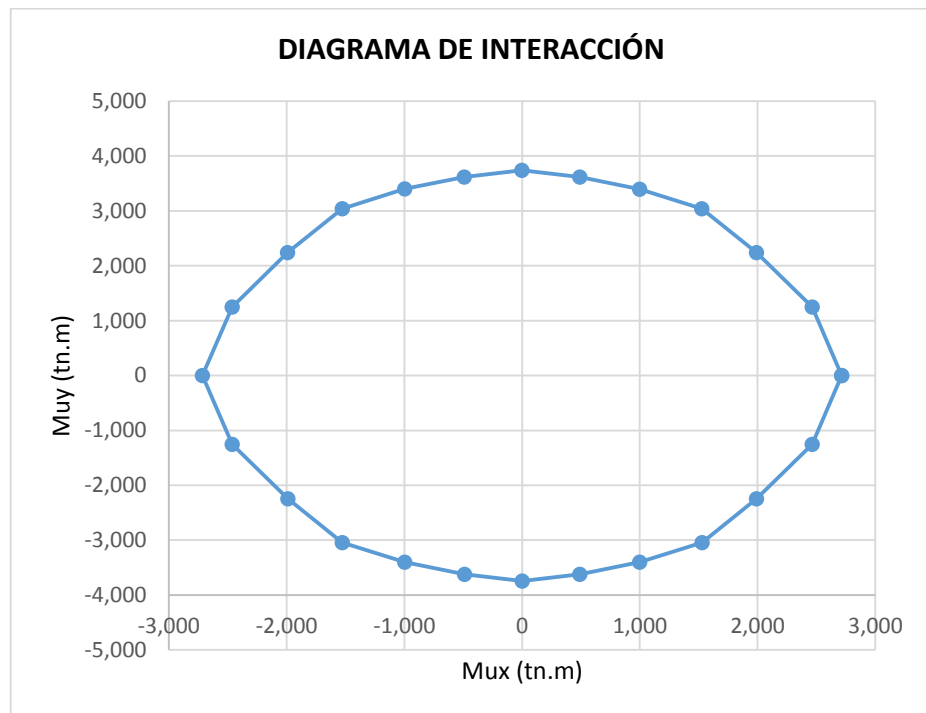
**PRESENTADO POR:**

- Danny Daniel Saavedra Oré.
- Danilo Saavedra Oré.

20	489.48	3619.52
21	997.59	3398.62
22	1527.23	3041.54
23	1990.14	2241.33
24	2463.13	1249.98
25	2714.11	-1.45

**Elaboración:** Propia, basado en el sistema computacional CSiCol v9.

**GRAFICO N° 204:** Diagrama de Interacción bidimensional de la sección de la columna del pilar.



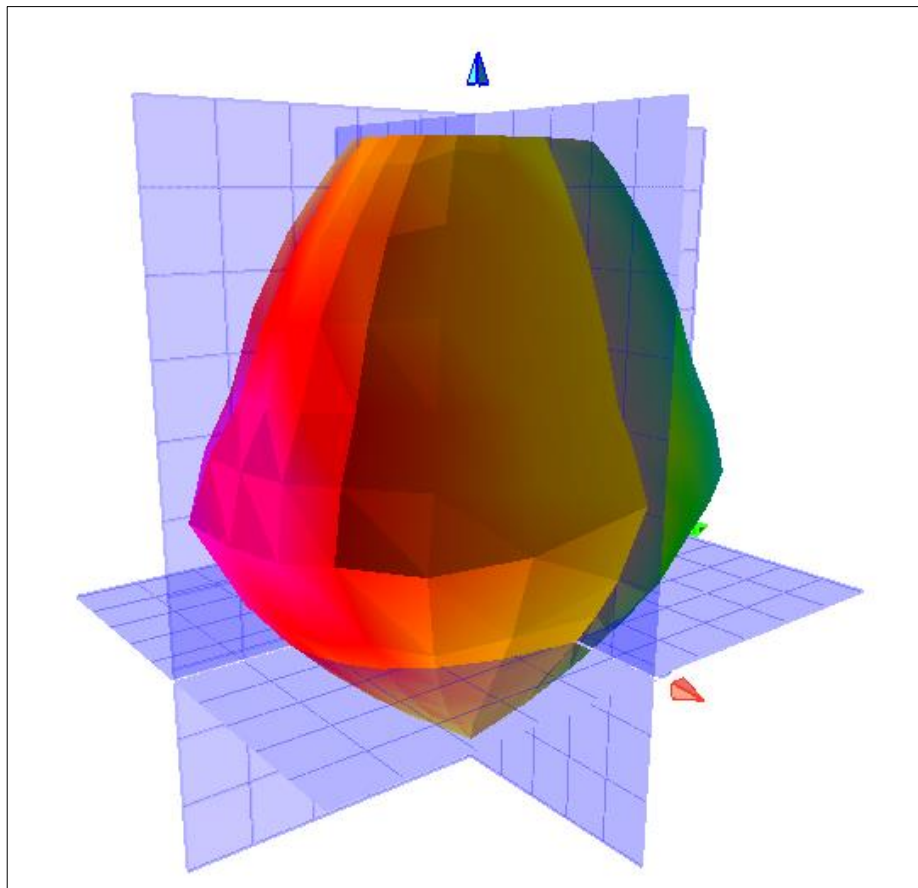
**Elaboración:** Propia, basado en el sistema computacional CSiCol v9.

El diagrama de interacción tridimensional de la columna del pilar se muestra a continuación:

**PRESENTADO POR:**

- Danny Daniel Saavedra Oré.
- Danilo Saavedra Oré.

**GRAFICO N° 205:** Diagrama de Interacción tridimensional de la sección de la columna del pilar.



**Elaboración:** Propia, basado en el sistema computacional CSiCol v9.

#### 4.9.3.5. COMPROBACIÓN DE LA RESISTENCIA DE LA SECCIÓN DE LA COLUMNA DEL PILAR.

La carga más crítica que debe resistir la columna del pilar son las siguientes:

**CUADRO N° 51:** Cargas más críticas que soportara la columna del pilar.

DETALLE	P (tn)	My (tn.m)	Mx (tn.m)
Cargas critica	1675.24	288.99	0

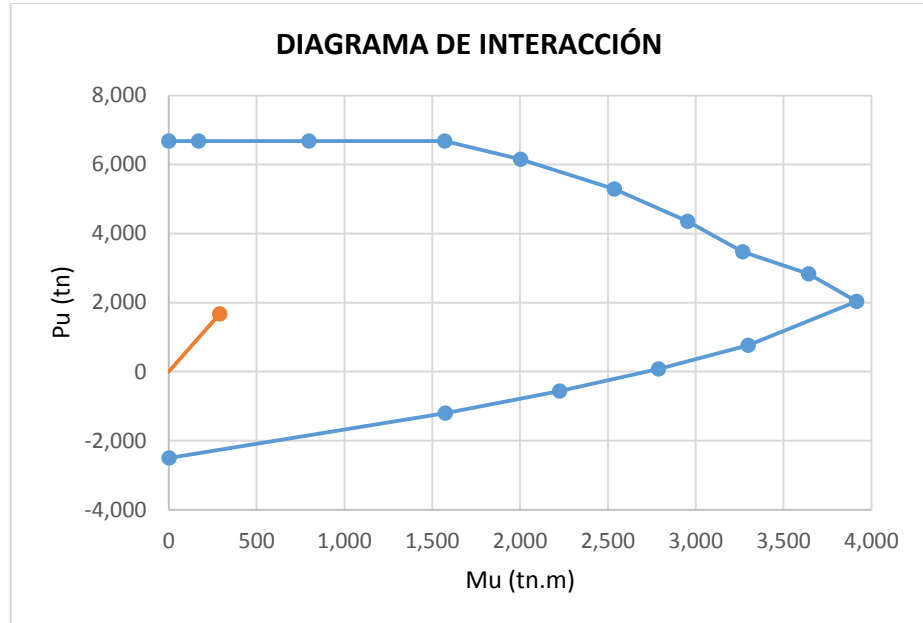
**Elaboración:** Propia.

Este punto se insertara en el diagrama de interacción para comprobar su capacidad de resistencia de la columna del pilar.

**PRESENTADO POR:**

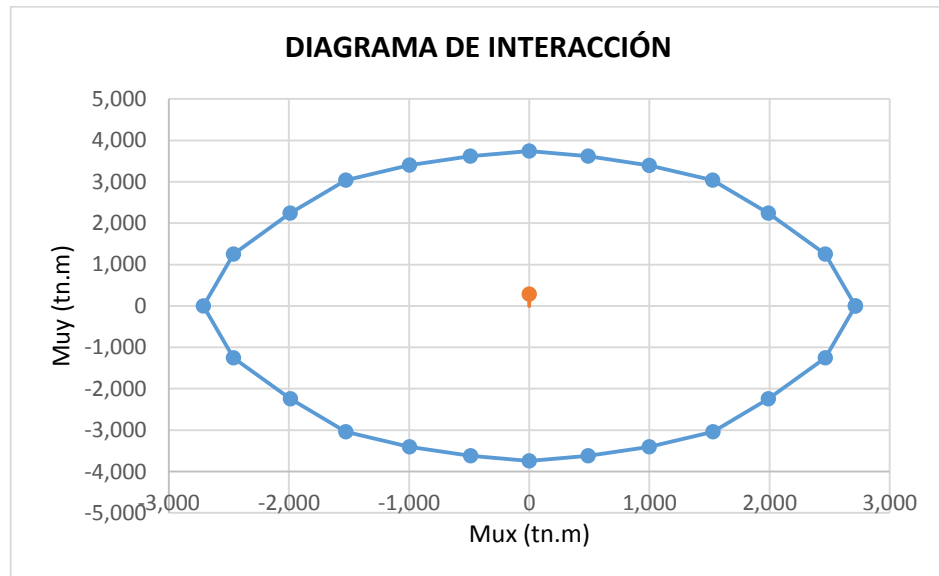
- Danny Daniel Saavedra Oré.
- Danilo Saavedra Oré.

**GRAFICO N° 206:** Punto en el diagrama de Interacción de la sección de la columna del pilar.



**Elaboración:** Propia, basado en el sistema computacional CSiCol v9.

**GRAFICO N° 207:** Punto en el diagrama de Interacción biaxial de la sección de la columna del pilar.



**Elaboración:** Propia, basado en el sistema computacional CSiCol v9.

El punto se encuentra dentro del diagrama de interacción, por lo cual se concluye que la sección y la distribución del refuerzo de acero es el correcto.

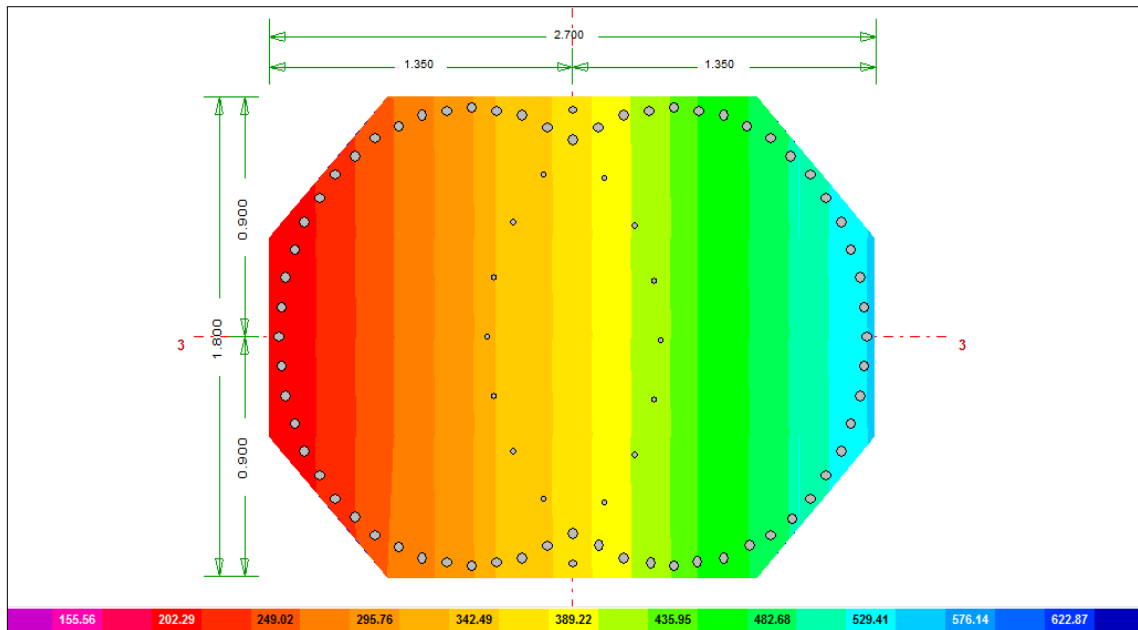
**PRESENTADO POR:**

- Danny Daniel Saavedra Oré.
- Danilo Saavedra Oré.

#### 4.9.3.6. DISTRIBUCIÓN DE ESFUERZOS EN LA SECCIÓN DE LA COLUMNA DEL PILAR.

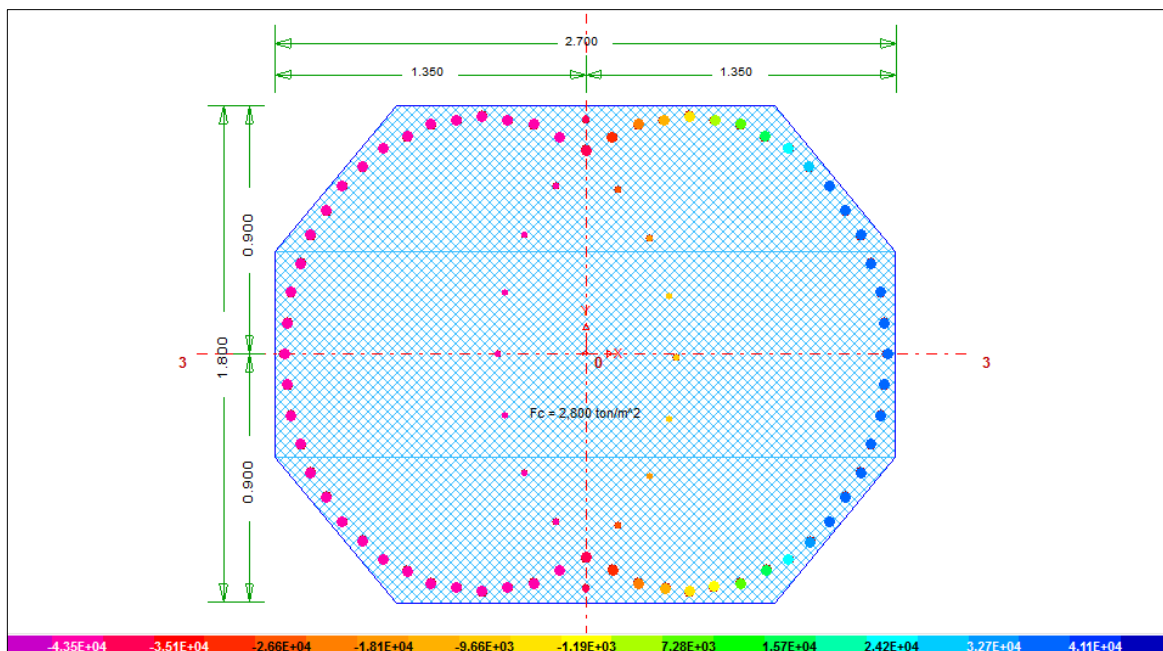
Los diagramas de distribución de esfuerzos al aplicarse la carga más crítica, se muestran a continuación:

**GRAFICO N° 208:** Diagrama de distribución de esfuerzos de la sección de la columna del pilar.



**Elaboración:** Propia, basado en el sistema computacional CSiCol v9.

**GRAFICO N° 209:** Diagrama de distribución de esfuerzos del refuerzo de acero de la columna del pilar.



**Elaboración:** Propia, basado en el sistema computacional CSiCol v9.

**PRESENTADO POR:**

- Danny Daniel Saavedra Oré.
- Danilo Saavedra Oré.

#### 4.9.3.7. RESISTENCIA DEL PILAR CONTRA IMPACTOS.

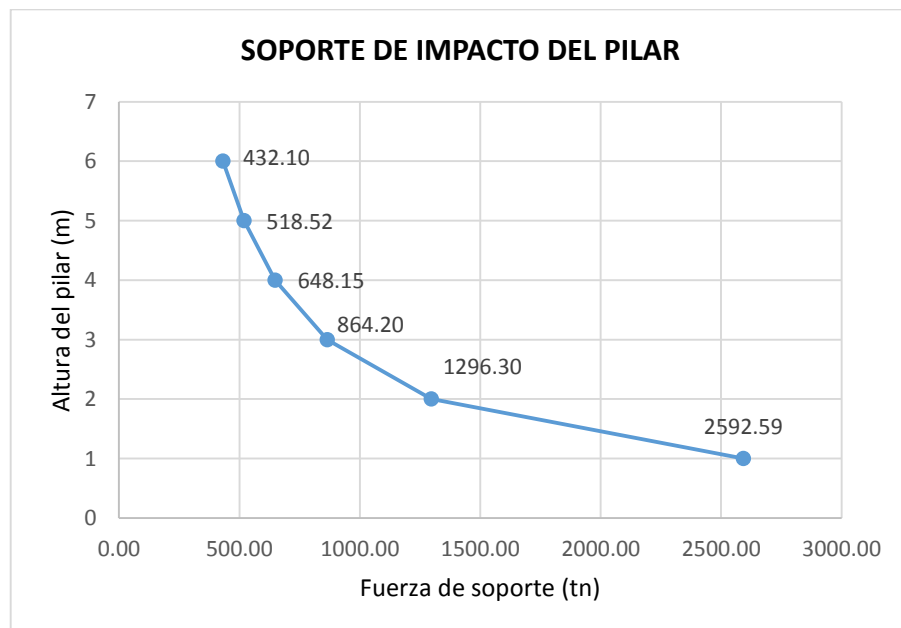
Dependiendo de la altura del impacto hacia el pilar, se determinó la capacidad de soporte de impacto, como se muestra a continuación:

**CUADRO N° 52:** Capacidad de soporte contra impactos del pilar según ubicación de contacto principal con respecto a la base.

ALTURA DE IMPACTO (m)	IMPACTO (tn)
1	2592.59
2	1296.30
3	864.20
4	648.15
5	518.52
6	432.10

Elaboración: Propia.

**GRAFICO N° 210:** Capacidad de soporte contra impactos del pilar según ubicación de contacto principal con respecto a la base.



Elaboración: Propia.

PRESENTADO POR:

- Danny Daniel Saavedra Oré.
- Danilo Saavedra Oré.

#### 4.9.4. DISEÑO POR CORTE.

##### 4.9.4.1. GENERALIDADES.

La fuerza cortante última que puede soportar la columna está dado por la siguiente expresión:

$$\phi V_c = \phi 0.53 \left[ 1 + \frac{Nu}{140 Ag} \right] \lambda \sqrt{f'_c} b d$$

En caso que la fuerza cortante que se ejerce al pilar sea mayor que la que puede soportar se determinara el espaciamiento entre aceros transversales con la siguiente expresión:

$$\phi V_s = \frac{\phi A_v f_y d}{s}$$

Por lo cual deberá cumplir

$$\phi V_c + \phi V_s > V_u$$

##### 4.9.4.2. FUERZA CORTANTE DE SOPORTE DE LA COLUMNA.

La fuerza cortante que soporta la columna es la siguiente:

$$\phi V_c = (0.85) 0.53 \left[ 1 + \frac{1675238.725}{140 (43041.20)} \right] \lambda \sqrt{280} (39935.33)$$

$$\phi V_c = 384.74 \text{ tn}$$

A continuación se comprobara si la columna del pilar soporta la fuerza cortante que produce las cargas vivas.

$$\phi V_c > V_u$$

$$384.74 \text{ tn} > 192.41 \text{ tn (OK)}$$

A continuación se comprobara si la columna del pilar soporta la fuerza cortante a una altura media que produce las cargas por impactos directos.

$$\phi V_c > V_u$$

$$384.74 \text{ tn} > 648.15 \text{ tn (No cumple)}$$

Se deberá determinar el refuerzo transversal para la columna del pilar bajo cargas de impacto.

#### 4.9.4.3. REFUERZO TRANSVERSAL DE ACERO.

Se considerara como refuerzo transversal un acero de 5/8" y con espaciamiento igual a 10 cm.

$$\emptyset V_c + \emptyset V_s = 384.74 \text{ tn} + \frac{0.85 (3.96) (4200) (262)}{10 (1000)}$$

$$\emptyset V_c + \emptyset V_s = 755.13 \text{ tn}$$

Comprobando si el espaciamiento es el correcto.

$$\emptyset V_c + \emptyset V_s > V_u$$

$$755.13 \text{ tn} > 648.15 \text{ tn} \text{ (OK)}$$

Para el refuerzo intermedio se utilizara:

$$AsT = \emptyset 5/8" @ 0.10 \text{ m}$$

Para el refuerzo cerca de apoyos empotrados teniendo en cuenta efectos sísmico y de movimiento por impacto y cargas de viento se utilizara:

$$AsT = \emptyset 5/8" @ 0.05 \text{ m}$$

Para el refuerzo en el interior del cimiento se utilizara:

$$AsT = \emptyset 5/8" @ 0.15 \text{ m}$$

#### 4.9.5. DISEÑO DEL CIMIENTO DEL PILAR.

##### 4.9.5.1. DISEÑO POR FLEXIÓN.

El peralte efecto será igual a:

$$d = h - r - \emptyset = 200 - 5 - 2.54$$

$$d = 192.46 \text{ cm}$$

- **CALCULO DEL ACERO INFERIOR.**

Se calculara inicialmente:

$$a = \frac{d}{5} = \frac{234.26}{5} = 38.49 \text{ cm}$$

Primera iteración para determinar el acero:

$$As = \frac{M_u}{\emptyset f_y (d - \frac{a}{2})} = \frac{17087913.73}{0.9 (4200) (192.46 - \frac{38.49}{2})} = 26.10 \text{ cm}^2$$

$$a = \frac{As f_y}{0.85 f'_c b} = \frac{(26.10) (4200)}{0.85 (280) (200)} = 4.61 \text{ cm}$$

Segunda iteración para determinar el acero:

#### PRESENTADO POR:

- Danny Daniel Saavedra Oré.
- Danilo Saavedra Oré.





$$A_s = \frac{17087913.73}{0.9 (4200) (192.46 - \frac{4.61}{2})} = 23.77 \text{ cm}^2$$

$$a = \frac{A_s f_y}{0.85 f'_c b} = \frac{(23.77) (4200)}{0.85 (280) (200)} = 4.20 \text{ cm}$$

Tercera iteración para determinar el acero:

$$A_s = \frac{17087913.73}{0.9 (4200) (192.46 - \frac{4.20}{2})} = 23.75 \text{ cm}^2$$

$$a = \frac{A_s f_y}{0.85 f'_c b} = \frac{(23.75) (4200)}{0.85 (280) (200)} = 4.19 \text{ cm (OK)}$$

El resultado final será:

$$A_s = 23.75 \text{ cm}^2$$

Determinando el acero mínimo:

$$A_s = 0.0018 b d = 0.0018 (100)(192.46)$$

$$A_s = 34.64 \text{ cm}^2$$

Se utilizara el acero mínimo y distribuirá de la siguiente manera:

$$s = \frac{5.07}{34.64} = 0.1464 \approx 0.14$$

$$A_s = \emptyset 1" @ 0.14 \text{ m}$$

- **CALCULO DEL ACERO SUPERIOR.**

El acero inferior se considera igual a:

$$A_s' = \frac{A_s}{2} = \frac{34.64}{2}$$

$$A_s' = 17.32 \text{ cm}^2$$

Distribuyendo el acero inferior:

$$s = \frac{2.85}{17.32} = 0.1645 \approx 0.16$$

$$A_s = \emptyset 3/4" @ 0.16 \text{ m}$$

#### 4.9.5.2. COMPROBACIÓN DE CORTE.

Verificación de corte:

$$V_c = 0.53 (0.85) \sqrt{f'c} b d = 0.53 (0.85) \sqrt{280} (100) (192.46) / 1000$$

$$V_c = 145.08 \text{ tn}$$

$$V_c > V_u$$

$$145.08 \text{ tn} > 75.11 \text{ tn (OK)}$$

#### 4.10. DISEÑO DE ESTRIBOS.

##### 4.10.1. RESUMEN DE RESULTADOS DEL ESTUDIO DE SUELOS.

De acuerdo al estudio de suelo del estrato 2, donde se encuentra el perfil de suelo más crítico, los resultados de los ensayos de laboratorio necesario para el diseño de estribos se muestra a continuación:

**CUADRO N° 53:** Resumen de resultados de ensayos de laboratorio de mecánica de suelos.

ENSAYOS	RESULTADOS
clasificación SUCS	SC (Arena Arcillosa con Grava)
Angulo de fricción Interna	27.04°
Cohesión	0.01 Kp/cm <sup>2</sup>
Peso específico	1.9 tn/m <sup>3</sup>

**Elaboración:** Propia.

##### 4.10.2. COEFICIENTE DE PRESIÓN ACTIVA DE RANKINE.

El coeficiente de presión activa se determinara de acuerdo a la siguiente expresión:

$$K_a = \tan^2\left(45^\circ - \frac{\phi}{2}\right)$$

$$K_a = \tan^2\left(45^\circ - \frac{27.04}{2}\right)$$

$$K_a = 0.3749$$

$$\sqrt{K_a} = 0.6123$$

### 4.10.3. CONSIDERACIONES SÍSMICAS.

#### 4.10.3.1. GENERALIDADES.

La fuerza activa sísmica por longitud unitaria se determinara de acuerdo a la siguiente expresión:

$$P_{ae} = \frac{1}{2} \gamma H^2 (1 - K_v) K_{ae}$$

El coeficiente de presión activa sísmica de tierra será igual a:

$$K_{ae} = \frac{\text{sen}^2(\phi' + \beta - \theta')}{\cos\theta' \text{sen}^2\beta \text{sen}(\beta - \theta' - \delta') \left[ 1 + \sqrt{\frac{\text{sen}(\phi' + \delta') \text{sen}(\phi' - \theta' - \alpha)}{\text{sen}(\beta - \delta' - \theta') \text{sen}(\alpha + \beta)}} \right]^2}$$

Donde:

$$\theta' = \tan^{-1} \left[ \frac{K_h}{1 - K_v} \right]$$

#### 4.10.3.2. FUERZA ACTIVA SÍSMICA.

Determinando  $\theta'$ :

$$\theta' = \tan^{-1} \left[ \frac{0.31}{1 - 0.2067} \right] = 0.3725 \text{ rad} = 21.34^\circ$$

Determinando el coeficiente de presión sísmica:

$$K_{ae} = \frac{\text{sen}^2(27.04 + 90 - 21.34)}{\cos(21.34) \text{sen}^2(90) \text{sen}(90 - 21.34 - 0) \left[ 1 + \sqrt{\frac{\text{sen}(27.04 + 0) \text{sen}(27.04 - 21.34 - 0)}{\text{sen}(90 - 0 - 21.34) \text{sen}(0 + 90)}} \right]^2}$$
$$K_{ae} = 0.7667$$

Determinando la fuerza activa sísmica neta:

$$P_{ae} = \frac{1}{2} (1.9)(9.7)^2 (1 - 0.2067)(0.7667)$$

$$P_{ae} = 54.37 \text{ tn/m}$$

El punto de aplicación será igual a:

$$\bar{Y} = 0.6 H = 0.6 (9.7)$$

$$\bar{Y} = 5.82 \text{ m}$$

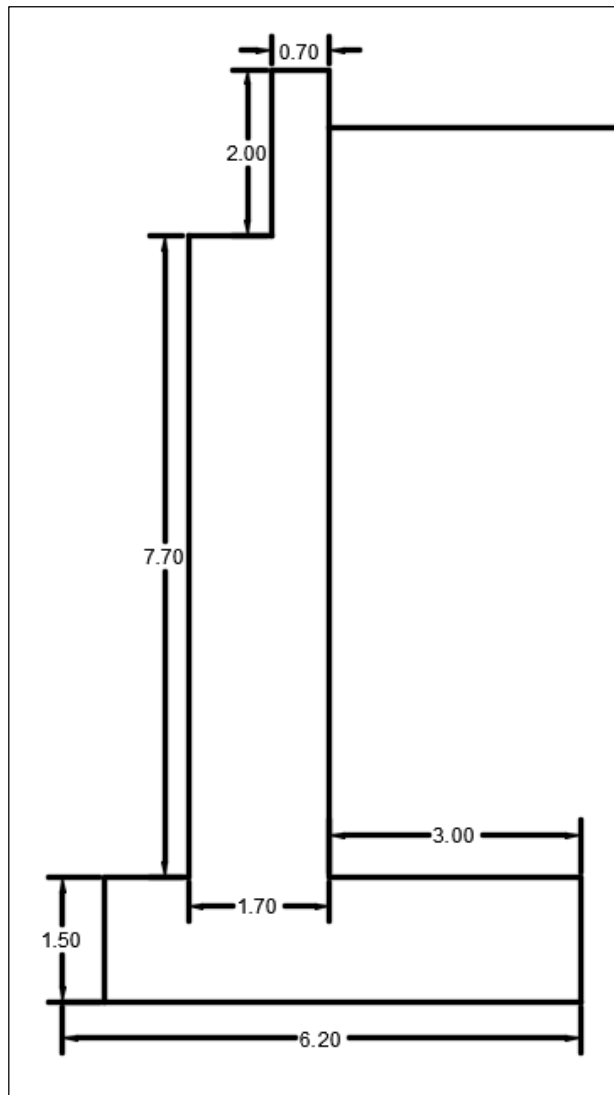
La fuerza activa sísmica será igual a:

$$\Delta P_{ae} = P_{ae} - Pa$$

#### 4.10.4. DIMENSIONAMIENTO DEL ESTRIBO.

Las dimensiones iniciales del estribo se muestran a continuación:

GRAFICO N° 211: Dimensiones iniciales del estribo.



Elaboración: propia.

#### 4.10.5. ANÁLISIS DE ESTABILIDAD DEL ESTRIBO SIN PUENTE.

Determinando el empuje activo ejercido por el suelo:

$$P_v = K_a \gamma (h) \left( \frac{h}{2} \right) - 2c\sqrt{K_a h}$$

$$P_v = (0.3749) (1.9) (11.2) \left( \frac{11.2}{2} \right) - 2(0.1)(0.6123)(11.2)$$

$$P_v = 43.305 \text{ tn/m}$$

PRESENTADO POR:

- Danny Daniel Saavedra Oré.
- Danilo Saavedra Oré.

Determinando el punto de aplicación:

$$X_v = \frac{Pv_1(X_1) + Pv_2(X_2)}{Pv}$$

$$X_v = \frac{44.68(3.73) - 1.37(5.6)}{43.305}$$

$$X_v = 3.6742 \text{ m}$$

Determinando el momento de volteo:

$$M_v = X_v Pv$$

$$M_v = (3.6742)(43.305 \text{ tn/m})$$

$$M_v = 159.11 \text{ tn.m/m}$$

Determinando el momento estable.

**CUADRO N° 54:** Calculo de fuerza y momento estable.

BRAZO DE GIRO (X) m	PESO (P) Tn	MOMENTO Tn.m
2.35	16.30	38.30
1.50	18.48	27.72
2.85	20.52	58.48
4.20	55.29	232.22
	110.59	356.72

**Elaboración:** propia.

$$P_e = 110.59 \text{ tn/m}$$

$$M_e = 356.72 \text{ tn.m/m}$$

El chequeo por volteo se muestra a continuación:

$$FSV = \frac{M_e}{M_v} = \frac{356.72}{159.11}$$

$$FSV = 2.24 > 1.75 \text{ (OK)}$$

El chequeo por deslizamiento se muestra a continuación:

$$FSD = \frac{f P_e}{P_v} = \frac{(0.6)(110.59)}{43.305}$$

$$FSD = 1.53 > 1.75 \text{ (OK)}$$

**PRESENTADO POR:**

- Danny Daniel Saavedra Oré.
- Danilo Saavedra Oré.

#### 4.10.6. ANÁLISIS DE ESTABILIDAD DEL ESTRIBO CON PUNTE.

Determinando el empuje total ejercido por el suelo, sobrecarga y puente:

$$Pv = Ka \gamma (h) \left(\frac{h}{2}\right) - 2c\sqrt{Ka}h + Ka (s/c) (h)$$

$$Pv = (0.3749) (1.9) (11.2) \left(\frac{11.2}{2}\right) - 2(0.1)(0.6123)(11.2) + (0.3749) (1.08) (11.2)$$

$$Pv = 47.839 \text{ tn/m}$$

Determinando el punto de aplicación:

$$Xv = \frac{Pv_1(X_1) + Pv_2(X_2)}{Pv}$$

$$Xv = \frac{44.68 (3.73) - 1.37(5.6) + 4.53(5.60)}{47.84}$$

$$Xv = 3.857 \text{ m}$$

Determinando el momento de volteo:

$$Mv = Xv Pv$$

$$Mv = (3.857 \text{ m}) (47.839 \text{ tn/m})$$

$$Mv = 184.51 \text{ tn. m/m}$$

Determinando el momento estable.

**CUADRO N° 55:** Calculo de fuerza y momento estable.

BRAZO DE GIRO (X) m	PESO (P) Tn	MOMENTO Tn.m
2.35	16.30	38.30
1.50	18.48	27.72
2.85	20.52	58.48
4.20	55.29	232.22
1.595	39.798	63.48
	150.38	420.19

**Elaboración:** propia.

$$Pe = 150.38 \text{ tn/m}$$

$$Me = 420.19 \text{ tn. m/m}$$

El chequeo por volteo se muestra a continuación:

$$FSV = \frac{Me}{Mv} = \frac{420.19}{184.51}$$

$$FSV = 2.28 > 1.75 \text{ (OK)}$$

El chequeo por deslizamiento se muestra a continuación:

$$FSD = \frac{f Pe}{Pv} = \frac{(0.6)(150.38)}{47.839}$$

$$FSD = 1.89 > 1.75 \text{ (OK)}$$

**PRESENTADO POR:**

- Danny Daniel Saavedra Oré.
- Danilo Saavedra Oré.

#### 4.10.7. DISEÑO POR FLEXIÓN.

##### 4.10.7.1. MOMENTO ÚLTIMO DE RESISTENCIA.

Determinando la fuerza cortante y el momento último de resistencia.

$$Pv = 1.5 \left( Ka \gamma (h') \left( \frac{h'}{2} \right) - 2c\sqrt{Kah} \right) + 1.7Ka (s/c) (h')$$

$$Pv = 1.5((0.3749)(1.9)(9.7)\left(\frac{9.7}{2}\right) - 2(0.1)(0.6123)(9.7)) + 1.75(0.3749)(1.08)(9.7)$$

$$Pv = 55.36 \text{ tn/m}$$

Determinando el punto de aplicación para la combinación ultima de resistencia:

$$Xv = \frac{Pv_1(X_1) + Pv_2(X_2) + Pv_3(X_3)}{Pv}$$

$$Xv = \frac{50.27(3.23) - 1.78(4.85) + 6.87(4.85)}{55.36}$$

$$Xv = 3.38 \text{ m}$$

El momento último será igual a:

$$Mv = Xv Pv$$

$$Mv = (3.38)(55.36)$$

$$Mv = 187.22 \text{ tn. m/m}$$

##### 4.10.7.2. MOMENTO ÚLTIMO DE EVENTO EXTREMO.

Determinando la fuerza cortante y el momento último de resistencia.

$$Pv = 1.5 \left( Ka \gamma (h') \left( \frac{h'}{2} \right) - 2c\sqrt{Kah} \right) + 1.00 Ps$$

$$Pv = 1.5 \left( (0.3749)(1.9)(9.7)\left(\frac{9.7}{2}\right) - 2(0.1)(0.6123)(9.7) \right) + 1.00(4.10)$$

$$Pv = 52.59 \text{ tn/m}$$

Determinando el punto de aplicación para la combinación ultima de resistencia:

$$Xv = \frac{Pv_1(X_1) + Pv_2(X_2) + Pv_3(X_3)}{Pv}$$

$$Xv = \frac{50.27(3.23) - 1.78(4.85) + 4.10(5.82)}{55.36}$$

$$Xv = 3.38 \text{ m}$$

El momento último será igual a:

$$M_v = X_v P_v$$

$$M_v = (3.38) (52.59)$$

$$M_v = 177.75 \text{ tn. m/m}$$

#### 4.10.7.3. CALCULO DE ACERO.

El momento máximo entre las dos combinaciones es la siguiente:

$$M_v = 187.22 \text{ tn. m/m}$$

El peralte efecto será igual a:

$$d = h - r - \frac{\emptyset}{2} = 170 - 5 - \frac{2.54}{2}$$

$$d = 163.73 \text{ cm}$$

- **CALCULO DEL ACERO INFERIOR.**

Se calculara inicialmente:

$$a = \frac{d}{5} = \frac{163.73}{5} = 32.75 \text{ cm}$$

Primera iteración para determinar el acero:

$$A_s = \frac{M_u}{\emptyset f_y (d - \frac{a}{2})} = \frac{18721921.25}{0.9 (4200) (163.73 - \frac{32.75}{2})} = 33.61 \text{ cm}^2$$

$$a = \frac{A_s f_y}{0.85 f'_c b} = \frac{(33.61) (4200)}{0.85 (280) (100)} = 5.93 \text{ cm}$$

Segunda iteración para determinar el acero:

$$A_s = \frac{18721921.25}{0.9 (4200) (163.73 - \frac{5.93}{2})} = 30.81 \text{ cm}^2$$

$$a = \frac{A_s f_y}{0.85 f'_c b} = \frac{(30.81) (4200)}{0.85 (280) (100)} = 5.44 \text{ cm}$$

Tercera iteración para determinar el acero:

$$A_s = \frac{18721921.25}{0.9 (4200) (163.73 - \frac{5.44}{2})} = 30.76 \text{ cm}^2$$

$$a = \frac{A_s f_y}{0.85 f'_c b} = \frac{(114.99) (4200)}{0.85 (280) (100)} = 5.43 \text{ cm (OK)}$$

El resultado final será:

$$A_s = 30.76 \text{ cm}^2$$

**PRESENTADO POR:**

- Danny Daniel Saavedra Oré.
- Danilo Saavedra Oré.



Determinando el acero mínimo:

$$A_s = 0.0018 b d = 0.0018(100)(163.73)$$

$$A_s = 29.47 \text{ cm}^2$$

Se utilizara refuerzo de acero de 1" y distribuirá de la siguiente manera:

$$s = \frac{5.07}{30.76} = 0.1648 \text{ m} \approx 0.16 \text{ m}$$

$$A_s = \emptyset 1" @ 0.15 \text{ m}$$

- **CALCULO DEL ACERO SUPERIOR.**

El acero superior será igual a la mitad del acero inferior.

$$A_s = \frac{30.76 \text{ cm}^2}{2} = 15.38$$

Se utilizara refuerzo de acero de 5/8" y distribuirá de la siguiente manera:

$$s = \frac{1.98}{15.38} = 0.1287 \text{ m} \approx 0.12 \text{ m}$$

$$A_s = \emptyset 5/8" @ 0.12 \text{ m}$$

#### 4.10.8. ACERO DE TEMPERATURA.

El acero por temperatura igual a:

$$A_{st} = 0.0018 b h$$

$$A_{st} = 0.0018 (100) (170)$$

$$A_{st} = 30.6 \text{ cm}^2$$

Como el acero de temperatura será para dos caras, se dividirá por el número de caras distribuyendo el acero de la siguiente manera:

$$s = \frac{2(1.98)}{30.6} = 0.129 \text{ m} \approx 0.12 \text{ m}$$

$$A_s = \emptyset 5/8" @ 0.12 \text{ m}$$

#### 4.10.9. VERIFICACIÓN POR CORTE.

El corte que puede soportar el estribo es igual a:

$$V_c = 0.53 (0.85) \sqrt{f'c} b d = 0.53(0.85) \sqrt{280}(100)(163.73)/1000$$

$$V_c = 123.42 \text{ tn}$$

Por verificación se comprueba lo siguiente:

$$V_c > V_u$$

$$123.42 \text{ tn} > 55.36 \text{ (OK)}$$

#### 4.10.10. DISEÑO DE CIMIENTO DEL ESTRIBO.

Para determinar el acero se siguió el siguiente proceso:

El peralte efecto será igual a:

$$d = h - r - \frac{\emptyset}{2} = 150 - 5 - \frac{2.54}{2}$$

$$d = 143.73 \text{ cm}$$

Se calculara inicialmente:

$$a = \frac{d}{5} = \frac{143.73}{5} = 28.75 \text{ cm}$$

Primera iteración para determinar el acero:

$$A_s = \frac{M_u}{\emptyset f_y \left(d - \frac{a}{2}\right)} = \frac{12440250}{0.9 (4200) \left(143.73 - \frac{28.75}{2}\right)} = 25.44 \text{ cm}^2$$

$$a = \frac{A_s f_y}{0.85 f'_c b} = \frac{(25.44) (4200)}{0.85 (280) (100)} = 4.49 \text{ cm}$$

Segunda iteración para determinar el acero:

$$A_s = \frac{12440250}{0.9 (4200) \left(143.73 - \frac{4.49}{2}\right)} = 23.26 \text{ cm}^2$$

$$a = \frac{A_s f_y}{0.85 f'_c b} = \frac{(23.26) (4200)}{0.85 (280) (100)} = 4.10 \text{ cm}$$

Tercera iteración para determinar el acero:

$$A_s = \frac{12440250}{0.9 (4200) \left(143.73 - \frac{4.10}{2}\right)} = 23.23 \text{ cm}^2$$

$$a = \frac{A_s f_y}{0.85 f'_c b} = \frac{(23.23) (4200)}{0.85 (280) (100)} = 4.10 \text{ cm (OK)}$$

El resultado final será:

$$A_s = 23.23 \text{ cm}^2$$

Determinando el acero mínimo:

$$A_s = 0.0018 bd = 0.0018(100)(143.73)$$

$$A_s = 25.87 \text{ cm}^2$$

Se utilizara refuerzo de acero de 1" y distribuirá de la siguiente manera:

$$s = \frac{5.07}{25.87} = 0.196 \text{ m} \approx 0.18 \text{ m}$$

$$A_s = \emptyset 1" @ 0.18 \text{ m}$$

El acero de temperatura será igual a:

$$A_s = 0.0018 bh = 0.0018(100)(150)$$

$$A_s = 27 \text{ cm}^2$$

PRESENTADO POR:

- Danny Daniel Saavedra Oré.
- Danilo Saavedra Oré.



Se utilizara refuerzo de acero de 5/8" y distribuirá de la siguiente manera:

$$s = \frac{2 (1.98)}{27} = 0.1467 \text{ m} \approx 0.14 \text{ m}$$

$$A_s = \emptyset 5/8" @ 0.14 \text{ m}$$

Verificación de corte:

$$V_c = 0.53 (0.85) \sqrt{f'c} b d = 0.53 (0.85) \sqrt{280} (100) (143.73)$$

$$V_c = 127.47 \text{ tn}$$

$$V_c > V_u$$

$$127.47 \text{ tn} > 82.94 \text{ tn (OK)}$$

#### 4.11. DISEÑO DE PILOTES.

##### 4.11.1. PREDIMENSIONAMIENTO.

Para el dimensionamiento de pilotes se deberá utilizar la siguiente ecuación:

$$f_c = 0.25 f'c$$

$$0.25 f'c = \frac{P}{A_g}$$

$$0.25 f'c = \frac{P}{\frac{\pi}{4} D_s^2}$$

$$D_s = 2.257 \sqrt{\frac{P}{f'c}}$$

**Donde:**

Ds: Diámetro del pilote.

P: Peso que soporta el pilote.

Reemplazando los datos:

$$D_s = 2.257 \sqrt{\frac{145.27}{2800}} = 0.514 \text{ m}$$

$$D_s \approx 1.00 \text{ m}$$

PRESENTADO POR:

- Danny Daniel Saavedra Oré.
- Danilo Saavedra Oré.



#### 4.11.2. ANÁLISIS DE LOS PILOTES.

Del análisis de los pilotes se obtuvo el siguiente resultado:

**CUADRO N° 56:** Momentos y fuerzas cortantes por profundidad.

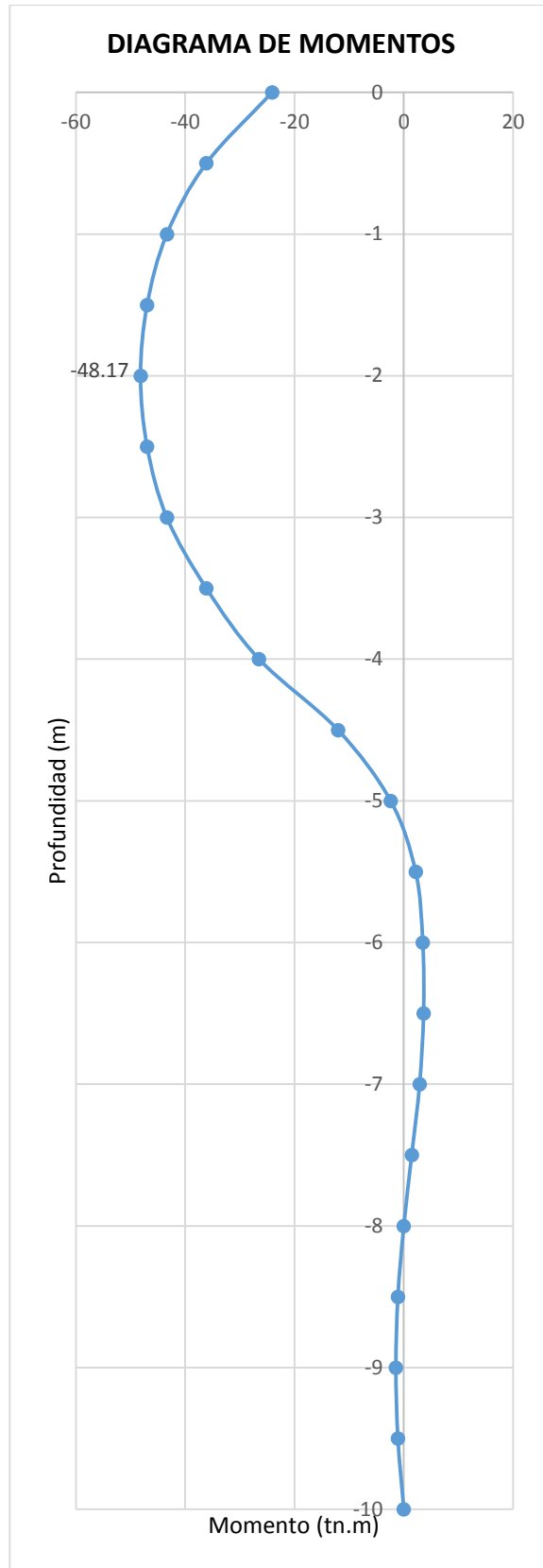
X (m)	Mu (tn.m)	V (tn)
0.00	-24.08	6.02
-0.50	-36.12	5.42
-1.00	-43.35	4.21
-1.50	-46.96	2.41
-2.00	-48.17	0.00
-2.50	-46.96	-2.41
-3.00	-43.35	-4.21
-3.50	-36.12	-5.30
-4.00	-26.49	-5.72
-4.50	-12.04	-5.12
-5.00	-2.41	-3.61
-5.50	2.17	-1.81
-6.00	3.47	0.00
-6.50	3.61	1.08
-7.00	2.89	1.20
-7.50	1.44	0.60
-8.00	0.00	0.00
-8.50	-1.08	-0.48
-9.00	-1.44	-0.60
-9.50	-1.08	-0.48
-10.00	0.00	0.00

**Elaboración:** propia.

**PRESENTADO POR:**

- Danny Daniel Saavedra Oré.
- Danilo Saavedra Oré.

GRAFICO N° 212: Diagrama de momentos flectores del pilote.

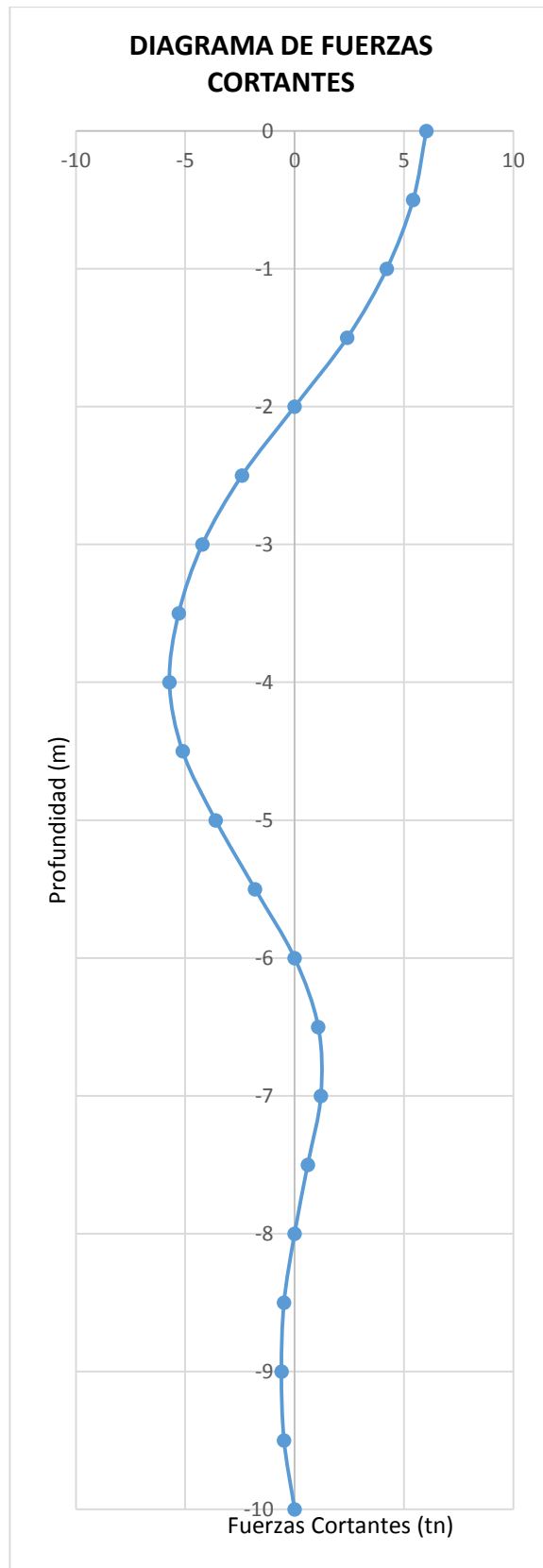


Elaboración: propia.

PRESENTADO POR:

- Danny Daniel Saavedra Oré.
- Danilo Saavedra Oré.

GRAFICO N° 213: Diagrama de fuerzas cortantes del pilote.



Elaboración: propia.

PRESENTADO POR:

- Danny Daniel Saavedra Oré.
- Danilo Saavedra Oré.

#### 4.11.3. DISEÑO POR FLEJO-COMPRESIÓN.

Se determinara el acero inicial considerando la cuantía mínima:

$$A_s = 0.01 A_g = 0.01 \left( \frac{\pi (100)^2}{4} \right)$$

$$A_s = 78.54 \text{ cm}^2$$

$$A_s = 20 \text{ } \phi 1''$$

La fuerza axial y momento flector que soporta el pilote es el siguiente:

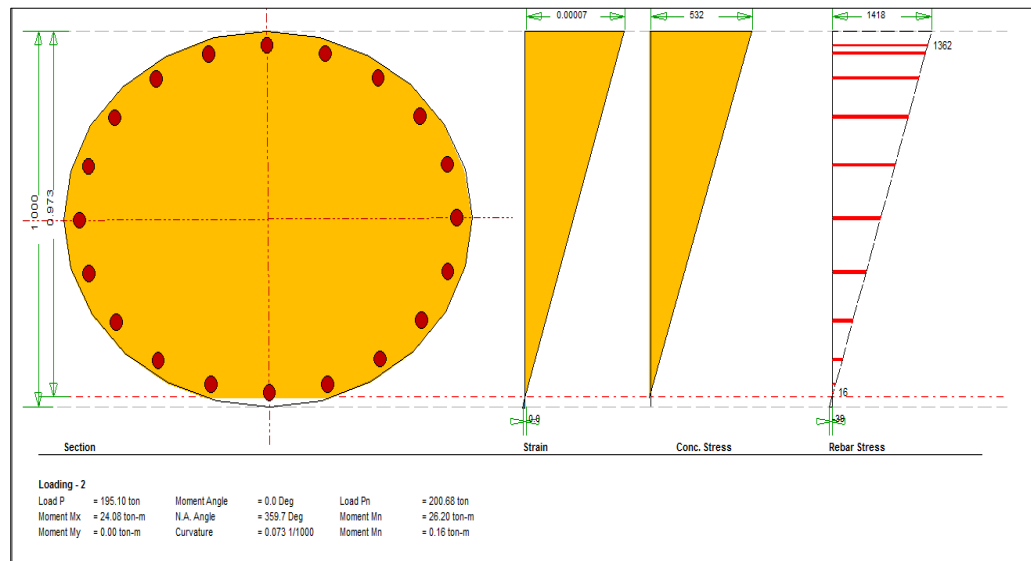
**CUADRO N° 57:** Cargas que soporta el pilote.

M(tn.m)	P (tn)
24.08	48.17

**Elaboración:** Propia.

Para el proceso de interacción de la columna para diferentes cargas y comprobar si la sección y distribución de acero es el adecuado, se realizó el siguiente diagrama.

**GRAFICO N° 214:** Análisis de la sección del pilote.



**Elaboración:** Propia, basado en el sistema computacional CSiCol v9.

Los resultados del análisis por flexo-compresión se muestran a continuación:

**PRESENTADO POR:**

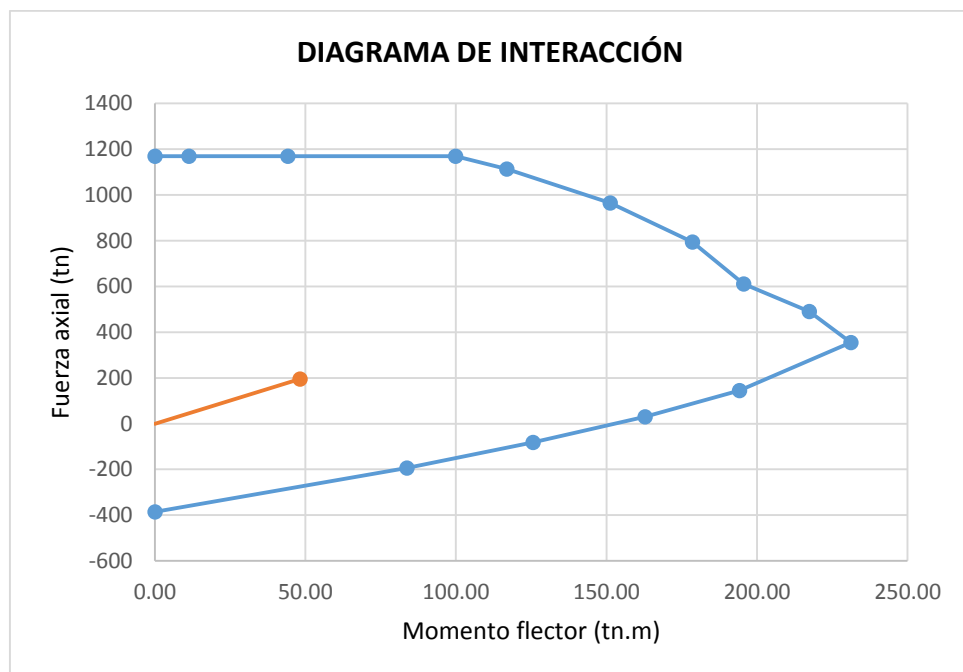
- Danny Daniel Saavedra Oré.
- Danilo Saavedra Oré.

**CUADRO N° 58:** Puntos del diagrama de Interacción de la sección del pilote.

PUNTO	Pu (ton)	Mu (ton-m)
1	-385.60	0.00
2	-193.60	83.70
3	-82.50	125.60
4	30.10	162.80
5	144.30	194.10
6	354.80	231.10
7	491.20	217.30
8	610.60	195.50
9	794.80	178.50
10	964.40	151.20
11	1113.70	116.90
12	1169.80	99.90
13	1169.80	44.10
14	1169.80	11.30
15	1169.80	0.00

**Elaboración:** Propia, basado en el sistema computacional CSiCol v9.

**GRAFICO N° 215:** Diagrama de Interacción de la sección del pilote.



**Elaboración:** Propia, basado en el sistema computacional CSiCol v9.

**PRESENTADO POR:**

- Danny Daniel Saavedra Oré.
- Danilo Saavedra Oré.





**CUADRO N° 59:** Puntos del diagrama de Interacción bidimensional de la sección del pilote.

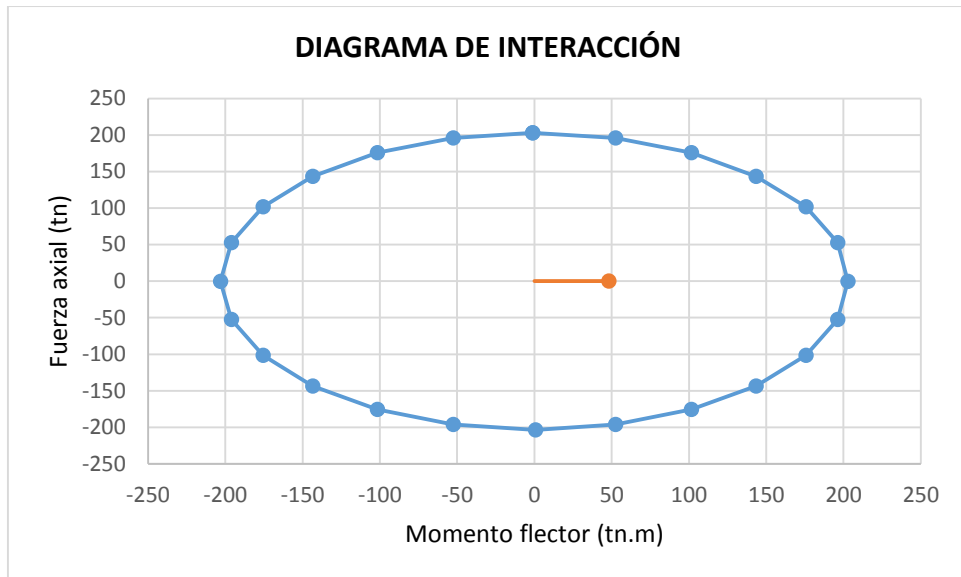
PUNTO	Mx (ton.m)	My (ton.m)
1	202.91	-1.25
2	196.13	-52.53
3	175.70	-101.64
4	143.43	-143.43
5	101.64	-175.70
6	52.53	-196.13
7	-0.34	-203.07
8	-52.53	-196.13
9	-101.64	-175.70
10	-143.43	-143.43
11	-175.70	-101.64
12	-196.13	-52.53
13	-203.58	0.58
14	-196.13	52.53
15	-175.70	101.64
16	-143.43	143.43
17	-101.64	175.70
18	-52.53	196.13
19	-0.33	202.91
20	52.53	196.13
21	101.64	175.70
22	143.43	143.43
23	175.70	101.64
24	196.13	52.53
25	202.91	-1.25

**Elaboración:** Propia, basado en el sistema computacional CSiCol v9.

**PRESENTADO POR:**

- Danny Daniel Saavedra Oré.
- Danilo Saavedra Oré.

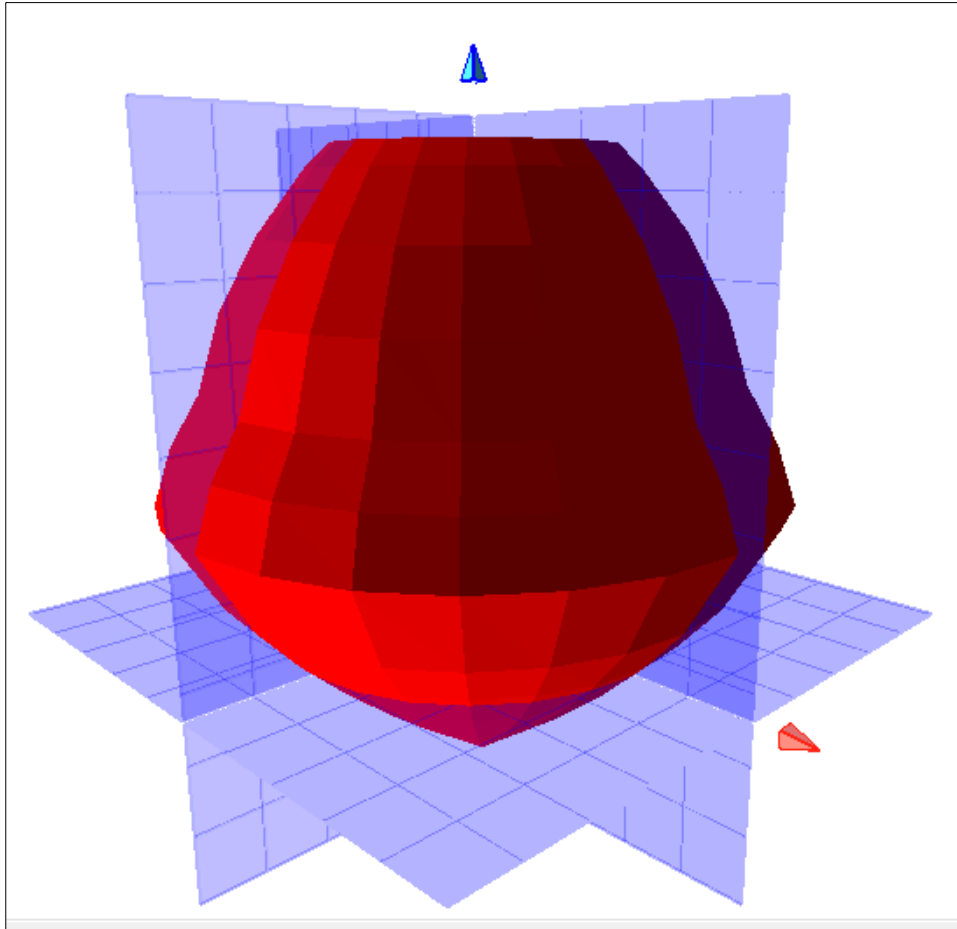
**GRAFICO N° 216:** Diagrama de Interacción bidimensional de la sección del pilote.



**Elaboración:** Propia, basado en el sistema computacional CSiCol v9.

El diagrama de interacción tridimensional del pilote se muestra a continuación:

**GRAFICO N° 217:** Diagrama de Interacción tridimensional de la sección del pilote.



**Elaboración:** Propia, basado en el sistema computacional CSiCol v9.

La sección del pilote soporta las cargas aplicadas.

#### 4.11.4. DISEÑO POR CORTE.

La fuerza cortante que puede soportar el pilote será igual a:

$$V_c = 0.53 (0.85) \sqrt{f'_c} A_g'$$

$$V_c = 0.53 (0.85) \sqrt{280} (5340.43) / 1000$$

$$V_c = 40.26 \text{ tn}$$

Verificando:

$$V_c > V_u$$

$$40.26 \text{ tn} > 6.02 \text{ tn (OK)}$$

El concreto puede soportar el corte, pero por precaución se utilizara:

$$A_{sc} = \emptyset 1/2" @ 0.05 \text{ m (L/3)}$$

$$A_{sc} = \emptyset 1/2" @ 0.10 \text{ m}$$

#### PRESENTADO POR:

- Danny Daniel Saavedra Oré.
- Danilo Saavedra Oré.



## 5. PRESUPUESTO DE OBRA

### 5.1. ASPECTOS GENERALES.

#### 5.1.1. DESCRIPCIÓN.

Este capítulo ha sido realizado con el propósito de contar con el Presupuesto de Obra, para poder contribuir al mejoramiento en el control y ordenamiento del tráfico en la zona de estudio, teniendo en cuenta lo señalado en el Manual de Dispositivos de Control del Tránsito Automotor en Calles y Carreteras – MTC. Bajo este concepto y con la finalidad de proveer al puente de interconexión y sus accesos de todos los elementos y dispositivos necesarios que posibiliten una mayor seguridad en el tránsito vehicular, se ha visto por conveniente compatibilizar las necesidades reales del Proyecto, al carácter turístico de la vía y la idiosincrasia de los usuarios y pobladores.

#### 5.1.2. CANTERAS.

La cantera considerada para la obtención de los materiales granulares utilizados en la construcción del Puente de Interconexión Vial y accesos será de Pachachaca, ubicada en la parte sur aproximadamente a 30 minutos de la zona de estudio.

#### 5.1.3. FUENTES DE AGUA.

Como fuentes de agua se utilizara las aguas del rio de Ñaccheros ubicada a 15 minutos de la zona de estudio, esta fuente de agua ha pasado por el control de calidad y análisis químico las cuales cumplen con los requerimientos para emplearlas en las obras de concreto con cemento Portland y capas granulares del pavimento.

#### 5.1.4. DEPOSITO DE MATERIAL EXCEDENTE.

Se ubica a menos de 1 km aguas arriba del Puente de Interconexión, la cual tendrá un tratamiento adecuado.

### 5.2. PRESUPUESTO.

Los Análisis de Costos Unitarios y los presupuestos de obra han sido calculados independientemente para cada uno de las partidas en las que se ha dividido la construcción del Puente de Interconexión y sus accesos y se han calculado en moneda nacional, teniendo en cuenta los costos vigentes de Febrero del 2017.

Los costos han sido clasificados en:

- Costos Directos.
- Costos Indirectos.

#### 5.2.1. IMPUESTO GENERAL A LAS VENTAS (I.G.V.)

Se aplica un 18% sobre la suma de los Costos Directos, Indirectos y Utilidades.

#### PRESENTADO POR:

- Danny Daniel Saavedra Oré.
- Danilo Saavedra Oré.



#### **5.2.2. PLAZO DE EJECUCIÓN.**

El plazo previsto para la ejecución de la obra es de 245 días calendarios.

#### **5.2.3. PROGRAMA DE OBRA.**

Se elabora el Cronograma Valorizado de Obra, considerando el plazo de ejecución de la obra de 245 días calendario.

#### **5.3. COSTOS DIRECTOS.**

Se han analizado los costos de acuerdo a un proceso constructivo factible de efectuarse en el plazo previsto, procurando llevar el análisis de cada partida hasta donde ha sido razonablemente posible. Resultando un costo de S/. 5 ,692,699.01.

##### **5.3.1. MANO DE OBRA.**

Los jornales están referidos a Marzo de 2017, estos incluyen las leyes sociales y bonificaciones otorgadas por Decretos, Resoluciones, etc. vigente emitidos por el Ministerio de Trabajo, para las actividades de construcción civil, Fuente: INEI.

##### **5.3.2. MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN.**

En principio, para los precios de los materiales se utilizó los costos obtenidos de las cotizaciones elaboradas dentro de la ciudad y fuera de la misma.

Se han considerado los costos de los materiales puestos en obra adicionándose los gastos por almacenamiento, manipuleo y merma de ser el caso; teniendo como lugares de abastecimiento los siguientes: Abancay, Arequipa y Lima.

Los fletes han sido calculados de acuerdo al Decreto Supremo N° 045-2003-MTC y complementarios. En el cual, establecen las disposiciones para el cálculo del costo mínimo del servicio de transporte de mercancías por carretera, actualizados con el código 032 de los índices unificados de precios publicada por INEI.

Los precios utilizados en los análisis de precios unitarios no incluyen el I.G.V.

##### **5.3.3. EQUIPO MECANICO,**

Se ha considerado la tarifa de alquileres horario para maquinaria nacional e importada, del mercado nacional, según publicaciones de revistas especializadas como Costos, Constructivo, Capeco, etc. cuyas tarifas han sido calculadas en base de valores de elaboración y a criterios técnicos recopilados de las empresas propietarias de equipos y de los manuales de fabricantes y sirven de base para la cotización actual en el mercado.

#### **PRESENTADO POR:**

- Danny Daniel Saavedra Oré.
- Danilo Saavedra Oré.



#### 5.3.4. HERRAMIENTAS.

Se han considerado como costo por desgaste de herramientas de 5% del importe de la mano de obra.

#### 5.3.5. METRADOS.

Los metrado presentados corresponden a los obtenidos del estudio realizado en la zona según las unidades propias de medición para cada partida específica y cuyos cálculos se sustentan en las planillas de metrado y planos correspondientes, los cuales estas reflejados con mayor aproximación las cantidades reales de trabajo acorde a las necesidades de la obra, cumpliendo a lo establecido.

#### 5.3.6. ANALISIS DE COSTOS UNITARIOS.

Los costos unitarios secretos de cada una de las partidas y sub-partidas que integran el presupuesto de obra, se ha tratado de establecer el justo valor que representa en obra la ejecución de las diversas actividades, para lo cual se ha tenido en cuenta los rendimientos de la mano de obra y el equipo mecánico que intervendrá en la obra de acuerdo a la localización y los factores climáticos de la misma. Igualmente se ha considerado la cantidad exacta de materiales e insumos que se requieren para conseguir las partidas terminadas de acuerdo a las Especificaciones Técnicas del Proyecto.

#### 5.3.7. COSTOS INDIRECTOS.

En el análisis, se ha considerado todos aquellos costos que no fueron considerados como Costos Directos, pero que son indispensables para la ejecución de la Obra tales como Dirección Técnica y Administrativa, Campamento, Equipos no incluidos en los Costos Directos, Gastos Financieros. Utilidad del Contratista, costos relacionados al cumplimiento del Plan de Manejo Ambiental, etc.

#### 5.3.8. GASTOS GENERALES.

Los gastos generales han sido determinados, según el análisis hecho, considerando los gastos de operación, Dirección Técnica y Gastos Financieros que serán utilizados para el proyecto.

Los costos indirectos, que conforman el Presupuesto de Obra, han sido analizados de acuerdo a las necesidades de la misma. Los gastos generales se han clasificado como:

- Gastos Generales Fijos. No varían durante la ejecución de la obra.
- Gastos Generales Variables, que fluctúan de acuerdo al periodo de ejecución de la obra.

#### PRESENTADO POR:

- Danny Daniel Saavedra Oré.
- Danilo Saavedra Oré.



Cabe resaltar que el costo de elaboración del Estudio de Prueba de carga del puente ha sido incluido en Gastos Generales de ítem Liquidación de Obra.

**5.3.9. UTILIDAD.**

Se ha considerado un 10% sobre el monto total del Costo Directo.

**5.4. PRESUPUESTO DE OBRA GENERAL.**

**PRESENTADO POR:**

- Danny Daniel Saavedra Oré.
- Danilo Saavedra Oré.



## 6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

- [1] El coeficiente de aceleración sísmica del proyecto a 10 % de nivel de excedencia para 50 años de vida útil, que es igual a un periodo de retoro igual a 475 años aproximadamente, será igual a 0.31 g. Esto de acuerdo al Mapa de Distribución de Isoaceleraciones.
- [2] La ciudad de Abancay está en la Zona Sísmica IV, esto de acuerdo al Manual de Diseño de Puentes.
- [3] En el presente proyecto se plantea como alternativa definitiva un puente continuo de dos tramos tipo Girder.
- [4] Las propiedades de los materiales fueron especificados de acuerdo a Manual de Diseño de Puentes.
- [5] El análisis estructural está basado en la filosofía de diseño del LRFD.
- [6] El vehículo de diseño para el análisis estructural de puente es el HL-93, de acuerdo al Manual de Diseño de puentes.
- [7] El método empleado para el análisis del estructural, fue el de tres momentos, cuyo rango de evaluación se encuentra en el elástico.
- [8] Las deflexiones del puente fue determinado de acuerdo a la teoría de la viga elástica.
- [9] La viga trabe que cumple los requisitos de soporte de carga es el AASHTO de tipo VI.
- [10] Las vigas trabe son prefabrica que deberán ser construidas in situ por sus grandes dimensiones.
- [11] Se adicionara diafragmas en los apoyos del pilar y de los estribos del puente.
- [12] Los planos fueron elaborados de acuerdo a los resultados brindados por el análisis estructural del puente en el capítulo 9.
- [13] El presupuesto total que necesita el proyecto es de S/.5, 471,948.87.
- [14] La ejecución del proyecto se ejecutara en un plazo de 8 meses.

### PRESENTADO POR:

- Danny Daniel Saavedra Oré.
- Danilo Saavedra Oré.





## 7. BIBLIOGRAFÍA.

- [1] Ministerio de Transportes y Comunicaciones del Perú, 2003, “Manual de Diseño de Puentes”.
- [2] Salvador Monleon Cremades, 1ra Edición, 1997, “Ingeniería de Puentes: Análisis Estructural”.
- [3] Ricardo Claros Chuquimia y Pedro Esteban Meruvia Cabrera, 2004, “Apoyo Didáctico en la Enseñanza-Aprendizaje de la Asignatura de Puentes”.
- [4] David B. Steinman y Sara Ruth Watson, 1ra Edición, 2001, “Puentes y sus Constructores”.
- [5] Edgar Eduardo Muñoz Díaz, 3ra Edición, 2012, “Ingeniería de puentes”.
- [6] S. Hernández, 2da Edición, 2002, “Puentes. Diseño, análisis y construcción”.
- [7] Miguel E. Ruiz, Narciso Novillo, Agustín Fragueiro, John Ampuero, José Santos Ojeda Meztas, 4ta Edición, 2014, “Análisis, Diseño y Construcción de Puentes”.
- [8] Santiago Calatrava, 1ra Edición, 2007, “Los Puentes”.
- [9] Luis Viñuela Rueda y José Martínez Salcedo, 1ra Edición, 2009, “Proyecto y Construcción de Puentes Metálicos y Mixtos”.
- [10] Braja M. Das, 6ma edición, 2012, “Fundamentos de ingeniería de cimentaciones”.
- [11] Roberto Morales Morales, 1ra Edición, “Diseño en Concreto Armado”.
- [12] Prof. F. Yáñez, “Hormigón Pretensado”.
- [13] Ing. René Carranza Aubry, Ing. Luis Felipe Cruz, Ing. Rubén Obregón Cházaro, Ing. Guillermo Mecalco Díaz, Ing. Juan Carlos Delgado, Ing. Samuel Heyndembit, Arq. Heraclio Esqueda Huidobro, Ing. Rafael A. Betancourt Ribotta, “Manual de Diseño de Estructuras Prefabricadas y Presforzadas”.
- [14] Carlos Ricardo Llopiz, “Hormigón Armado Precomprimido”.

### PRESENTADO POR:

- Danny Daniel Saavedra Oré.
- Danilo Saavedra Oré.



## **ANEXOS**

### **(PLANO)**

**PRESENTADO POR:**

- Danny Daniel Saavedra Oré.
- Danilo Saavedra Oré.



# ANEXO A

## ESTUDIO TOGRAFICO



**NOMBRE DEL PROYECTO:** “ANÁLISIS Y DISEÑO DEL PUENTE DE INTERCONEXIÓN VIAL Y PEATONAL ENTRE LA URBANIZACIÓN PATIBAMABA BAJA Y MANUEL ESCORZA DE LA CIUDAD DE ABANCAY - APURIMAC”.

**PRESENTADO POR:**

DANNY DANIEL SAAVEDRA ORE.

DANILO SAAVEDRA ORÉ.

ABANCAY, AGOSTO DEL 2016



## **INDICE DE CONTENIDO**

- 1. GENERALIDADES.**
  - 1.1. INTRODUCCIÓN.**
  - 1.2. OBJETIVOS.**
    - 1.2.1. Objetivos Generales.**
    - 1.2.2. Objetivos Específicos.**
  - 1.3. IMPORTANCIA.**
  - 1.4. DEFINICIÓN DE TERMINOS EMPLEADOS.**
- 2. INFORMACIÓN BASICA.**
  - 2.1. UBICACIÓN DEL AREA DE ESTUDIO.**
  - 2.2. UBICACIÓN DEL PUENTE.**
  - 2.3. RECOPIACIÓN DE INFORMACIÓN.**
  - 2.4. EQUIPOS UTILIZADOS.**
  - 2.5. SISTEMAS DE COORDENADAS.**
- 3. TRABAJOS DE CAMPO.**
  - 3.1. RECONOCIMIENTO DE CAMPO.**
  - 3.2. MONUMENTACIÓN DE LOS PUNTOS DE CONTROL TOPOGRÁFICO.**
  - 3.3. LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO.**
- 4. TRABAJO DE GABINETE.**
  - 4.1. PROCESAMIENTO DE LA DATA TOPOGRAFICA.**
  - 4.2. CÁLCULO Y COMPENSACIÓN DE POLIGONALES.**
  - 4.3. DIBUJO DE PLANOS.**
- 5. CONCLUSIONES.**
- 6. RECOMENDACIONES.**
- 7. ANEXOS..**
  - 4.1. BASE DE DATOS.**
  - 4.2. PANEL FOTOGRAFICO.**

**RESENTADO POR:**

- Danny Daniel Saavedra Oré.
- Danilo Saavedra Oré.



## LISTA DE CUADROS

**CUADRO N°01:** Base de Datos de los Puntos del Levantamiento Topográfico.

**CUADRO N°02:** Coordenadas de BMs del Proyecto.

## LISTA DE FIGURAS

**FIGURA N°01:** Ubicación de la Zona del Proyecto.

**FIGURA N°02:** Imagen Satelital de la Ubicación del Puente.

**FIGURA N°03:** Calculo de acimut a partir de un acimut conocido y de los ángulos medidos.

**FIGURA N°04:** Representación de las proyecciones de los lados de una poligonal.

**FIGURA N°05:** Error de cierre lineal en poligonales cerradas.

**FIGURA N°06:** Determinación de la Pendiente en la Quebrada el Olivo.

**FIGURA N°07:** Determinación de la Pendiente en la Quebrada el Olivo vista Frontal.

**FIGURA N°08:** Verificación de los implementos del Equipo RTK R10 en el primer día del Trabajo de Campo.

**FIGURA N°09:** Instalación de la Antena Base del RTK R10.

**FIGURA N°10:** Instalación del Cabezal Receptor.

**FIGURA N°11:** Configuración del Equipo.

**FIGURA N°12:** Inicio del Levantamiento Topográfico.

**FIGURA N°13:** Ubicación de los detalles del terreno.

**FIGURA N°14:** Levantamiento del Cauce Aguas Arriba.

**FIGURA N°15:** Socavación del Cauce ocasionado por las lluvias máximas.

**FIGURA N°16:** Instalación del Equipo en el segundo día del Trabajo de Campo.

**FIGURA N°17:** Levantamiento del camino existente.

**FIGURA N°18:** Levantamiento del cauce del rio aguas abajo.

**FIGURA N°19:** Verificación de los Puntos Levantados.

## RESENTADO POR:

- Danny Daniel Saavedra Oré.
- Danilo Saavedra Oré.



## 1. GENERALIDADES

### 1.1. INTRODUCCIÓN

Con fines de la elaboración de los ESTUDIOS PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL PUENTE DE INTERCONEXIÓN VIAL ENTRE LAS URBANIZACIONES DE PATIBAMBA BAJA Y MANUEL ESCORZA, se desarrolló el Estudio Topográfico en el área de influencia del Puente, con fines de determinar las características en planta, sección transversal y puntos que requieran mayor detalle.

Para poder realizar el levantamiento topográfico se recurrió a información complementaria como es: catastro de Abancay, Planos Satelitales y Google Earth y Carta Nacional. Con dicha información se elaboró el plan de trabajo en el área de influencia a intervenir.

Durante el proceso del levantamiento Topográfico se utilizó el equipo del RTK R10, que a comparación de los equipos tradicionales nos permite mayores facilidades en el Proceso del Trabajo de Campo y Trabajo de Gabinete, dicho equipo nos permite la utilización de distintos métodos de recolección de Datos, en el presente trabajo se utilizó el Método cinemático, el cual nos permitió un levantamiento de precisión y con mayor rapidez.

En el levantamiento y la confección de los planos se consideraron las recomendaciones del Manual de Diseño de Puentes.

#### RESENTADO POR:

- Danny Daniel Saavedra Oré.
- Danilo Saavedra Oré.



## **1.2. OBJETIVOS**

### **1.2.1. Objetivos Generales**

Determinar en planta y elevación las principales características de la zona de Estudio donde se ubicara el Puente y accesos.

### **1.2.2. Objetivos Específicos**

- Los trabajos topográficos están orientados a la definición del eje de ubicación del Puente para fines de Estudio.
- Posibilitar la definición precisa de la ubicación y las dimensiones de los elementos estructurales.
- Establecer puntos de referencia BMs, para el replanteo durante la construcción.
- Elaborar el diseño geométrico de accesos y obras de protección.
- Proporcionar información de base para complementar los estudios hidrológicos e hidráulicos, geología, geotecnia y otros fines.

## **1.3. IMPORTANCIA**

La importancia de realizar el estudio topográfico radica en la necesidad de proyectar de manera precisa las obras necesarias para el desarrollo del proyecto, siendo estos plasmado mediante los planos del Levantamiento Topográfico General, Plano de Ubicación y accesos Georeferenciado, Plano en Planta del Puente con Curvas de Nivel, Plano en Perfil del Puente y otros Planos de diseño geométrico de la vía urbana.

También nos proporcionan información base para la elaboración de Modelamientos y Estudios principales como son: Estudios Hidrológicos e Hidráulicos, Geológicos y otros.

Nos permiten establecer puntos o hitos Georeferenciados y debidamente monumentados que nos proporcionan facilidades en la etapa de ejecución.

Mediante los planos procesados obtenidos en el trabajo de Gabinete, el cual nos permite establecer las áreas de influencia, con fines de poder gestionar la adquisición de los terrenos y demás aptos administrativos.

### **RESENTADO POR:**

- Danny Daniel Saavedra Oré.
- Danilo Saavedra Oré.



#### 1.4. DEFINICIÓN DE TERMINOS EMPLEADOS

Existen definiciones de términos que se usaron y usaran con frecuencia en el estudio topográfico y que son de importante conocimiento para poder tener una mejor apreciación global de lo realizado. Entre los términos más utilizados tenemos:

- **Acceso:** Ingreso y/o salida a una instalación u obra de infraestructura vial.
- **Topografía:** Ciencia que con el auxilio de las matemáticas nos ayuda a representar gráficamente un terreno o lugar determinado, con todos sus accidentes y particularidades naturales o artificiales de su superficie.
- **Levantamiento Topográfico:** Conjunto de operaciones de medidas efectuadas en el terreno para obtener los elementos necesarios elaborar su representación gráfica.
- **Registro de Campo y Tipos de Accesos:** La parte más importante del trabajo de campo es la toma de datos de las mediciones angulares o lineales y su registro correspondiente en unas libretas especiales que se llaman “carteras”. Las notas de campo corresponden al registro permanente del levantamiento, se llevan “en limpio” y como tal deben aparecer con toda claridad y pulcritud, deben contener la mayor cantidad de datos, descriptivos, complementarios posibles, para evitar confusiones, y deben tener una interpretación fácil y única por cualquier persona que entienda el trabajo topográfico, ya que es muy común que los cálculos y dibujos sean realizados por personas diferentes a las que hicieron el trabajo de campo.
- **Levantamiento del Plano:** Conjunto de operaciones realizadas con los datos obtenidos en el levantamiento topográfico, que nos permitan confeccionar un dibujo a escala o plano del lugar que se considera. Como estas se hacen en el estudio u oficina, se las denomina como “trabajo de gabinete”.
- **Grado de Precisión:** La precisión representa la posibilidad de repetición entre varias medidas de la misma cantidad. La concordancia entre varios valores medidos de una cantidad implica precisión, pero no exactitud.
- **Ángulos Verticales:** Sirve para definir el grado de inclinación de un alineamiento sobre el terreno. Si se toma como referencia la línea

#### RESENTADO POR:

- Danny Daniel Saavedra Oré.
- Danilo Saavedra Oré.





horizontal, el ángulo vertical se llama ángulo de pendiente, el cual puede ser positivo o de elevación o negativo o de depresión y este es el ángulo que se conoce como pendiente de una línea, el cual puede ser expresado tanto en ángulo como en porcentaje.

- **Ángulo Horizontal:** Un ángulo horizontal es el formado por dos líneas rectas situadas en un plano horizontal. El valor del ángulo horizontal se utiliza para definir la dirección de un alineamiento a partir de una línea que se toma como referencia.
- **BM:** Puntos fijos o permanentes aun después del levantamiento topográfico, antes, durante y después de los trabajos de construcción y que se utilizan conjuntamente con otras referencias para volver a colocar en la misma posición a los puntos transitorios del levantamiento topográfico que se han perdido o arrancado. A esta operación se la llama replanteo.
- **Puntos Instantáneos:** Son los que se necesitan momentáneamente durante el desarrollo de las operaciones de campo, para dejar una marca provisional de referencia para la continuidad de las mediciones o orientación de las alineaciones. Los elementos que se utilizan son los piquetes o fichas que son varillas que tienen forma de argolla y una punta de 25 a 35 cm de altura.
- **Coordenadas UTM:** Es un sistema de coordenadas basado en la proyección geográfica transversal de Mercator, que se construye como la proyección de Mercator normal, pero en vez de hacerla tangente al Ecuador, se la hace tangente a un meridiano. A diferencia del sistema de coordenadas tradicional, expresadas en longitud y latitud, las magnitudes en el sistema UTM se expresan en metros únicamente al nivel del mar que es la base de la proyección del elipsoide de referencia.
- **Altura, cota:** La altitud de un punto es la distancia vertical medida desde el nivel medio del mar. Si la distancia vertical se mide desde cualquier otro plano tomado como referencia usualmente se le denomina cota.
- **Curvas de Nivel:** Es el procedimiento que se emplea para poder dibujar y saber interpretar, con cierta exactitud, el relieve del terreno. Existen otros procedimientos para dar idea del relieve, tales como el

**RESENTADO POR:**

- Danny Daniel Saavedra Oré.
- Danilo Saavedra Oré.



sombreado con diversos colores, o bien dibujando pequeños montes agrupados o no según la importancia del relieve.

- **Elementos viales:** Conjunto de componentes físicos de la vía, tales como superficie de rodadura, berma, cunetas, obras de drenaje, elementos de seguridad vial.
- **Perfil Longitudinal:** Trazado del eje longitudinal de la carretera con indicación de cotas y distancias que determina las pendientes de la carretera.
- **Orientación:** Es la forma de relacionar la posición del mapa con respecto a los “puntos cardinales”, tal y como es en la realidad el terreno en relación a tales “puntos cardinales”. En los mapas, cartas o planos a veces se señala la orientación por medio de la “rosa de los vientos”, aunque es suficiente y lo más frecuente, señalar simplemente la dirección Norte bien mediante una flecha con la letra N, o bien con cualquier indicativo o alegoría que indique tal dirección.
- **Terreno llano:** Es aquel que presenta pendientes suaves.
- **Terreno ondulado:** Es aquel formado por elevaciones y depresiones de pequeña importancia. Son pendientes que permiten el acceso en todas las direcciones.
- **Terreno montañoso:** Tiene elevaciones y depresiones de mayor importancia, de no fácil acceso, existiendo puntos por los que se puede atravesar con facilidad.
- **Terreno escarpado:** Presenta bruscos cambios de pendiente y cortados frecuentes. Sus laderas son abruptas y a veces inaccesible.
- **Terreno compacto:** Es el que presenta un suelo firme.
- **Laderas o vertientes:** Terreno de mediana o fuerte inclinación donde se asienta la carretera.
- **Barranco:** Es una vaguada cuyas vertientes presentan terreno escarpado.
- **Rio:** Es una corriente de agua de mayor o menor importancia. El terreno por donde discurren sus aguas se denomina cauce o lecho. Cuando solo circula en tiempos de lluvias se llama torrentes.
- **Mapas Topográficos:** En los que se representan aspectos físicos del suelo, como los montes, ríos y demás accidentes geográficos.

**RESENTADO POR:**

- Danny Daniel Saavedra Oré.
- Danilo Saavedra Oré.



- **Planos:** Son las representaciones de una pequeña porción de la superficie terrestre, que solo precisa de operaciones topográficas, para la toma de datos,, prescindiendo de la curvatura de la Tierra, en su formación.
- **Talud:** Inclinación de diseño dada al terreno lateral de la carretera,, tanto en zonas de corte como en terraplenes.
- **MTC:** Ministerio de Transportes y Comunicaciones.
- **m:** Metro
- **km:** Kilometro.
- **Km/h:** Kilometro por hora.
- **Kg:** Kilogramo
- **t:** Tonelada
- **h:** Hora

## 2. INFORMACIÓN BASICA

El estudio se inicia con la recopilación de información básica disponible tanto en campo como en gabinete que se encuentre relacionada con aspectos topográficos y de ubicación de la zona de estudio, que permita plantear las metodologías de trabajos adecuados con el objeto de obtener resultados óptimos.

El reconocimiento desarrollado en el trabajo de campo nos permitió apreciar “in situ” las principales referencias, procesos y metodología a emplear para realizar el levantamiento según las indicaciones recomendadas en los términos de referencia, para lo cual se utilizó lo la siguiente información:

- Catastro de la Ciudad de Abancay
- Imágenes Satelitales del GOOGLE EARTH
- Carta Nacional de INGEMMET

Con la información antes citada y el criterio ingenieril se elaboró un plan de trabajo con el fin de determinar los procesos y metodologías adecuadas a desarrollarse en todo el intervalo de tiempo que duraría, se tomó en consideración las recomendaciones citadas por el Manual de Diseño de Puentes tanto en la etapa del Trabajo de Campo como de Gabinete,

### RESENTADO POR:

- Danny Daniel Saavedra Oré.
- Danilo Saavedra Oré.

## 2.1. UBICACIÓN DEL AREA DE ESTUDIO

El área de estudio que comprende el emplazamiento del Puente de interconexión vial entre las urbanizaciones de Patibamba Baja y Manuel Escorza y sus accesos se encuentra ubicada hidrográficamente sobre la Quebrada el Olivo.

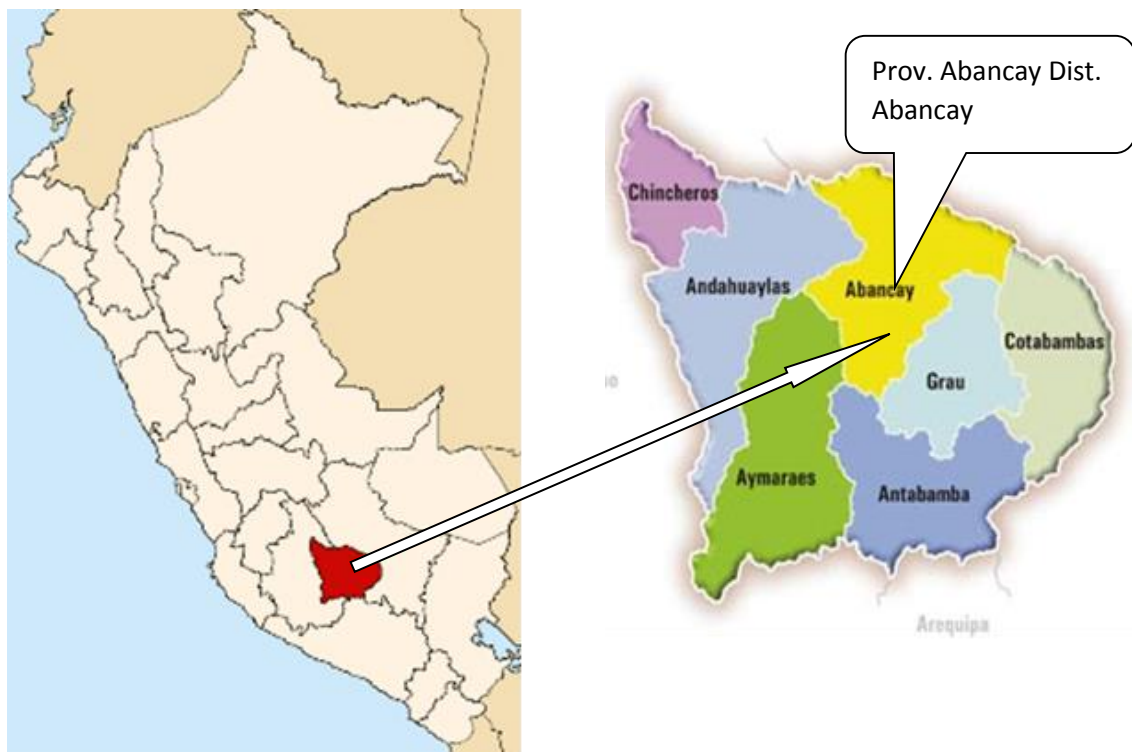
### UBICACIÓN POLITICA DEL PUENTE DE INTERCONEXIÓN VIAL

- Lugar : Quebrada el Olivo
- Distrito : Abancay
- Provincia : Abancay
- Departamento : Apurímac
- Región Geográfica : Sierra

### UBICACIÓN GEOGRAFICA DEL PUENTE DE INTERCONEXIÓN VIAL

- Este : 727772.46m
- Norte : 8490705.53m
- Altitud : 2238msnm

**FIGURA N°01:** Ubicación de la Zona del Proyecto.



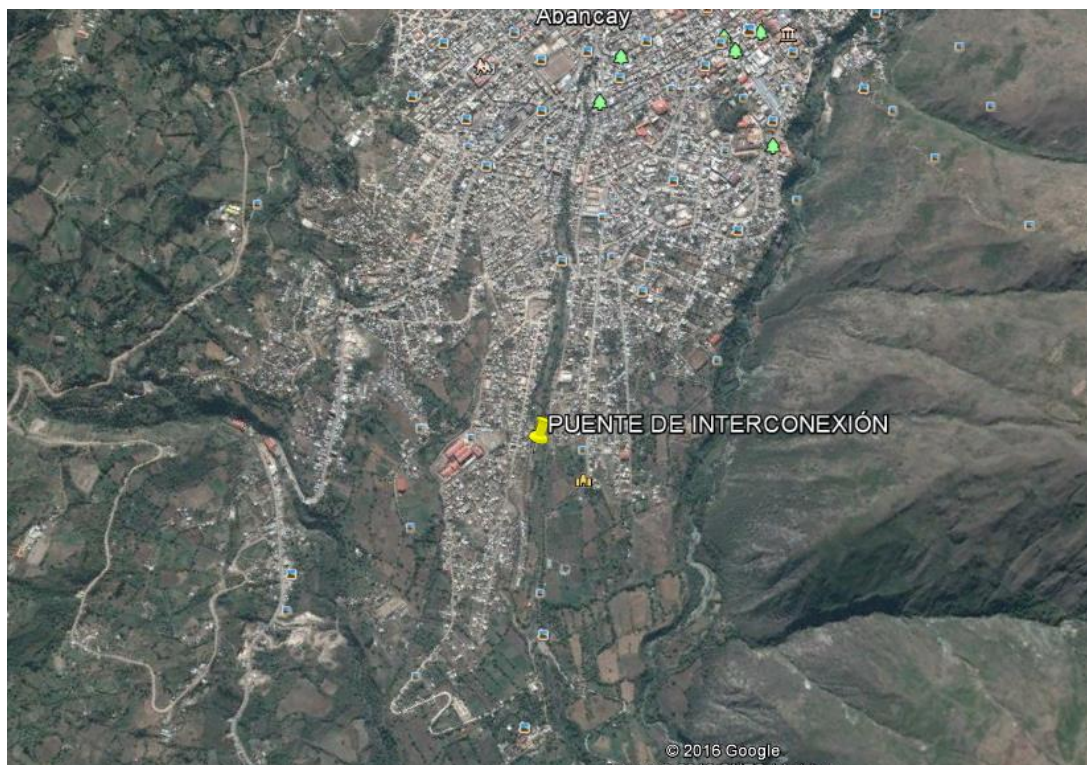
### RESENTADO POR:

- Danny Daniel Saavedra Oré.
- Danilo Saavedra Oré.

El Proyecto se desarrollará en el Distrito y Provincia de Abancay, Región Apurímac.



**FIGURA N°02:** Imagen Satelital de la Ubicación del Puente.



**RESENTADO POR:**

- Danny Daniel Saavedra Oré.
- Danilo Saavedra Oré.



## 2.2. UBICACIÓN DEL PUENTE

La ubicación del Puente de Interconexión vial se encuentra por debajo de la quebrada estacional el Olivo en la parte sur de la ciudad, que se encuentra entre las siguientes coordenadas geográficas:

### COORDENADAS DEL PUENTE DE INTERCONEXIÓN:

#### ESTRIBO DERECHO

Norte : 8490686.577 m

Este : 727791.979 m

Altitud : 2278.781 msnm

#### ESTRIBO IZQUIERDO

Norte : 8490723.118 m

Este : 727743.191 m

Altitud : 2279.364 msnm

## 2.3. RECOPIACIÓN DE INFORMACIÓN

Para la elaboración del estudio, se ha obtenido la siguiente información:

- Carta Nacional 1/100,000 (Apurímac)
- Imágenes Satelitales (Google Earth)
- Catastro de la Ciudad de Abancay

Complementariamente a la información anteriormente citada se realizó entrevistas a los pobladores de la zona de estudio, con el fin de obtener toda la información posible acerca del nombre de calles, anchos vías proyectadas, obras de conducción de canales existentes, lotizaciones proyectadas y otros, para poder realizar un levantamiento minucioso.

## 2.4. EQUIPOS UTILIZADOS

El equipo utilizado para el trabajo del Levantamiento topográfico fue el RTK R10 y sus complementos.

A continuación tenemos las Especificaciones del Equipo:

### RESENTADO POR:

- Danny Daniel Saavedra Oré.
- Danilo Saavedra Oré.

## SISTEMA TRIMBLE R10 GNSS

- **UN NUEVO NIVEL DE PRODUCTIVIDAD**

El primero de este tipo: el nuevo sistema Trimble® R10 GNSS ha sido diseñado para que los profesionales de la topografía sean más eficientes en su trabajo. Con nuevas y potentes tecnologías tales como Trimble HD-GNSS, Trimble SurePoint™, y Trimble xFill™ integradas en un diseño novedoso y elegante, este potente sistema va más allá de un completísimo soporte GNSS y garantiza una captura de datos más rápida y fácil independientemente del tipo de trabajo o del entorno.

- **MOTOR DE PROCESAMIENTO TRIMBLE HD-GNSS**

**Una nueva generación de núcleo para tecnologías de posicionamiento**

El Trimble R10 lleva integrado el motor de procesamiento avanzado Trimble HD-GNSS. Esta tecnología innovadora va más allá de los métodos tradicionales de soluciones fijas/flotantes y ofrece una evaluación aún más precisa de las estimaciones de los errores que la tecnología GNSS tradicional, especialmente en entornos difíciles. El elevado grado de reducción en los tiempos de convergencia y la confiabilidad en la alta precisión y la alta calidad de las posiciones permite que los topógrafos puedan registrar medidas con confianza a la vez que se reduce el tiempo de ocupación.

- **TECNOLOGÍA TRIMBLE SUREPOINT**

**Simplifica el flujo de trabajo topográfico**

La tecnología Trimble SurePoint incorporada en el Trimble R10 proporciona medidas más rápidas, mayor precisión y un mayor control de calidad.

**Una burbuja electrónica**

El Trimble R10 usa una burbuja electrónica que aparece en la pantalla del controlador de Trimble. Con esta nueva burbuja electrónica, toda la información de medición se muestra en un solo lugar por lo que los





usuarios no necesitan dejar de mirar la pantalla del controlador para verificar la verticalidad del jalón.

### **Medición rápida y precisa**

La tecnología Trimble SurePoint muestra una burbuja electrónica en color verde cuando el jalón está vertical, indicando claramente que es posible tomar una medida precisa. El sistema comprueba constantemente la inclinación del jalón. Si un punto es medido con una inclinación del jalón superior al valor configurado por el usuario, el software Trimble Access™ alertará al usuario y le pedirá que acepte o que descarte el punto. Además, SurePoint usa los valores de inclinación del jalón como dato de ingreso para control. Si el jalón se inclina después de medir un punto, el sistema se prepara automáticamente para medir el siguiente punto.

### **Trazabilidad de datos**

Para garantizar la trazabilidad de todos los datos, el Trimble R10 puede registrar información de inclinación del jalón de los puntos medidos. Estos registros contienen el ángulo de inclinación del jalón y la distancia en el terreno que representa ese ángulo.

- **TECNOLOGÍA DE RECEPTOR TRIMBLE 360**

#### **Asegure la inversión futura a largo plazo**

La potente tecnología de receptor Trimble 360 del Trimble R10 es compatible con las señales GNSS de todas las constelaciones existentes y planeadas y con todos los sistemas de ampliación basados en satélites. Integrado con dos chips Trimble Maxwell™ 6, el Trimble R10 ofrece 440 canales GNSS sin precedente. Trimble genera confianza con una sólida inversión en GNSS para hoy y para un futuro a largo plazo.

- **TECNOLOGÍA TRIMBLE XFILL**

#### **Más mediciones continuas, y un menor tiempo de inactividad**

Continúe trabajando sin interrupciones cuando pierda temporalmente la conexión a la estación base o la red

VRS. Optimice los enlaces satelitales y la red mundial de estaciones de referencia Trimble GNSS con la tecnología Trimble xFill, la cual 'completa' continuamente los vacíos existentes en la cadena de correcciones RTK o VRS™.

#### **RESENTADO POR:**

- Danny Daniel Saavedra Oré.
- Danilo Saavedra Oré.





- **DISEÑO ERGONÓMICO**

**Más fácil de manejar y operar**

El Trimble R10 es el receptor integrado más pequeño y liviano de su clase y tiene un diseño ergonómico avanzado que facilita su manejo y operación. Este diseño incorpora un centro de masa más estable en la parte superior del jalón, mientras que su elegante y alto perfil ofrece la durabilidad y confiabilidad características de Trimble.

El sistema Trimble R10 incorpora un adaptador de liberación rápida que permite sacar el receptor del jalón con facilidad y seguridad. Asimismo, este adaptador de liberación rápida garantiza una conexión continua y estable entre el receptor y el jalón.

- **UNA SOLUCIÓN INTELIGENTE**

Las características avanzadas combinadas con la potente tecnología del Trimble R10 lo convierten en el sistema GNSS actual más inteligente del mercado.

**Antena GNSS inteligente**

Mida con confianza: la antena GNSS del sistema Trimble R10 rastrea las bandas de señales GNSS y SBAS. El plano de tierra Trimble Stealth™ mitiga los errores por trayectoria múltiple usando la resistencia eléctrica para evitar que las señales no deseadas lleguen a la antena.

**Batería inteligente**

El Trimble R10 cuenta con una inteligente batería de iónlitio en su interior que dura más y proporciona potencia más confiable. La pantalla LED integrada permite que el usuario pueda verificar rápidamente el estado de la batería.

**Capacidades avanzadas de comunicación**

El sistema Trimble R10 usa la tecnología de telefonía móvil más reciente para recibir correcciones VRS y conectarse a Internet desde el campo. Luego, accede a Trimble Connected Community para enviar o recibir documentos mientras el usuario está fuera de la oficina.

Use WiFi para conectarse con facilidad al sistema Trimble R10 usando una computadora portátil o un teléfono inteligente para configurar el receptor sin un controlador de Trimble.

**El conocido sistema de hardware y software de Trimble que es de confianza**

**RESENTADO POR:**

- Danny Daniel Saavedra Oré.
- Danilo Saavedra Oré.



Combine la potencia y la velocidad del Trimble R10 con las confiables soluciones de software de Trimble, tales como Trimble Access y Trimble Business Center, para obtener la solución inteligente más completa.

El software de campo Trimble Access ofrece flujos de trabajo especializado y personalizado que facilitan y agilizan las tareas topográficas a la vez que permiten que los equipos puedan transmitir la información vital entre el campo y la oficina en tiempo real. De regreso en la oficina, los usuarios pueden procesar los datos ininterrumpidamente con el software de oficina Trimble

Business Center. El sistema Trimble R10 GNSS: una nueva era de productividad más allá del posicionamiento GNSS para los topógrafos profesionales.

## **2.5. SISTEMA DE COORDENADAS**

El sistema de coordenadas, empleado para los trabajos de topografía está referido al Sistema de Coordenadas UTM, (Universal Transversal Mercator). Los valores obtenidos durante el proceso del levantamiento topográfico se realizó mediante el RTK R10 para lo cual se ubicó la Antena de Base en la parte más alta posible, en este caso en el techo de una vivienda con fin de que el Rover puede captar mediante los Satélites los puntos, a partir del proceso desarrollado anteriormente se procedió al trabajo de campo de levantamiento topográfico, es decir se están dejando de tomar los valores de escala y convergencia, a fin de ser más práctico en la etapa de replanteo para la información en el diseño, con los valores de coordenadas planas topográficas que se presentan en este informe, se pueden efectuar los metrados y diseños. Debemos anotar que para los ajustes de campo en lo referente a información de ángulos y distancias se ha aplicado a cada grupo de información de poligonal y como también para los puntos de rellenos, es por ello que los planos obtenidos en este estudio garantizan la correcta medición de sus componentes y por ello la correcta precisión de los metrados que derivan de los planos presentados.

### **RESENTADO POR:**

- Danny Daniel Saavedra Oré.
- Danilo Saavedra Oré.



### **3. TRABAJOS DE CAMPO**

Los trabajos de campo se llevaron a cabo en tres etapas, lo cual tuvo una duración de 02 días, desde 12 de Marzo al 13 de Marzo del 2016, utilizando los siguientes recursos humanos:

- 01 Asesor del Trabajo
- 02 Operadores.
- 03 ayudantes de seguridad del equipo
- 01 conductor

#### **3.1. RECONOCIMIENTO DE CAMPO.**

El reconocimiento de campo del área de estudio o área de influencia del Puente, se inició con el recorrido sobre el eje del Puente y partes aledañas del mismo, como también se evaluó las condiciones del cauce aguas arriba y aguas abajo del río, pudiendo determinarse con dichos trabajos la ubicación de los límites para el proceso del levantamiento topográfico y establecimiento de los puntos de control de coordenadas altimétricas (hitos de concreto), los cuales se usaran para la georeferenciación en trabajos topográficos posteriores y ejecución del proyecto.

#### **3.2. MONUMENTACIÓN DE LOS PUNTOS DE CONTROL TOPOGRÁFICO**

Una vez ubicados los puntos de control, se procedió a realizar la monumentación de los puntos de control topográfico con hitos de concreto, que tienen una dimensión de 20cm de radio y 30 cm de profundidad, en donde se empotro una varilla de 1/2" de una longitud de 15 cm. Cada hito está a 20 cm dentro del terreno natural y 10cm expuesto, los hitos se encuentran pintados de color amarillo y letras de identificación de color anaranjado fosforescentes.

#### **3.3. LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO**

##### **a) Nivelación y línea de gradiente.**

Primero dentro del proceso de nivelación y alineamiento se determinó la pendiente que existe entre la quebrada el olivo, para lo cual se utilizó eclímetro, jalones y gps, colocándose como referencia la proyección de la vía existente en el extremo de la Urbanización Manuel escorza. Durante este proceso se determinó una pendiente de 2% el cual se

#### **RESENTADO POR:**

- Danny Daniel Saavedra Oré.
- Danilo Saavedra Oré.



encuentra dentro de los límites adecuados para la instalación de un puente.

También se determinó la pendiente del cauce, con fin de obtener una base de datos para los estudios complementarios que demanda el Proyecto.

#### **b) Levantamiento del Área de influencia.**

- **Metodología Utilizada.**

El equipo utilizado nos permite varias metodologías para un levantamiento topográfico en campo, utilizándose en nuestro caso la metodología de Navegación Cinemática Satelital en Tiempo Real, el cual es un método que nos permite mayor precisión y rapidez durante los trabajos desarrollados.

- **Trabajo Desarrollado.**

El levantamiento topográfico que fue ejecutado por el método cinemático con el RTK R10. A partir de un puntos de poligonal o puntos auxiliares se inició con la toma de puntos, tomándose todos los detalles como la ubicación de las viviendas, canales existentes, proyección de vías, cauce del rio y mas detalles ubicados dentro del área en estudio.

Se establecieron puntos de control obligatorio o BMs con la intención de proporcionar un punto permanente que nos permitirán realizar el replanteo del proyecto.

#### **4. TRABAJO DE GABINETE**

Los trabajos de gabinete consistieron básicamente en el control topográfico, el cual fue llevado a cabo en forma diaria, los datos correspondientes al levantamiento topográfico han sido procesados en sistemas computarizados, se utilizó el Software "Civil 3D 2014" para realizar el procesamiento y representación de los datos tomados en campo a planos topográficos.

Una vez exportados los puntos se generaron las curvas de nivel a cada 1 metro de desnivel, sucesivamente se ubicaron y dibujaron las viviendas, caminos, carretera, cauce del rio y otros detalles del área de trabajo.

#### **RESENTADO POR:**

- Danny Daniel Saavedra Oré.
- Danilo Saavedra Oré.



#### 4.1. PROCESAMIENTO DE LA DATA TOPOGRÁFICA

La data topográfica fue extraída de la memoria interna del RTK R10 mediante el cable de transferencia de datos a la PC, luego se procedió a hacer la verificación y corrección de la data expresado en puntos de nivel en caso que esta presentara algún error.

El procesamiento de datos se realizó con el uso del software Civil 3D 2014, empleando los puntos tomados en campo a fin de generar las curvas de nivel representativas.

#### 4.2. CÁLCULO Y COMPENSACIÓN DE POLIGONALES.

La solución de una poligonal consiste en el cálculo de las coordenadas rectangulares de cada uno de los vértices o estaciones.

En poligonales cerradas y en poligonales abiertas de enlace con control, se realizan las siguientes operaciones:

1. Cálculo y compensación del error de cierre angular.
2. Cálculo de acimutes o rumbos entre alineaciones (ley de propagación de los acimutes).
3. Cálculo de las proyecciones de los lados.
4. Cálculo del error de cierre lineal.
5. Compensación del error lineal.
6. Cálculo de las coordenadas de los vértices.

En poligonales abiertas sin control, solamente se realizan los pasos 2, 3 y 6 ya que no existe control angular ni lineal.

##### 4.2.1. Cálculo y compensación de error de cierre angular.

**En una poligonal cerrada** se debe cumplir que la suma de los ángulos internos debe ser:

$$\sum \angle_{\text{int}} = (n - 2)180^\circ$$

En donde:

n = número de lados.

La medición de los ángulos de una poligonal estará afectada por los inevitables errores instrumentales y operacionales, por lo que el error angular vendrá dado por la diferencia entre el valor medido y el valor teórico.

#### RESENTADO POR:

- Danny Daniel Saavedra Oré.
- Danilo Saavedra Oré.



$$E_a = \sum \angle_{int} - (n - 2)180^\circ$$

Se debe verificar que el error angular sea menor que la tolerancia angular, generalmente especificada por las normas y términos de referencia dependiendo del trabajo a realizar y la apreciación del instrumento a utilizar, recomendándose los siguientes valores,

Poligonales principales:

$$T_a = a\sqrt{n}$$

Poligonales secundarias:

$$T_a = a\sqrt{n} + a$$

En donde:

$T_a$  = tolerancia angular.

$a$  = apreciación del instrumento.

Si el error angular sea menor que la tolerancia permitida, se debe proceder a medir de nuevo los ángulos de la poligonal.

Si el error angular es menor que la tolerancia permitida, se debe proceder a la corrección de los ángulos, repartiendo por igual el error entre todos los ángulos, asumiendo que el error es independiente de la magnitud del ángulo medido.

$$C_a = -\frac{E_a}{n}$$

En poligonales abiertas con control, el error angular viene dado por la diferencia entre el acimut final, calculado a partir del acimut inicial conocido y de los ángulos medidos en los vértices, y el acimut final conocido.

$$E_a = \varphi_{f_c} - \varphi_f$$

En donde:

$E_a$  = Error angular.

$\varphi_{f_c}$  = acimut final calculado.

$\varphi_f$  = acimut final conocido.

Al igual que en poligonales cerradas, se compara el error con la tolerancia angular. De verificarse la condición, se procede a la corrección angular, repartiendo el error en partes iguales entre los ángulos medidos.

La corrección también se puede efectuar sobre los acimutes, aplicando una corrección acumulativa, (múltiplo de la corrección

**RESENTADO POR:**

- Danny Daniel Saavedra Oré.
- Danilo Saavedra Oré.

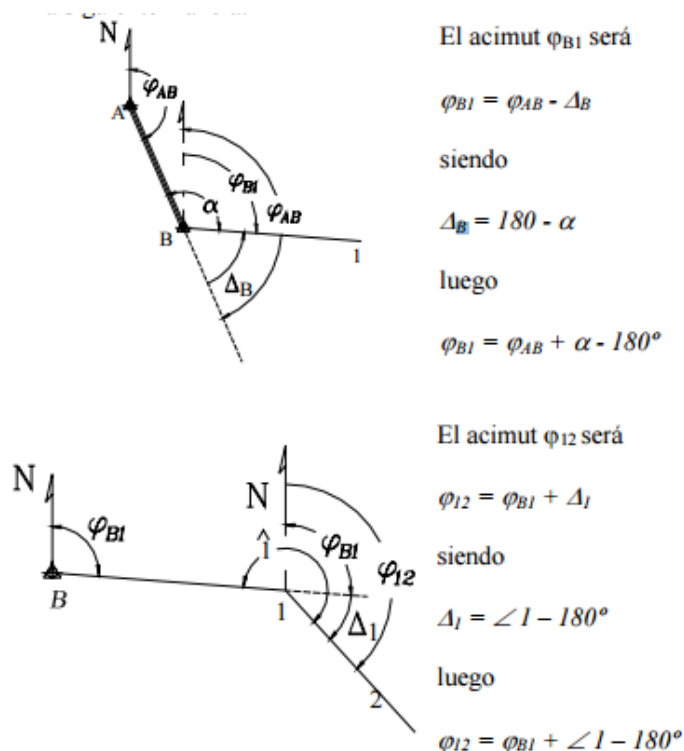
angular), a partir del primer ángulo medido. En otras palabras, el primer acimut se corrige con la  $\Delta_a$ , el segundo con  $2\Delta_a$  y así sucesivamente, hasta el último acimut que se corrige con  $n\Delta_a$ .

#### 4.2.2. Ley de Propagación de los acimutes.

Los acimutes de los lados de una poligonal se pueden calcular a partir de un acimut conocido y de los ángulos medidos, aplicando la ley de propagación de los acimutes, la cual se puede deducir de las siguientes figuras.

Si se tiene como datos el acimut  $\varphi_{AB}$  y los ángulos en los vértices y se desea calcular los acimutes de las alineaciones restantes, para lo cual procedemos de la siguiente manera:

**FIGURA N°03:** Calculo de acimut a partir de un acimut conocido y de los ángulos medidos.



Si aplicamos el mismo procedimiento sobre cada uno de los vértices restantes, podremos generalizar el cálculo de los acimutes según la siguiente ecuación:

$$\varphi_i = \varphi_{i+1} + \angle \text{vértice} \pm 180^\circ$$

**RESENTADO POR:**

- Danny Daniel Saavedra Oré.
- Danilo Saavedra Oré.



En donde:

$\varphi_i$  = acimut del lado.

$\varphi_{i+1}$  = acimut anterior.

Los criterios para la utilización de la ecuación anterior son los siguientes:

Si  $(\varphi_{i-1} + \angle \text{vértice}) < 180^\circ \rightarrow$  se suma  $180^\circ$ .

Si  $(\varphi_{i-1} + \angle \text{vértice}) \geq 180^\circ \rightarrow$  se resta  $180^\circ$ .

Si  $(\varphi_{i-1} + \angle \text{vértice}) \geq 540^\circ \rightarrow$  se resta  $540^\circ$  ya que ningún acimut puede ser mayor de  $360^\circ$ .

#### 4.2.3. Cálculo de las Proyecciones de los lados.

El cálculo de las proyecciones de los lados de una poligonal correspondiente a las relaciones entre los sistemas de coordenadas polares y rectangulares,

Recordemos que las proyecciones de los lados de una poligonal se calculan en función de los acimutes y las distancias de los lados aplicando las ecuaciones siguientes, las cuales se reproducen a continuación:

$$\Delta N_{1-2} = D_{1-2} \times \cos \varphi_{12}$$

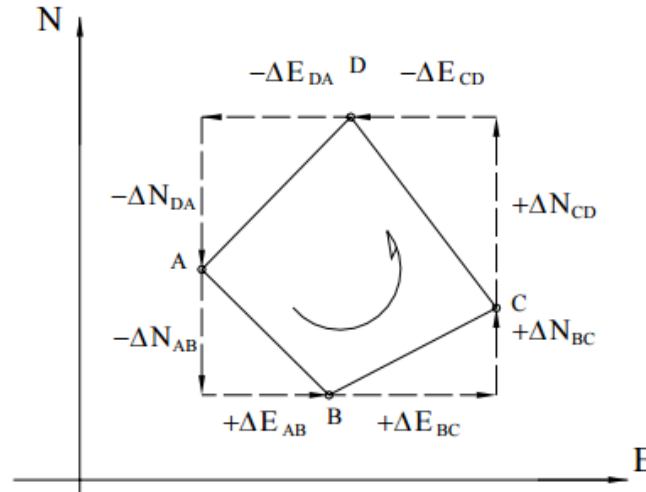
$$\Delta E_{1-2} = D_{1-2} \times \sen \varphi_{12}$$

En la figura siguiente se representan gráficamente las proyecciones de una poligonal cerrada.

- Danny Daniel Saavedra Oré.
- Danilo Saavedra Oré.



**FIGURA N°04:** Representación de las proyecciones de los lados de una poligonal.

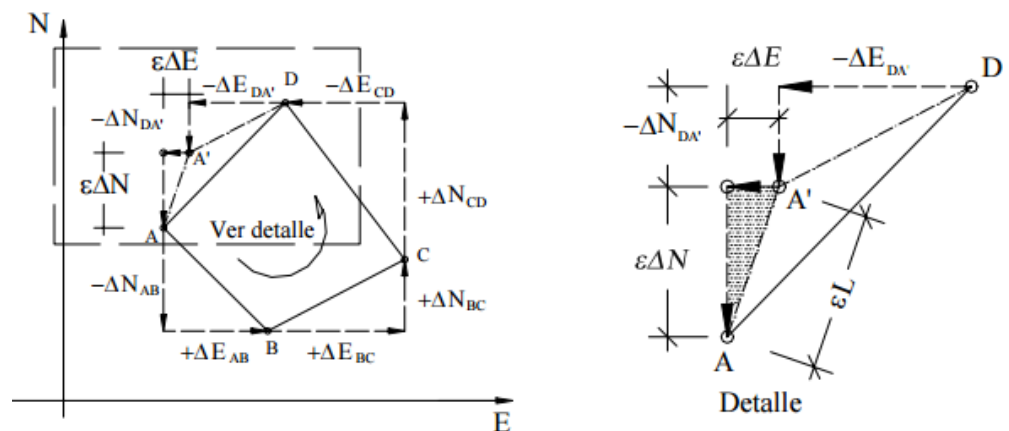


#### 4.2.4. Cálculo del Error de Cierre Lineal.

En una poligonal cerrada la suma de las proyecciones sobre el eje norte-sur debe ser igual a cero. De igual manera, la suma de las proyecciones sobre el eje este-oeste debe ser igual a cero.

Debido a los inevitables errores instrumentales y operacionales presentes en la medición de distancias, la condición lineal mencionada nunca se cumple, obteniéndose de esta manera el error de cierre lineal representado en la figura siguiente:

**FIGURA N°05:** Error de cierre lineal en poligonales cerradas.



En la figura anterior, el punto A' representa la posición del punto A una vez calculadas las proyecciones con las distancias medidas.

#### RESENTADO POR:

- Danny Daniel Saavedra Oré.
- Danilo Saavedra Oré.



Nótese que para que se cumpla la condición lineal de cierre, el punto A' debería coincidir con el punto A.

Si hacemos suma de proyecciones a lo largo del eje norte sur tendremos:

$$\varepsilon\Delta N = \sum \Delta_{N-S}$$

de igual manera, sumando proyecciones sobre el eje este-oeste, tenemos:

$$\varepsilon\Delta E = \sum \Delta_{E-O}$$

el error lineal vendrá dado por:

$$\varepsilon L = \sqrt{\varepsilon\Delta N^2 + \varepsilon\Delta E^2}$$

#### 4.2.5. Compensación del error lineal.

El método adecuado para la compensación del error lineal depende de la precisión lograda por los instrumentos y procedimientos empleados en la medición.

Al presente, se han desarrollado diferentes métodos de compensación: el método de la brújula, el del tránsito, el de Crandall, el de los mínimos cuadrados, etc.; basados todos en diferentes hipótesis.

Recientemente, la evolución de la tecnología empleada en la fabricación de instrumentos ha igualado la precisión obtenida en la medición de distancias con la precisión obtenida en la medición angular, lo que hace al método de la brújula el método más adecuado para la compensación del error lineal, no solo por asumir esta condición sino por la sencillez de los cálculos involucrados.

##### 4.2.5.1. Método de la brújula.

Este método, propuesto por Nathaniel Bowditch alrededor de 1800, es el método más utilizado en los trabajos normales de topografía.

El método asume que:

- Los ángulos y las distancias son medidos con igual precisión.
- El error ocurre en proporción directa a la distancia.

#### RESENTADO POR:

- Danny Daniel Saavedra Oré.
- Danilo Saavedra Oré.



- Las proyecciones se corrigen proporcionalmente a la longitud de los lados.

Matemáticamente tenemos:

$$-CpNi : Li = \varepsilon\Delta N : \sum Li$$

$$-CpEi : Li = \varepsilon\Delta E : \sum Li$$

En donde:

$$CpNi = -\left(\frac{\varepsilon\Delta N}{\sum Li}\right) \cdot Li$$

$$CpEi = -\left(\frac{\varepsilon\Delta E}{\sum Li}\right) \cdot Li$$

Siendo:

CpNi = corrección parcial sobre la proyección norte-sur del lado i.

CpEi = corrección parcial sobre la proyección este-oeste del lado i.

Li = longitud del lado i.

El signo negativo es debido a que la corrección es de signo contrario al error.

#### 4.2.6. Cálculo de las coordenadas de los vértices.

Una vez compensadas las proyecciones, se procede al cálculo de las coordenadas de los vértices de la poligonal.

Haciendo referencia a la figura anterior, las coordenadas del punto 1, calculadas en función de las coordenadas del punto B, se obtienen de la siguiente manera:

$$N_1 = N_B + \Delta N_{B1}$$

$$E_1 = E_B + \Delta E_{B1}$$

y las coordenadas de 2, calculadas a partir de 1:

$$N_2 = N_1 + \Delta N_{12}$$

$$E_2 = E_1 + \Delta E_{12}$$

y en forma general.

$$N_i = N_{i-1} \pm \Delta N_{i-1;i}$$

$$E_i = E_{i-1} \pm \Delta E_{i-1;i}$$

El signo de la proyección depende de la dirección de la misma.

#### RESENTADO POR:

- Danny Daniel Saavedra Oré.
- Danilo Saavedra Oré.



#### **4.3. DIBUJO DE PLANOS**

Los resultados obtenidos del procesamiento de los puntos tomados en campo, fueron representados en los siguientes planos:

- Plano de levantamiento topográfico general.
- Plano de Ubicación.
- Plano del Perfil Longitudinal y Secciones Transversales del Río.

Los Planos se encuentran en el Anexo PLANOS.

#### **RESENTADO POR:**

- Danny Daniel Saavedra Oré.
- Danilo Saavedra Oré.



## 5. CONCLUSIONES.

- El uso del RTK R10 para el levantamiento topográfico, nos produjo un trabajo satisfactorio, en la parte de la precisión y rapidez esto debido a las facilidades que nos proporciona dicho equipo.
- Se ubicaron 2 puntos de control obligatorios o BMs cercanos a la proyección de cada uno de los estribos del puente.
- Se ubicaron todos los detalles encontrados en el área de estudio, como son: caminos existentes, canal existente, ubicación de postes, cauce del río, carreteras proyectadas, ubicación de viviendas y más detalles encontrados.
- Se realizó el levantamiento topográfico del cauce de manera detallada con la finalidad de obtener datos precisos para los estudios correspondientes a ser realizados.
- El levantamiento se elaboró 100 metros aguas abajo y 300 metros aguas abajo. Con esto cumpliendo con lo recomendado en el Manual de Diseño de Puentes.
- Se procesaron y dibujaron los planos de ubicación georeferenciado y planos de planta y perfil longitudinal del área de estudio.
- Se observa que la quebrada el Olivo tiene un flujo de agua estacional.
- La pendiente obtenida entre los dos accesos de la quebrada es de 2% el cual fue determinado mediante un eclímetro y jalones, y comprobado por la diferencia de cotas determinadas en el levantamiento topográfico.
- La pendiente obtenida en la Quebrada el Olivo considerando como eje el Cauce del río es de 14%.
- La sección transversal donde se ubicara el Puente tiene las siguientes características:

### **ESTRIBO DERECHO**

Norte : 8490686.577 m

Este : 727791.979 m

Altitud : 2278.781 msnm

### **ESTRIBO IZQUIERDO**

Norte : 8490723.118 m

Este : 727743.191 m

Altitud : 2279.364 msnm

### **RESENTADO POR:**

- Danny Daniel Saavedra Oré.
- Danilo Saavedra Oré.



### **FONDO DE LA SECCIÓN TRANSVERSAL**

Norte : 8490690.689 m

Este : 727782.140 m

Altitud : 2267.450 msnm

- Se pudo observar zonas urbanas y agrícolas dentro del área de trabajo del Levantamiento Topográfico y un relieve ondulado con presencia de Laderas en cada frente.

#### **RESENTADO POR:**

- Danny Daniel Saavedra Oré.
- Danilo Saavedra Oré.



## **6. RECOMENDACIONES.**

- Se recomienda la utilización de equipo de mayor capacidad tecnológica, ya que nos permite un Levantamiento Topográfico de mayor precisión y rapidez y a la vez entregar un trabajo de una mejor calidad.
- Se recomienda que exista una buena comunicación entre la población beneficiaria, ya que esto ayuda a realizar un mejor trabajo y beneficia a ambas partes.
- Se recomienda que la antena base del equipo se encuentre en la parte más alta posible, con la intención que capte mejor la señal de los satélites
- Se recomienda que el proceso de trabajo debe ser elaborando tomando en cuenta las recomendaciones del Manual de Diseño de Puentes y Manual de Hidrología y drenaje del Ministerio de Transportes y Comunicaciones, tanto para la parte vial y modelamientos hidráulicos.

### **RESENTADO POR:**

- Danny Daniel Saavedra Oré.
- Danilo Saavedra Oré.



# ANEXOS

**RESENTADO POR:**

- Danny Daniel Saavedra Oré.
- Danilo Saavedra Oré.





# **ANEXO: BASE DE DATOS OBTENIDOS DEL LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO**

**RESENTADO POR:**

- Danny Daniel Saavedra Oré.
- Danilo Saavedra Oré.



**CUADRO N°01:** Base de Datos de los Puntos del Levantamiento Topográfico.

PUNTO	ESTE	NORTE	COTA	DESCRIPCIÓN
1	727752.321	8490732.049	2280.719	via
2	727756.392	8490733.947	2279.775	via
3	727763.304	8490739.662	2281.635	via
4	727781.305	8490759.057	2281.734	via
5	727795.924	8490767.298	2282.020	via
6	727802.669	8490764.637	2281.564	via
7	727807.612	8490774.164	2280.824	via
8	727822.574	8490780.998	2281.225	via
9	727833.255	8490776.726	2279.773	relleno
10	727825.778	8490781.458	2280.726	casa
11	727832.237	8490784.280	2281.114	casa
12	727833.356	8490786.650	2281.406	casa
13	727831.656	8490799.039	2283.231	casa
14	727823.983	8490797.641	2284.404	casa
15	727837.752	8490802.134	2285.000	casa2
16	727844.203	8490805.402	2285.994	casa2
17	727847.511	8490795.537	2283.389	casa2
18	727837.149	8490791.522	2281.961	casa2
19	727837.876	8490783.477	2280.647	via
20	727841.878	8490792.148	2282.666	carretera
21	727838.775	8490780.134	2278.420	carretera
22	727828.858	8490782.634	2280.438	carretera
23	727820.799	8490773.742	2280.454	carretera
24	727810.911	8490775.441	2280.741	carretera
25	727806.862	8490767.754	2281.186	carretera
26	727796.724	8490767.070	2281.917	carretera
27	727791.363	8490757.608	2281.507	carretera
28	727780.497	8490758.295	2281.768	carretera
29	727775.643	8490749.608	2281.172	carretera
30	727765.623	8490746.933	2281.426	carretera
31	727761.200	8490737.107	2281.827	carretera
32	727751.171	8490735.575	2280.999	carretera
33	727748.247	8490727.138	2280.695	carretera
34	727738.789	8490734.943	2281.197	carretera
35	727729.654	8490729.020	2281.416	relleno
36	727732.794	8490734.119	2281.420	relleno
37	727738.834	8490727.796	2280.933	casa
38	727743.119	8490723.698	2279.225	casa
39	727743.191	8490723.118	2279.364	casa

**RESENTADO POR:**

- Danny Daniel Saavedra Oré.
- Danilo Saavedra Oré.



40	727736.593	8490716.431	2280.761	casa
41	727737.300	8490713.578	2279.784	relleno
42	727732.292	8490708.463	2278.117	relleno
43	727722.037	8490710.694	2278.772	relleno
44	727717.578	8490694.630	2274.829	relleno
45	727704.507	8490693.803	2276.989	relleno
46	727704.702	8490680.820	2273.026	relleno
47	727692.384	8490688.926	2276.357	relleno
48	727694.257	8490682.647	2275.563	casa.aban
49	727690.139	8490679.671	2273.761	casa.aban
50	727692.902	8490675.659	2272.995	casa.aban
51	727697.420	8490679.058	2274.362	casa.aban
52	727698.710	8490677.349	2273.488	relleno
53	727703.601	8490680.122	2273.222	relleno
54	727692.296	8490666.587	2271.760	relleno
55	727686.464	8490672.652	2273.339	relleno
56	727678.756	8490677.870	2274.475	relleno
57	727670.309	8490668.151	2272.269	relleno
58	727674.618	8490663.564	2272.080	relleno
59	727681.265	8490660.868	2271.247	relleno
60	727676.091	8490656.673	2270.316	relleno
61	727680.389	8490654.914	2269.871	relleno
62	727680.234	8490654.903	2269.905	relleno
63	727696.961	8490674.988	2272.032	relleno
64	727705.434	8490675.180	2272.110	relleno
65	727709.145	8490682.192	2271.412	relleno
66	727714.514	8490680.883	2270.898	relleno
67	727717.571	8490688.229	2270.081	relleno
68	727721.632	8490685.106	2269.746	relleno
69	727725.904	8490694.234	2269.897	relleno
70	727739.001	8490691.613	2269.197	relleno
71	727740.988	8490697.959	2270.063	relleno
72	727749.243	8490695.030	2269.528	relleno
73	727753.953	8490704.142	2270.424	relleno
74	727760.025	8490701.602	2270.293	relleno
75	727764.537	8490713.334	2271.977	relleno
76	727764.570	8490713.382	2272.113	relleno
77	727774.452	8490711.883	2271.250	relleno
78	727771.980	8490720.032	2272.670	relleno
79	727784.963	8490716.621	2272.152	relleno
80	727780.990	8490728.260	2273.474	relleno
81	727771.561	8490746.357	2281.210	relleno
82	727767.219	8490741.368	2279.314	relleno
83	727760.696	8490734.955	2277.314	relleno

**RESENTADO POR:**

- Danny Daniel Saavedra Oré.
- Danilo Saavedra Oré.



84	727757.428	8490732.056	2276.810	relleno
85	727755.688	8490727.945	2276.833	relleno
86	727754.061	8490722.930	2277.135	relleno
87	727756.484	8490718.095	2276.193	relleno
88	727760.228	8490714.624	2274.121	relleno
89	727763.441	8490720.967	2273.983	relleno
90	727767.524	8490724.564	2273.964	relleno
91	727774.331	8490729.813	2274.212	relleno
92	727770.222	8490733.621	2274.942	relleno
93	727767.536	8490730.479	2275.089	relleno
94	727788.785	8490729.694	2274.229	relleno
95	727729.829	8490684.638	2267.848	relleno
96	727718.857	8490678.655	2269.197	relleno
97	727709.590	8490669.230	2267.842	relleno
98	727705.171	8490669.395	2268.252	relleno
99	727701.911	8490664.801	2267.037	relleno
100	727696.452	8490658.796	2267.487	relleno
101	727693.164	8490657.393	2266.407	relleno
102	727696.361	8490650.389	2264.412	relleno
103	727684.767	8490648.434	2264.967	relleno
104	727696.349	8490631.639	2263.184	relleno
105	727703.826	8490638.033	2263.199	relleno
106	727708.297	8490639.491	2263.290	relleno
107	727713.734	8490634.476	2263.378	relleno
108	727721.898	8490639.503	2263.095	relleno
109	727718.628	8490646.988	2264.700	relleno
110	727728.606	8490645.070	2264.465	relleno
111	727724.398	8490651.494	2264.866	relleno
112	727733.135	8490650.814	2264.853	relleno
113	727729.005	8490655.257	2264.518	relleno
114	727725.434	8490663.191	2265.866	relleno
115	727732.187	8490668.626	2266.773	relleno
116	727743.563	8490665.352	2265.055	relleno
117	727748.436	8490668.670	2266.156	relleno
118	727744.947	8490674.245	2265.975	relleno
119	727756.950	8490677.375	2267.908	relleno
120	727761.662	8490681.643	2268.575	relleno
121	727767.877	8490686.072	2268.685	relleno
122	727760.764	8490690.477	2268.944	relleno
123	727762.617	8490696.051	2269.316	relleno
124	727774.569	8490691.398	2268.970	relleno
125	727769.764	8490704.032	2270.229	relleno
126	727780.616	8490699.951	2270.069	relleno
127	727784.588	8490705.019	2270.716	relleno

**RESENTADO POR:**

- Danny Daniel Saavedra Oré.
- Danilo Saavedra Oré.



128	727775.547	8490714.705	2272.194	relleno
129	727788.586	8490714.645	2271.840	relleno
130	727791.182	8490729.004	2275.045	relleno
131	727793.919	8490739.483	2275.918	relleno
132	727794.106	8490744.624	2276.342	relleno
133	727794.349	8490749.551	2278.026	relleno
134	727788.502	8490751.267	2279.045	relleno
135	727783.204	8490745.398	2277.957	relleno
136	727778.377	8490741.106	2278.086	relleno
137	727773.157	8490747.103	2280.554	relleno
138	727778.952	8490751.408	2280.960	relleno
139	727784.487	8490753.490	2279.982	relleno
140	727786.609	8490755.542	2281.377	relleno
141	727791.153	8490754.820	2280.070	relleno
142	727798.256	8490755.845	2278.717	relleno
143	727795.444	8490752.496	2278.797	relleno
144	727803.225	8490757.799	2279.230	relleno
145	727807.492	8490763.605	2277.411	relleno
146	727835.634	8490774.496	2279.771	f.pase.pea
147	727849.802	8490783.138	2280.025	carrtera
148	727843.521	8490778.999	2280.234	carrtera
149	727850.303	8490777.482	2281.563	carrtera
150	727840.904	8490770.471	2280.393	carrtera
151	727849.885	8490763.710	2281.529	carrtera
152	727837.016	8490758.090	2280.682	carrtera
153	727842.721	8490750.485	2280.419	carrtera
154	727832.823	8490744.660	2280.103	carrtera
155	727833.978	8490733.449	2279.193	carrtera
156	727821.438	8490723.660	2279.472	carrtera
157	727822.361	8490714.524	2279.408	carrtera
158	727814.150	8490710.472	2279.141	carrtera
159	727813.794	8490701.269	2280.773	carrtera
160	727802.763	8490698.875	2281.000	carrtera
161	727806.681	8490696.333	2280.736	carrtera
162	727800.717	8490688.359	2280.000	carrtera
163	727796.704	8490691.219	2279.789	relleno
164	727797.978	8490694.567	2279.580	relleno
165	727802.139	8490699.642	2280.227	relleno
166	727806.650	8490703.132	2280.600	relleno
167	727810.951	8490707.819	2279.510	relleno
168	727809.103	8490688.694	2281.677	P.A
169	727791.979	8490686.577	2278.781	relleno
170	727793.916	8490684.282	2279.748	relleno
171	727801.991	8490677.164	2279.752	relleno

**RESENTADO POR:**

- Danny Daniel Saavedra Oré.
- Danilo Saavedra Oré.



172	727807.414	8490675.269	2280.264	relleno
173	727816.754	8490670.663	2279.891	relleno
174	727813.967	8490675.093	2280.724	poste
175	727804.782	8490679.639	2280.530	poste
176	727802.403	8490671.543	2279.101	casa
177	727798.062	8490679.534	2279.248	Bz
178	727797.619	8490679.113	2279.272	P.B
179	727788.245	8490657.618	2276.650	casa
180	727794.851	8490664.743	2277.973	casa
181	727789.129	8490682.854	2279.616	relleno
182	727780.632	8490672.190	2277.940	relleno
183	727784.610	8490664.443	2276.922	relleno
184	727776.064	8490665.010	2275.999	relleno
185	727771.038	8490663.806	2275.332	relleno
186	727775.646	8490655.637	2276.485	relleno
187	727780.593	8490649.470	2276.420	relleno
188	727771.755	8490643.342	2275.471	relleno
189	727762.731	8490648.050	2275.507	relleno
190	727758.044	8490651.641	2275.655	relleno
191	727749.970	8490642.824	2272.132	relleno
192	727756.008	8490636.824	2273.286	relleno
193	727759.957	8490631.807	2273.584	relleno
194	727752.533	8490621.479	2272.396	relleno
195	727746.031	8490628.155	2272.471	relleno
196	727743.172	8490632.273	2272.250	relleno
197	727736.705	8490621.938	2267.846	relleno
198	727731.766	8490618.029	2269.011	relleno
199	727736.019	8490612.736	2270.423	relleno
200	727739.200	8490608.209	2270.932	relleno
201	727731.711	8490602.433	2270.160	relleno
202	727726.041	8490605.936	2270.057	relleno
203	727721.396	8490607.680	2269.228	relleno
204	727714.097	8490618.785	2262.739	camino
205	727718.199	8490627.437	2263.251	camino
206	727727.091	8490630.853	2263.580	camino
207	727733.301	8490640.065	2263.934	camino
208	727741.404	8490644.417	2265.667	camino
209	727744.468	8490651.960	2266.999	camino
210	727751.355	8490655.215	2268.087	camino
211	727756.094	8490665.342	2268.518	camino
212	727763.438	8490667.581	2269.000	camino
213	727765.324	8490673.452	2269.221	camino
214	727768.593	8490673.066	2269.380	camino
215	727770.665	8490677.888	2269.737	camino

**RESENTADO POR:**

- Danny Daniel Saavedra Oré.
- Danilo Saavedra Oré.



216	727779.022	8490681.842	2270.799	camino
217	727783.683	8490689.106	2272.381	camino
218	727789.032	8490691.430	2273.757	camino
219	727791.895	8490700.305	2274.675	camino
220	727797.642	8490703.039	2275.020	camino
221	727799.728	8490709.892	2275.403	camino
222	727805.635	8490711.885	2275.849	camino
223	727807.695	8490719.855	2276.070	camino
224	727813.624	8490723.068	2276.712	camino
225	727814.112	8490729.645	2277.105	camino
226	727820.283	8490733.740	2277.418	camino
227	727820.535	8490737.346	2277.626	camino
228	727825.140	8490739.561	2277.850	camino
229	727824.838	8490744.541	2278.251	camino
230	727824.648	8490743.557	2278.081	BM
231	727830.563	8490745.172	2278.858	camino
232	727830.783	8490750.099	2279.399	camino
233	727834.662	8490750.009	2280.052	camino
234	727833.404	8490756.323	2280.429	camino
235	727835.323	8490751.849	2280.252	camino
236	727686.003	8490686.092	2275.959	cuadra
237	727725.748	8490729.193	2281.650	cuadra
238	727690.059	8490755.215	2284.210	cuadra
239	727687.532	8490755.477	2284.261	cuadra
240	727632.648	8490711.590	2277.245	cuadra
241	727856.165	8490801.685	2284.810	relleno
242	727859.392	8490801.065	2284.710	relleno
243	727858.562	8490803.812	2285.375	relleno
244	727872.378	8490814.703	2287.076	relleno
245	727875.791	8490821.590	2287.933	relleno
246	727873.369	8490824.698	2288.450	relleno
247	727871.444	8490828.127	2288.990	relleno
248	727873.840	8490833.605	2289.681	relleno
249	727882.507	8490835.520	2289.995	relleno
250	727881.548	8490839.923	2291.020	relleno
251	727888.965	8490836.066	2290.506	relleno
252	727893.745	8490840.527	2291.270	relleno
253	727899.701	8490844.539	2291.999	relleno
254	727905.529	8490841.725	2290.541	relleno
255	727900.396	8490854.644	2293.047	relleno
256	727889.903	8490866.133	2293.803	relleno
257	727887.745	8490874.901	2297.143	relleno
258	727885.844	8490874.689	2297.679	relleno
259	727882.117	8490871.501	2298.419	relleno

**RESENTADO POR:**

- Danny Daniel Saavedra Oré.
- Danilo Saavedra Oré.



260	727875.016	8490865.064	2297.725	relleno
261	727877.994	8490854.817	2292.864	relleno
262	727871.676	8490839.801	2291.070	relleno
263	727865.336	8490833.343	2289.893	relleno
264	727863.160	8490825.066	2288.987	relleno
265	727847.604	8490819.154	2287.860	relleno
266	727838.336	8490815.905	2286.594	relleno
267	727827.616	8490813.653	2286.980	relleno
268	727818.372	8490802.428	2288.744	relleno
269	727818.902	8490812.453	2289.870	relleno
270	727822.553	8490820.861	2291.010	relleno
271	727826.475	8490824.398	2290.916	relleno
272	727827.654	8490827.726	2292.752	relleno
273	727831.049	8490833.877	2293.790	relleno
274	727821.315	8490826.911	2292.780	relleno
275	727820.339	8490821.413	2291.982	relleno
276	727819.292	8490817.466	2290.999	relleno
277	727826.716	8490815.478	2287.051	relleno
278	727852.223	8490808.752	2285.790	relleno
279	727853.178	8490793.324	2283.299	relleno
280	727850.718	8490790.349	2282.702	relleno
281	727851.793	8490770.936	2281.932	carreter
282	727858.682	8490775.720	2283.783	camino
283	727859.565	8490778.981	2284.063	camino
284	727864.295	8490780.923	2284.719	camino
285	727864.221	8490784.568	2285.003	camino
286	727868.194	8490784.741	2285.603	camino
287	727867.941	8490788.759	2286.006	camino
288	727872.151	8490789.454	2286.673	camino
289	727871.735	8490793.040	2286.992	camino
290	727875.898	8490794.000	2287.270	camino
291	727876.639	8490798.132	2288.784	camino
292	727881.231	8490799.241	2290.048	camino
293	727880.310	8490803.289	2289.999	camino
294	727886.051	8490806.916	2290.336	camino
295	727887.048	8490811.235	2290.525	camino
296	727892.992	8490813.279	2290.757	camino
297	727893.782	8490817.671	2291.893	camino
298	727898.614	8490817.366	2292.954	camino
299	727900.201	8490822.820	2293.423	camino
300	727905.565	8490823.036	2293.620	camino
301	727905.994	8490827.454	2293.760	camino
302	727910.871	8490828.401	2294.667	camino
303	727910.161	8490833.945	2294.338	camino

**RESENTADO POR:**

- Danny Daniel Saavedra Oré.
- Danilo Saavedra Oré.





304	727916.561	8490835.999	2294.528	camino
305	727915.788	8490840.571	2294.925	camino
306	727921.799	8490842.689	2294.570	camino
307	727921.779	8490847.416	2294.267	camino
308	727925.471	8490847.893	2294.245	camino
309	727929.631	8490852.250	2295.548	camino
310	727928.331	8490857.032	2297.000	camino
311	727937.311	8490858.051	2298.016	camino
312	727940.382	8490863.933	2298.566	camino
313	727946.111	8490862.430	2299.305	camino
314	727949.300	8490866.631	2299.685	camino
315	727957.247	8490863.814	2300.639	camino
316	727957.919	8490868.190	2300.772	camino
317	727961.174	8490865.665	2301.188	camino
318	727963.554	8490871.416	2301.791	camino
319	727968.987	8490870.196	2301.822	camino
320	727972.401	8490876.082	2302.452	camino
321	727978.633	8490877.260	2302.871	camino
322	727981.333	8490883.473	2303.990	camino
323	727985.973	8490883.275	2304.331	camino
324	727988.354	8490880.841	2304.761	camino
325	727991.922	8490881.824	2305.691	camino
326	727994.475	8490880.170	2307.323	camino
327	727993.749	8490877.044	2309.517	camino
328	727995.343	8490874.907	2310.932	camino
329	727995.375	8490874.904	2310.911	camino
330	727996.163	8490872.315	2312.121	camino
331	728001.821	8490877.757	2313.202	camino
332	728008.599	8490874.051	2313.459	camino
333	728001.502	8490874.793	2312.746	camino
334	727997.856	8490867.011	2311.954	camino
335	727987.457	8490866.860	2311.009	camino
336	727984.081	8490855.538	2308.527	carretera
337	727973.386	8490856.806	2306.943	carretera
338	727971.413	8490849.539	2306.060	carretera
339	727969.061	8490853.487	2306.300	casa
340	727968.162	8490855.701	2306.015	casa
341	727953.132	8490838.304	2303.908	casa
342	727945.898	8490834.778	2303.063	casa
343	727946.265	8490830.370	2303.038	casa
344	727953.197	8490823.850	2303.355	casa
345	727972.735	8490810.694	2303.986	casa
346	727977.423	8490801.522	2303.721	casa
347	727980.244	8490798.772	2303.629	casa

**RESENTADO POR:**

- Danny Daniel Saavedra Oré.
- Danilo Saavedra Oré.



348	727973.366	8490796.037	2303.255	casa
349	727960.797	8490795.835	2301.750	casa
350	727945.987	8490801.280	2301.491	casa
351	727938.740	8490789.090	2300.532	casa
352	727930.976	8490779.757	2299.595	casa
353	727932.264	8490775.824	2299.512	losa
354	727941.863	8490768.781	2299.983	losa
355	727948.255	8490763.586	2300.628	losa
356	727949.039	8490758.778	2299.987	losa
357	727940.741	8490754.190	2299.413	losa
358	727927.562	8490736.489	2296.650	losa
359	727933.112	8490731.483	2296.337	casa
360	727934.033	8490729.712	2296.209	casa
361	727930.886	8490726.661	2295.580	casa
362	727928.400	8490727.895	2295.252	casa
363	727923.760	8490729.186	2295.738	casa
364	727922.490	8490732.386	2295.890	casa
365	727910.794	8490749.684	2295.010	losa
366	727899.532	8490745.417	2294.280	casa
367	727904.919	8490737.394	2293.097	casa
368	727901.975	8490738.240	2293.049	casa
369	727895.822	8490740.989	2293.263	casa
370	727895.465	8490743.924	2293.709	casa
371	727900.889	8490747.404	2294.540	casa
372	727886.323	8490747.124	2293.570	casa
373	727886.729	8490755.540	2294.865	casa
374	727879.448	8490758.108	2294.768	casa
375	727872.243	8490755.293	2294.013	casa
376	727875.278	8490762.612	2294.980	casa
377	727870.978	8490769.981	2295.458	carretera
378	727883.151	8490774.833	2295.941	carretera
379	727885.458	8490786.574	2297.553	carretera
380	727894.664	8490787.233	2298.530	carretera
381	727892.204	8490793.680	2297.803	carretera
382	727892.207	8490793.949	2297.945	carretera
383	727903.126	8490795.823	2300.253	carretera
384	727902.835	8490806.990	2300.517	carretera
385	727917.414	8490812.457	2302.008	carretera
386	727919.779	8490824.086	2302.758	carretera
387	727927.394	8490821.605	2303.481	carretera
388	727933.694	8490827.705	2303.565	carretera
389	727927.279	8490833.386	2303.808	carretera
390	727921.067	8490829.420	2303.582	carretera
391	727894.676	8490800.616	2298.095	relleno

**RESENTADO POR:**

- Danny Daniel Saavedra Oré.
- Danilo Saavedra Oré.



392	727891.362	8490799.982	2296.025	relleno
393	727888.228	8490796.917	2295.129	relleno
394	727886.118	8490795.168	2294.900	relleno
395	727878.955	8490789.616	2291.913	relleno
396	727875.357	8490786.751	2291.223	relleno
397	727871.024	8490781.092	2291.363	relleno
398	727865.074	8490775.269	2289.955	relleno
399	727860.454	8490759.250	2293.261	carretera
400	727863.463	8490748.719	2292.424	carretera
401	727852.793	8490747.288	2292.194	carretera
402	727850.112	8490747.801	2291.807	relleno
403	727848.610	8490744.527	2291.177	relleno
404	727844.407	8490740.662	2290.539	relleno
405	727838.070	8490732.691	2289.041	relleno
406	727841.027	8490731.809	2289.134	carretera
407	727849.487	8490731.137	2289.729	carretera
408	727847.593	8490740.663	2290.859	carretera
409	727858.345	8490739.835	2292.110	carretera
410	727835.902	8490723.416	2288.197	carretera
411	727836.859	8490714.930	2286.880	carretera
412	727828.654	8490714.579	2286.358	carretera
413	727826.122	8490702.627	2285.081	carretera
414	727828.289	8490721.043	2279.710	relleni
415	727823.658	8490710.269	2285.722	relleni
416	727817.770	8490692.418	2283.530	relleni
417	727811.185	8490695.062	2282.888	relleni
418	727808.490	8490692.452	2282.790	carretera
419	727809.385	8490682.209	2280.983	carretera
420	727817.221	8490670.612	2280.010	camino
421	727817.915	8490674.521	2281.090	camino
422	727824.678	8490667.506	2280.707	camino
423	727830.020	8490669.654	2280.685	camino
424	727835.366	8490665.530	2281.220	camino
425	727841.178	8490663.313	2282.125	camino
426	727848.010	8490660.948	2281.986	camino
427	727852.256	8490661.237	2282.004	camino
428	727860.436	8490656.827	2283.159	camino
429	727864.391	8490656.595	2283.720	camino
430	727870.432	8490652.861	2284.061	camino
431	727875.395	8490652.954	2284.557	camino
432	727882.591	8490647.799	2284.645	camino
433	727888.861	8490646.495	2285.348	camino
434	727887.056	8490650.865	2285.859	casa
435	727869.138	8490668.193	2283.724	casa

**RESENTADO POR:**

- Danny Daniel Saavedra Oré.
- Danilo Saavedra Oré.



436	727868.597	8490664.728	2283.578	casa
437	727852.292	8490675.147	2283.790	casa
438	727842.993	8490672.728	2282.347	casa
439	727838.649	8490667.112	2281.365	casa
440	727864.497	8490648.437	2282.834	canal
441	727862.252	8490634.369	2282.014	relleno
442	727860.682	8490626.498	2282.181	relleno
443	727868.391	8490619.017	2282.071	relleno
444	727881.145	8490618.901	2283.460	relleno
445	727886.079	8490624.804	2283.790	relleno
446	727887.926	8490631.470	2284.480	relleno
447	727887.060	8490637.223	2284.177	relleno
448	727886.304	8490638.725	2283.860	canal
449	727879.478	8490641.612	2283.686	canal
450	727874.900	8490644.013	2283.495	canal
451	727849.056	8490656.845	2282.227	canal
452	727841.124	8490661.613	2281.810	canal
453	727832.796	8490667.280	2281.181	canal
454	727822.829	8490669.293	2280.820	canal
455	727819.152	8490669.594	2280.504	canal
456	727809.916	8490671.289	2280.000	canal
457	727807.943	8490671.873	2279.980	canal
458	727805.860	8490673.514	2279.951	canal
459	727803.472	8490676.325	2279.863	canal
460	727806.189	8490680.213	2280.780	poste
461	727815.061	8490675.213	2280.810	poste
462	727833.689	8490666.323	2281.030	poste
463	727833.231	8490666.696	2281.100	poste
464	727864.283	8490654.174	2283.512	poste
465	727862.475	8490760.357	2293.643	Base2
466	727864.425	8490760.235	2293.792	relleno
467	727906.586	8490858.696	2293.250	relleno
468	727923.951	8490874.704	2295.550	relleno
469	727926.575	8490884.396	2296.582	relleno
470	727927.767	8490892.403	2297.546	relleno
471	727916.526	8490893.989	2298.230	relleno
472	727944.303	8490902.014	2298.766	relleno
473	727943.264	8490904.530	2298.956	relleno
474	727953.736	8490906.665	2299.593	relleno
475	727951.330	8490907.563	2299.293	relleno
476	727962.045	8490912.018	2300.983	relleno
477	727969.851	8490895.284	2297.967	relleno
478	727978.156	8490900.945	2300.628	relleno
479	727979.612	8490911.475	2301.787	relleno

**RESENTADO POR:**

- Danny Daniel Saavedra Oré.
- Danilo Saavedra Oré.



480	727975.584	8490917.716	2301.965	relleno
481	727975.043	8490924.210	2302.790	relleno
482	727979.709	8490898.704	2297.781	cause
483	727979.622	8490896.462	2297.718	cause
484	727976.697	8490895.441	2297.477	cause
485	727975.992	8490895.800	2297.446	cause
486	727972.821	8490891.988	2297.083	cause
487	727972.313	8490889.925	2297.031	cause
488	727969.148	8490886.978	2296.968	cause
489	727969.162	8490884.755	2296.840	cause
490	727968.880	8490883.257	2296.790	cause
491	727970.138	8490882.880	2296.783	cause
492	727941.524	8490885.832	2296.996	cause
493	727915.850	8490855.684	2291.153	cause1
494	727858.831	8490794.023	2281.861	cause1
495	727858.960	8490790.759	2281.105	cause1
496	727856.858	8490787.783	2280.934	cause1
497	727854.442	8490788.245	2280.934	cause1
498	727852.405	8490787.377	2280.767	cause1
499	727851.308	8490783.718	2280.028	cause1
500	727847.815	8490783.798	2280.020	cause1
501	727845.021	8490785.588	2280.339	cause1
502	727842.906	8490783.740	2279.222	cause1
503	727841.674	8490782.621	2278.820	cause1
504	727843.227	8490780.797	2278.808	cause1
505	727835.825	8490775.092	2277.813	cause1
506	727830.625	8490774.589	2277.350	cause1
507	727832.138	8490773.172	2277.380	cause1
508	727827.912	8490772.238	2277.040	cause1
509	727825.733	8490772.090	2277.010	cause1
510	727825.068	8490770.308	2276.952	cause1
511	727821.356	8490767.900	2276.534	cause1
512	727819.912	8490768.687	2276.540	cause1
513	727811.484	8490764.236	2275.737	cause1
514	727812.142	8490765.007	2275.729	cause1
515	727810.286	8490764.859	2275.705	cause1
516	727810.866	8490760.279	2275.270	cause1
517	727808.551	8490759.127	2275.020	cause1
518	727808.929	8490757.524	2274.650	cause1
519	727802.790	8490751.219	2273.820	cause1
520	727803.702	8490750.031	2273.818	cause1
521	727798.995	8490745.030	2272.975	cause1
522	727800.117	8490744.177	2272.985	cause1
523	727796.142	8490735.833	2271.778	cause1

**RESENTADO POR:**

- Danny Daniel Saavedra Oré.
- Danilo Saavedra Oré.



524	727797.484	8490735.036	2271.697	cause1
525	727795.536	8490730.818	2271.390	cause1
526	727796.410	8490727.254	2271.114	cause1
527	727793.438	8490719.992	2269.981	cause1
528	727794.847	8490720.715	2270.186	cause1
529	727795.450	8490715.312	2269.551	cause1
530	727786.227	8490701.714	2268.259	cause1
531	727785.836	8490700.563	2268.054	cause1
532	727780.077	8490693.252	2267.490	cause1
533	727775.629	8490689.474	2267.383	cause1
534	727815.845	8490684.455	2281.499	cause1
535	727847.083	8490662.508	2282.250	cause1
536	727856.275	8490683.297	2284.916	cause1
537	727870.601	8490631.329	2283.050	relleno
538	727885.719	8490620.473	2283.718	relleno
539	727902.086	8490615.149	2283.253	relleno
540	727899.619	8490607.306	2282.385	relleno
541	727882.067	8490600.428	2281.456	relleno
542	727869.092	8490592.435	2280.521	relleno
543	727883.550	8490561.968	2278.193	relleno
544	727895.033	8490569.264	2279.820	relleno
545	727898.474	8490578.767	2280.634	relleno
546	727908.733	8490582.776	2281.465	relleno
547	727913.481	8490593.781	2283.834	relleno
548	727928.228	8490603.154	2284.489	relleno
549	727930.499	8490617.790	2285.248	relleno
550	727941.397	8490621.778	2285.551	relleno
551	727941.985	8490634.313	2287.593	relleno
552	727962.279	8490644.776	2289.921	relleno
553	727961.821	8490655.410	2290.740	relleno
554	727979.330	8490665.156	2292.589	relleno
555	727978.600	8490677.469	2293.130	relleno
556	727996.631	8490685.502	2294.291	relleno
557	727998.349	8490700.737	2296.239	relleno
558	728021.264	8490712.620	2298.235	relleno
559	728026.499	8490734.303	2302.321	relleno
560	728041.433	8490737.028	2301.748	relleno
561	728045.754	8490756.406	2306.782	relleno
562	728044.112	8490767.722	2306.655	relleno
563	728022.617	8490772.320	2305.062	relleno
564	728005.499	8490788.315	2304.638	relleno
565	727992.535	8490789.217	2303.905	relleno
566	727982.216	8490771.657	2302.400	relleno
567	727966.607	8490751.644	2300.034	relleno

**RESENTADO POR:**

- Danny Daniel Saavedra Oré.
- Danilo Saavedra Oré.



568	727956.323	8490731.092	2297.871	relleno
569	727944.236	8490720.557	2295.570	relleno
570	727930.761	8490696.037	2292.213	relleno
571	727919.179	8490680.251	2290.248	relleno
572	727913.454	8490663.055	2288.770	relleno
573	727903.783	8490647.934	2286.029	relleno
574	727884.748	8490643.952	2284.920	relleno
575	727860.006	8490794.590	2281.976	cause1
576	727862.757	8490798.698	2282.564	cause1
577	727863.074	8490798.243	2282.480	cause1
578	727869.590	8490803.904	2283.781	cause1
579	727870.275	8490803.621	2283.789	cause1
580	727873.988	8490810.657	2283.964	cause1
581	727876.865	8490810.602	2283.715	cause1
582	727880.411	8490817.448	2284.440	cause1
583	727879.318	8490818.632	2284.543	cause1
584	727880.424	8490821.862	2284.979	cause1
585	727880.895	8490820.780	2284.849	cause1
586	727891.159	8490830.693	2285.218	cause1
587	727893.827	8490831.105	2285.296	cause1
588	727902.671	8490833.338	2286.460	cause1
589	727901.040	8490838.093	2289.009	relleno
590	727901.587	8490832.144	2286.106	cause1
591	727902.158	8490833.720	2286.720	cause1
592	727908.742	8490841.632	2288.520	cause1
593	727910.219	8490840.558	2288.600	cause1
594	727915.012	8490846.512	2290.365	cause1
595	727924.203	8490854.453	2292.739	cause1
596	727925.892	8490856.948	2291.523	cause1
597	727925.269	8490860.035	2292.898	cause1
598	727924.160	8490859.023	2291.654	cause1
599	727928.931	8490859.397	2292.996	cause1
600	727930.799	8490865.157	2293.500	cause1
601	727932.167	8490864.456	2293.420	cause1
602	727937.915	8490871.105	2293.903	cause1
603	727940.288	8490868.841	2293.860	cause1
604	727940.230	8490876.456	2294.360	cause1
605	727939.261	8490878.336	2294.480	cause1
606	727944.576	8490880.245	2295.120	cause1
607	727947.812	8490879.384	2295.500	cause1
608	727948.887	8490883.127	2295.850	cause1
609	727954.136	8490882.327	2296.000	cause1
610	727961.676	8490880.736	2296.710	cause1
611	727962.302	8490878.346	2296.623	cause1

**RESENTADO POR:**

- Danny Daniel Saavedra Oré.
- Danilo Saavedra Oré.



612	727793.772	8490719.024	2269.959	cause1
613	727793.242	8490718.486	2269.860	cause1
614	727794.087	8490717.466	2269.802	cause1
615	727795.198	8490716.534	2269.580	cause1
616	727793.803	8490714.276	2269.484	cause1
617	727794.674	8490714.175	2269.421	cause1
618	727793.164	8490712.631	2269.101	cause1
619	727795.811	8490713.001	2269.171	cause1
620	727794.654	8490711.910	2269.090	cause1
621	727778.957	8490724.046	2272.595	cause1
622	727780.595	8490719.485	2272.429	cause1
623	727791.637	8490705.511	2268.750	cause1
624	727791.067	8490706.811	2268.780	cause1
625	727792.843	8490705.928	2268.751	cause1
626	727789.719	8490704.103	2268.453	cause1
627	727785.294	8490702.170	2271.248	cause1
628	727787.156	8490699.957	2268.040	cause1
629	727784.860	8490699.525	2268.000	cause1
630	727784.648	8490696.910	2267.710	cause1
631	727782.154	8490696.993	2267.782	cause1
632	727783.385	8490692.868	2267.589	cause1
633	727780.818	8490694.178	2267.584	cause1
634	727778.904	8490692.144	2267.460	cause1
635	727782.140	8490690.689	2267.450	cause1
636	727777.273	8490687.970	2268.372	cause1
637	727778.912	8490686.967	2269.550	cause1
638	727775.139	8490688.366	2267.350	cause1
639	727775.235	8490686.447	2267.122	cause1
640	727773.229	8490685.271	2267.040	cause1
641	727773.682	8490683.232	2266.750	cause1
642	727772.435	8490683.326	2266.774	cause1
643	727770.336	8490682.876	2266.402	cause1
644	727769.971	8490679.679	2266.035	cause1
645	727770.235	8490679.068	2266.024	cause1
646	727768.011	8490679.463	2266.000	cause1
647	727768.399	8490679.829	2266.039	cause1
648	727758.963	8490676.039	2265.580	cause1
649	727751.474	8490667.973	2265.080	cause1
650	727755.583	8490666.634	2270.877	cause1
651	727755.429	8490666.592	2270.915	cause1
652	727751.744	8490664.086	2264.980	cause1
653	727750.199	8490664.731	2264.985	cause1
654	727748.391	8490660.700	2264.940	cause1
655	727747.512	8490658.525	2264.918	cause1

**RESENTADO POR:**

- Danny Daniel Saavedra Oré.
- Danilo Saavedra Oré.





656	727746.266	8490659.646	2264.926	cause1
657	727744.181	8490658.781	2264.810	cause1
658	727744.229	8490657.652	2264.800	cause1
659	727745.612	8490656.762	2264.780	cause1
660	727742.463	8490655.564	2264.730	cause1
661	727744.810	8490655.308	2264.740	cause1
662	727740.768	8490653.635	2264.480	cause1
663	727741.922	8490652.785	2264.420	cause1
664	727739.180	8490652.139	2264.350	cause1
665	727738.230	8490650.869	2264.220	cause1
666	727738.237	8490647.930	2264.100	cause1
667	727737.237	8490647.057	2264.070	cause1
668	727734.950	8490647.664	2264.080	cause1
669	727732.643	8490643.635	2263.980	cause1
670	727731.035	8490640.758	2263.910	cause1
671	727728.918	8490638.425	2263.800	cause1
672	727728.127	8490641.261	2263.920	cause1
673	727726.632	8490637.174	2263.740	cause1
674	727725.455	8490638.218	2263.747	cause1
675	727722.007	8490637.275	2263.643	cause1
676	727721.516	8490635.906	2263.530	cause1
677	727722.710	8490632.669	2263.381	cause1
678	727719.564	8490634.143	2263.340	cause1
679	727719.019	8490630.166	2263.173	cause1
680	727715.600	8490630.605	2263.134	cause1
681	727713.771	8490629.272	2263.024	cause1
682	727715.513	8490628.198	2263.043	cause1
683	727712.931	8490626.514	2262.954	cause1
684	727710.696	8490624.500	2262.900	cause1
685	727709.644	8490626.076	2262.912	cause1
686	727740.007	8490740.574	2284.018	cause1
687	727760.938	8490746.094	2283.625	cause1
688	727756.372	8490758.400	2284.586	cause1
689	727765.359	8490751.284	2284.559	cause1
690	727767.702	8490754.137	2285.383	cause1
691	727772.542	8490758.070	2285.127	cause1
692	727775.749	8490761.026	2285.097	cause1
693	727777.193	8490762.074	2285.374	cause1
694	727761.868	8490758.605	2285.167	cause1
695	727769.534	8490773.078	2287.035	cause1
696	727778.052	8490777.397	2286.952	cause1
697	727785.830	8490788.514	2288.591	cause1
698	727796.362	8490802.542	2289.959	cause1
699	727801.683	8490807.256	2290.850	relleno

**RESENTADO POR:**

- Danny Daniel Saavedra Oré.
- Danilo Saavedra Oré.



700	727806.562	8490813.429	2291.950	relleno
701	727816.789	8490805.796	2288.991	relleno
702	727817.047	8490813.885	2289.990	relleno
703	727810.032	8490818.325	2292.251	relleno
704	727817.678	8490827.348	2293.126	relleno
705	727823.244	8490832.536	2293.585	relleno
706	727832.321	8490846.273	2296.019	relleno
707	727842.022	8490850.248	2295.867	relleno
708	727850.927	8490857.773	2296.594	relleno
709	727856.927	8490864.046	2298.128	relleno
710	727844.029	8490882.662	2298.850	calle
711	727836.783	8490884.915	2298.714	calle
712	727833.475	8490873.059	2297.900	calle
713	727821.148	8490870.842	2297.260	calle
714	727817.542	8490861.335	2296.900	calle
715	727805.649	8490858.639	2296.020	calle
716	727801.957	8490855.863	2295.851	calle
717	727809.325	8490852.128	2295.774	calle
718	727808.499	8490849.997	2295.693	calle
719	727790.348	8490845.462	2294.585	calle
720	727791.932	8490839.908	2294.483	calle
721	727779.405	8490836.344	2293.503	calle
722	727776.831	8490834.440	2292.984	calle
723	727782.210	8490831.301	2293.448	calle
724	727779.576	8490828.968	2292.840	calle
725	727771.446	8490822.855	2291.700	calle
726	727765.311	8490825.789	2291.650	calle
727	727751.631	8490815.597	2289.750	calle
728	727749.394	8490813.927	2289.530	calle
729	727754.054	8490807.686	2289.491	calle
730	727756.575	8490809.826	2289.650	calle
731	727743.957	8490801.752	2288.983	calle
732	727736.726	8490804.677	2288.919	calle
733	727724.382	8490793.967	2288.275	calle
734	727721.159	8490790.912	2287.699	calle
735	727725.872	8490785.288	2287.898	calle
736	727728.835	8490787.639	2288.020	calle
737	727713.228	8490785.189	2286.969	calle
738	727715.785	8490777.662	2286.854	calle
739	727686.424	8490762.658	2284.454	calle
740	727678.507	8490756.316	2284.093	calle
741	727690.447	8490756.667	2284.232	calle
742	727695.444	8490760.587	2284.370	calle
743	727699.575	8490750.085	2283.950	calle

**RESENTADO POR:**

- Danny Daniel Saavedra Oré.
- Danilo Saavedra Oré.



744	727704.815	8490752.270	2283.878	calle
745	727710.460	8490742.180	2283.810	calle
746	727715.068	8490744.895	2283.802	calle
747	727726.986	8490736.689	2281.700	calle
748	727727.587	8490729.973	2281.671	calle
749	727731.330	8490734.122	2281.521	calle
750	727739.723	8490726.421	2280.890	poste
751	727740.618	8490726.444	2280.741	poste
752	727859.356	8490768.300	2285.555	relleno
753	727969.685	8490881.617	2299.560	relleno
754	727972.206	8490886.634	2301.860	relleno
755	727974.624	8490890.851	2301.650	relleno
756	727976.498	8490893.776	2302.560	relleno
757	727979.413	8490895.563	2301.250	relleno
758	727978.656	8490898.985	2299.250	relleno
759	727975.363	8490896.359	2298.720	relleno
760	727972.175	8490892.404	2297.820	relleno
761	727968.725	8490888.199	2297.630	relleno
762	727967.965	8490883.822	2297.820	relleno
763	727961.232	8490882.089	2298.000	relleno
764	727948.420	8490883.943	2297.160	relleno
765	727955.118	8490883.748	2297.450	relleno
766	727857.007	8490900.932	2299.900	relleno
767	727861.010	8490904.125	2300.290	relleno
768	727890.261	8490915.937	2302.017	relleno
769	727883.687	8490922.207	2302.120	relleno
770	727887.597	8490925.325	2302.460	relleno
771	727915.747	8490947.773	2306.800	relleno
772	727921.359	8490940.735	2306.000	relleno
773	727974.454	8490892.619	2297.578	relleno
774	727970.699	8490886.202	2296.930	relleno
775	727955.564	8490879.371	2296.250	relleno
776	727891.898	8490829.289	2285.220	relleno
777	727860.982	8490794.368	2281.850	relleno
778	727834.748	8490775.930	2277.790	relleno
779	727771.269	8490681.802	2266.370	relleno
780	727759.594	8490674.758	2265.560	relleno
781	727753.645	8490667.123	2265.070	relleno
782	727966.093	8490882.282	2296.740	relleno
783	727966.632	8490880.851	2296.740	relleno
784	727917.772	8490853.925	2291.180	relleno
785	727791.022	8490703.158	2268.350	relleno
786	727764.242	8490678.037	2265.780	relleno
787	727765.174	8490677.018	2265.800	relleno

**RESENTADO POR:**

- Danny Daniel Saavedra Oré.
- Danilo Saavedra Oré.



788	727768.789	8490678.482	2265.970	relleno
789	727864.011	8490895.005	2299.750	relleno
790	727762.313	8490744.333	2281.250	relleno
791	727772.601	8490752.264	2281.600	relleno
792	727797.158	8490761.401	2281.540	relleno
793	727790.377	8490763.638	2281.410	relleno
794	727815.420	8490771.431	2280.950	relleno
795	727837.625	8490780.424	2279.850	relleno
796	727837.080	8490773.599	2279.650	relleno
797	727802.091	8490780.858	2286.200	relleno
798	727707.113	8490770.383	2286.250	relleno
799	727878.738	8490827.051	2288.780	relleno
800	727835.418	8490830.674	2292.350	relleno
801	727852.591	8490842.811	2295.120	relleno
802	727865.497	8490854.465	2296.850	relleno
803	727909.682	8490879.984	2295.780	relleno
804	727899.886	8490890.838	2299.980	relleno
805	727911.682	8490904.294	2301.850	relleno
806	727929.741	8490916.113	2303.750	relleno
807	727951.868	8490929.450	2304.020	relleno
808	727854.423	8490775.359	2283.000	relleno
809	727853.321	8490772.081	2282.650	relleno
810	727850.414	8490772.280	2282.000	relleno
811	727847.601	8490770.003	2280.850	relleno
812	727847.187	8490767.077	2280.670	relleno
813	727843.291	8490766.401	2280.580	relleno
814	727842.604	8490763.027	2280.370	relleno
815	727838.761	8490762.079	2280.520	relleno
816	727840.078	8490759.447	2280.420	relleno
817	727841.007	8490764.493	2280.390	relleno
818	727914.322	8490843.966	2290.200	relleno
819	727777.413	8490683.703	2270.870	relleno
820	727876.722	8490554.634	2277.000	relleno
821	727837.823	8490551.566	2274.000	relleno
822	727793.625	8490567.125	2272.000	relleno
823	727816.491	8490700.672	2284.250	via

**CUADRO N°02:** Coordenadas de BMs del Proyecto.

PUNTO	ESTE	NORTE	COTA	DESCRIPCIÓN
1	727722.037	8490710.694	2278.772	BM
2	727797.619	8490679.113	2279.272	BM

**RESENTADO POR:**

- Danny Daniel Saavedra Oré.
- Danilo Saavedra Oré.



## **ANEXO: PANEL FOTOGRAFICO**

**RESENTADO POR:**

- Danny Daniel Saavedra Oré.
- Danilo Saavedra Oré.



**FIGURA N°06:**  
Determinación de la  
Pendiente en la Quebrada el  
Olivo.



**FIGURA N°07:**  
Determinación de la  
Pendiente en la Quebrada el  
Olivo vista Frontal.

**RESENTADO POR:**

- Danny Daniel Saavedra Oré.
- Danilo Saavedra Oré.



**FIGURA N°08:** Verificación de los implementos del Equipo RTK R10 en el primer día del Trabajo de Campo.



**FIGURA N°09:** Instalación de la Antena Base del RTK R10.

**RESENTADO POR:**

- Danny Daniel Saavedra Oré.
- Danilo Saavedra Oré.



**FIGURA N°10:** Instalación del Cabezal Receptor.



**FIGURA N°11:** Configuración del Equipo.

**RESENTADO POR:**

- Danny Daniel Saavedra Oré.
- Danilo Saavedra Oré.





**FIGURA N°12:** Inicio del Levantamiento Topográfico.



**FIGURA N°13:** Ubicación de los detalles del terreno.

**RESENTADO POR:**

- Danny Daniel Saavedra Oré.
- Danilo Saavedra Oré.



**FIGURA N°14:**  
Levantamiento del Cauce  
Aguas Arriba.



**FIGURA N°15:** Socavación  
del Cauce ocasionado por  
las lluvias máximas.

**RESENTADO POR:**

- Danny Daniel Saavedra Oré.
- Danilo Saavedra Oré.



**FIGURA N°16:** Instalación del Equipo en el segundo día del Trabajo de Campo.



**FIGURA N°17:**  
Levantamiento del camino existente.

**RESENTADO POR:**

- Danny Daniel Saavedra Oré.
- Danilo Saavedra Oré.



**FIGURA N°18:**  
Levantamiento del cauce del  
rio aguas abajo.



**FIGURA N°19:** Verificación  
de los Puntos Levantados.

**RESENTADO POR:**

- Danny Daniel Saavedra Oré.
- Danilo Saavedra Oré.



# ANEXO B

## ESTUDIO HIDROLÓGICO E HIDRÁULICO



**NOMBRE DEL PROYECTO:** “ANÁLISIS Y DISEÑO DEL PUENTE DE INTERCONEXIÓN VIAL Y PEATONAL ENTRE LA URBANIZACIÓN PATIBAMABA BAJA Y MANUEL ESCORZA DE LA CIUDAD DE ABANCAY - APURIMAC”.

**PRESENTADO POR:**

DANNY DANIEL SAAVEDRA ORE.

DANILO SAAVEDRA ORÉ.

ABANCAY, JULIO DEL 2016



## ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN.....	19
2. ANTECEDENTES.....	19
3. OBJETIVOS.....	19
3.1. OBJETIVOS GENERALES.....	19
3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	20
4. JUSTIFICACIÓN.....	20
5. METODOLOGÍA DE TRABAJO.....	20
5.1. MÉTODO DE RECOLECCIÓN DE DATOS.....	20
5.2. TRABAJOS DE CAMPO.....	21
5.3. TRABAJOS DE GABINETE.....	21
6. DESCRIPCIÓN DE LA CUENCA Y EL CURSO DE AGUA PRINCIPAL.....	23
6.1. UBICACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO.....	23
6.1.1. UBICACIÓN POLÍTICA DEL PROYECTO.....	23
6.1.2. UBICACIÓN GEOGRÁFICA DE LA CUENCA.....	24
6.1.3. UBICACIÓN HIDROGRÁFICA DEL PROYECTO.....	25
6.2. DELIMITACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO.....	26
6.3. ORDEN DE LAS CORRIENTES.....	28
6.4. ACCESIBILIDAD Y VÍAS DE COMUNICACIÓN.....	29
7. CARACTERÍSTICAS GEOMORFOLÓGICAS.....	29
7.1. ÁREA Y PERÍMETRO.....	30
7.2. PENDIENTE MEDIA DE LA CUENCA.....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
7.3. PENDIENTE DEL CAUCE.....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
7.4. CURVAS CARACTERÍSTICAS DE LA CUENCA.....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
7.4.1. CURVA HIPSOMÉTRICA.....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
7.4.2. CURVA DE FRECUENCIA DE ALTITUDES.....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
7.5. ÍNDICE REPRESENTATIVO.....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
7.5.1. ÍNDICE DE COMPACIDAD O DE GRAVELIUS ( $K_c$ ).....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
7.5.2. FACTOR DE FORMA O DE HORTON.....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
7.5.3. DENSIDAD DE DRENAJE.....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
7.6. RECTÁNGULO EQUIVALENTE.....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
8. ANÁLISIS HIDROLÓGICO.....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
8.1. INFORMACIÓN CARTOGRÁFICA.....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>

### PRESENTADO POR:

- Danny Daniel Saavedra Oré.
- Danilo Saavedra Oré.



- 8.2. INFORMACIÓN PLUVIOMÉTRICA. .... **¡Error! Marcador no definido.**
- 8.2.1. UBICACIÓN Y CARACTERÍSTICAS. .... **¡Error! Marcador no definido.**
- 8.2.2. REGISTRO DE PRECIPITACIONES MÁXIMAS EN 24 HORAS. ... **¡Error! Marcador no definido.**
- 8.3. COMPENSACIONES DE DATOS HIDROLÓGICOS. .... **¡Error! Marcador no definido.**
- 8.3.1. TIPOS DE REGRESIÓN..... **¡Error! Marcador no definido.**
- 8.3.2. COMPENSACIÓN DE DATOS DE LA ESTACIÓN ABANCAY. .... **¡Error! Marcador no definido.**
- 8.3.3. COMPENSACIÓN DE DATOS DE LA ESTACIÓN ANDAHUAYLAS.  
**¡Error! Marcador no definido.**
- 8.3.4. COMPENSACIÓN DE DATOS DE LA ESTACIÓN CHALHUANCA.  
**¡Error! Marcador no definido.**
9. HIDROLOGÍA ESTADÍSTICA. .... **¡Error! Marcador no definido.**
- 9.1. MODELOS DE DISTRIBUCIÓN. .... **¡Error! Marcador no definido.**
- 9.1.1. DISTRIBUCIÓN NORMAL..... **¡Error! Marcador no definido.**
- 9.1.2. DISTRIBUCIÓN LOG-NORMAL DE DOS PARÁMETROS. .... **¡Error! Marcador no definido.**
- 9.1.3. DISTRIBUCIÓN GUMBEL..... **¡Error! Marcador no definido.**
- 9.1.4. DISTRIBUCIÓN GAMMA DE 3 PARÁMETROS O PEARSON TIPO III.  
**¡Error! Marcador no definido.**
- 9.1.5. DISTRIBUCIÓN LOG PEARSON TIPO III. .... **¡Error! Marcador no definido.**
- 9.2. PRUEBA DE BONDAD DE AJUSTE. .... **¡Error! Marcador no definido.**
- 9.2.1. AJUSTE GRÁFICO..... **¡Error! Marcador no definido.**
- 9.2.2. PRUEBA DE KOLMOGOROV – SMIRNOV..... **¡Error! Marcador no definido.**
10. PERIODO DE RETORNO Y PROYECCIÓN DE PRECIPITACIONES MÁXIMAS. .... **¡Error! Marcador no definido.**
- 10.1. ANÁLISIS DEL RIESGO ADMISIBLE Y VIDA ÚTIL. .... **¡Error! Marcador no definido.**
- 10.2. PRECIPITACIONES MÁXIMAS. .... **¡Error! Marcador no definido.**
- 10.2.1. ESTIMACIÓN DE LA PRECIPITACIÓN MÁXIMA PROBABLE. .. **¡Error! Marcador no definido.**
- 10.2.2. DURACIÓN DE PRECIPITACIONES.... **¡Error! Marcador no definido.**
11. CURVAS I-D-F Y P-D-F. .... **¡Error! Marcador no definido.**
- 11.1. INTENSIDAD. .... **¡Error! Marcador no definido.**
- 11.2. ECUACIÓN DE LA CURVA IDF. .... 35
- 11.3. ECUACIÓN DE LA CURVA PDF..... **¡Error! Marcador no definido.**

**PRESENTADO POR:**

- Danny Daniel Saavedra Oré.
- Danilo Saavedra Oré.



12. REGIONALIZACIÓN DE PRECIPITACIONES. ... **¡Error! Marcador no definido.**
  - 12.1. REGIONALIZACIÓN DE LAS CURVAS INTENSIDAD - TIEMPO DE DURACIÓN – PERIODO DE RETORNO. .... **¡Error! Marcador no definido.**
  - 12.2. REGIONALIZACIÓN DE LAS CURVAS PRECIPITACIÓN - TIEMPO DE DURACIÓN – PERIODO DE RETORNO. .... **¡Error! Marcador no definido.**
13. TIEMPO DE CONCENTRACIÓN..... **¡Error! Marcador no definido.**
  - 13.1. MÉTODO KRIPICH..... **¡Error! Marcador no definido.**
  - 13.2. MÉTODO CALIFORNIA CULVERTS PRACTICE. .... **¡Error! Marcador no definido.**
  - 13.3. MÉTODO IZZARD. .... **¡Error! Marcador no definido.**
  - 13.4. MÉTODO FEDERAL AVIATION ADMINISTRATION. .. **¡Error! Marcador no definido.**
  - 13.5. MÉTODO DE LA ECUACIÓN DE ONDA CINEMÁTICA MORGALI Y LINSLEY, ARON Y ERBORGE. .... **¡Error! Marcador no definido.**
  - 13.6. MÉTODO DE LA ECUACIÓN DE RETARDO SCS. .... **¡Error! Marcador no definido.**
14. HIETOGRAMA DE DISEÑO..... **¡Error! Marcador no definido.**
  - 14.1. MÉTODO DEL BLOQUE ALTERNATIVO. ... **¡Error! Marcador no definido.**
  - 14.2. GRUPO HIDROLÓGICO DE SUELO..... **¡Error! Marcador no definido.**
  - 14.3. NUMERO DE CURVAS DE ESCORRENTÍA (CN)..... **¡Error! Marcador no definido.**
  - 14.4. PRECIPITACIÓN TOTAL Y EFECTIVA SEGÚN EL MÉTODO SCS PARA ABSTRACCIONES..... **¡Error! Marcador no definido.**
15. CAUDALES MÁXIMOS. .... **¡Error! Marcador no definido.**
  - 15.1. MÉTODO RACIONAL MODIFICADO..... **¡Error! Marcador no definido.**
    - 15.1.1. COEFICIENTE DE UNIFORMIDAD. .. **¡Error! Marcador no definido.**
    - 15.1.2. COEFICIENTE DE ESCORRENTÍA... **¡Error! Marcador no definido.**
    - 15.1.3. UMBRAL DE ESCORRENTÍA. .... **¡Error! Marcador no definido.**
    - 15.1.4. FACTOR DE REDUCCIÓN..... **¡Error! Marcador no definido.**
    - 15.1.5. PRECIPITACIÓN MÁXIMA CORREGIDA SOBRE LA CUENCA. **¡Error! Marcador no definido.**
  - 15.2. HIDROGRAMA SINTÉTICO TRIANGULAR DEL SCS. **¡Error! Marcador no definido.**
  - 15.3. HIDROGRAMA ADIMENSIONAL DEL SCS. **¡Error! Marcador no definido.**
  - 15.4. HIDROGRAMA UNITARIO SINTÉTICO DE SNYDER. **¡Error! Marcador no definido.**
  - 15.5. EVALUACIÓN DE RESULTADOS. .... **¡Error! Marcador no definido.**
16. TOPOGRÁFICO DE LA ZONA DE INTERÉS PARA EL ESTUDIO HIDRÁULICO..... **¡Error! Marcador no definido.**

**PRESENTADO POR:**

- Danny Daniel Saavedra Oré.
- Danilo Saavedra Oré.





17. ESTUDIO DE SUELOS DEL LECHO DEL CAUCE..... **¡Error! Marcador no definido.**
- 17.1. EXTRACCIÓN DE MUESTRA. .... **¡Error! Marcador no definido.**
- 17.2. RESULTADOS DE LOS ENSAYOS DE LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS..... **¡Error! Marcador no definido.**
- 17.2.1. CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL. .... **¡Error! Marcador no definido.**
- 17.2.2. ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO. .... **¡Error! Marcador no definido.**
- 17.2.3. PESO ESPECÍFICO RELATIVA DE LOS SOLIDOS.. **¡Error! Marcador no definido.**
- 17.2.4. LIMITE DE CONSISTENCIA (ATTERBERG). .... **¡Error! Marcador no definido.**
- 17.2.5. CLASIFICACIÓN S.U.C.S..... **¡Error! Marcador no definido.**
- 17.2.6. PERFIL ESTRATIGRÁFICO. .... **¡Error! Marcador no definido.**
18. COEFICIENTE DE RUGOSIDAD DE CAUCES NATURALES (n DE MANNING). **¡Error! Marcador no definido.**
19. NIVEL DE AGUAS MÁXIMAS EXTRAORDINARIAS. .... **¡Error! Marcador no definido.**
- 19.1. MÉTODO EMPÍRICO DE MANNING. .... **¡Error! Marcador no definido.**
- 19.2. MODELAMIENTO UNIDIMENSIONAL EN HEC RAS PARA EL CÁLCULO DEL NIVEL DE AGUAS MÁXIMAS EXTRAORDINARIAS..... **¡Error! Marcador no definido.**
- 19.3. EVALUACIÓN DE RESULTADOS. .... **¡Error! Marcador no definido.**
20. NIVEL DE AGUAS MÍNIMAS. .... **¡Error! Marcador no definido.**
21. ALTURA LIBRE O ALTURA DE GALIBO. .... **¡Error! Marcador no definido.**
22. RÉGIMEN HIDRÁULICO DEL RIO CHINCHICHACA. .... **¡Error! Marcador no definido.**
- 22.1. ÁREA Y PERÍMETRO MOJADO..... **¡Error! Marcador no definido.**
- 22.2. RADIO HIDRÁULICO..... **¡Error! Marcador no definido.**
- 22.3. VELOCIDAD MEDIA. .... **¡Error! Marcador no definido.**
- 22.4. NÚMERO DE REYNOLDS..... **¡Error! Marcador no definido.**
- 22.5. NÚMERO DE FROUDE. .... **¡Error! Marcador no definido.**
23. SOCAVACIÓN. .... **¡Error! Marcador no definido.**
- 23.1. SOCAVACIÓN GENERAL Y CONTRACCIÓN..... **¡Error! Marcador no definido.**
- 23.1.1. MÉTODO DE LISCHTVAN – LEVEDIEV. .... **¡Error! Marcador no definido.**
- 23.2. SOCAVACIÓN LOCAL..... **¡Error! Marcador no definido.**
- 23.2.1. MÉTODO DE LAURSEN Y TOCH..... **¡Error! Marcador no definido.**

**PRESENTADO POR:**

- Danny Daniel Saavedra Oré.
- Danilo Saavedra Oré.



- 23.2.2. MÉTODO DE NEILL..... **¡Error! Marcador no definido.**
- 23.2.3. EVALUACIÓN DE LOS RESULTADOS.... **¡Error! Marcador no definido.**
- 23.3. SOCAVACIÓN DE ACUERDO AL MODELO UNIDIMENSIONAL DEL SISTEMA HEC RAS..... **¡Error! Marcador no definido.**
- 23.3.1. SOCAVACIÓN GENERAL Y POR CONTRACCIÓN DE ACUERDO AL SISTEMA HEC RAS. .... **¡Error! Marcador no definido.**
- 23.3.2. SOCAVACIÓN LOCAL DE ACUERDO AL SISTEMA HEC RAS. ... **¡Error! Marcador no definido.**
- 23.3.3. SOCAVACIÓN POTENCIAL TOTAL Y RESULTADOS. **¡Error! Marcador no definido.**
24. TRANSPORTE DE SEDIMENTOS. .... **¡Error! Marcador no definido.**
- 24.1. VELOCIDAD DE CAÍDA DE UNA PARTÍCULA..... **¡Error! Marcador no definido.**
- 24.2. VELOCIDAD DE CORTE. .... **¡Error! Marcador no definido.**
- 24.3. ESFUERZO CORTANTE MEDIA. .... **¡Error! Marcador no definido.**
- 24.4. VELOCIDAD CRITICA PARA INICIO DE MOVIMIENTO DE PARTÍCULAS. **¡Error! Marcador no definido.**
- 24.4.1. MÉTODO DE MAZA – GARCÍA. .... **¡Error! Marcador no definido.**
- 24.4.2. ECUACIÓN HEC-18. .... **¡Error! Marcador no definido.**
- 24.4.3. MÉTODO DE LISCHTVAN-LEVEDIEV. **¡Error! Marcador no definido.**
- 24.4.4. EVALUACIÓN DE RESULTADOS. .... **¡Error! Marcador no definido.**
- 24.5. ESFUERZO CORTANTE CRITICA PARA INICIO DE MOVIMIENTO DE PARTÍCULAS..... **¡Error! Marcador no definido.**
- 24.5.1. MÉTODO DE MEYER-PETER Y MULLER. .... **¡Error! Marcador no definido.**
- 24.5.2. MÉTODO DE LAURSEN..... **¡Error! Marcador no definido.**
- 24.5.3. EVALUACIÓN DE RESULTADOS. .... **¡Error! Marcador no definido.**
- 24.6. CUANTIFICACIÓN DE TRANSPORTE DE SEDIMENTOS..... **¡Error! Marcador no definido.**
- 24.6.1. MÉTODO DE SCHOKLITSCH. .... **¡Error! Marcador no definido.**
- 24.6.2. MÉTODO DE MEYER – METER Y MÜLLER. .... **¡Error! Marcador no definido.**
- 24.6.3. EVALUACIÓN DE RESULTADOS. .... **¡Error! Marcador no definido.**
25. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES..... **¡Error! Marcador no definido.**
26. BIBLIOGRAFÍA. .... **¡Error! Marcador no definido.**
- ANEXOS

**PRESENTADO POR:**

- Danny Daniel Saavedra Oré.
- Danilo Saavedra Oré.



## **LISTA DE CUADROS**

CUADRO N° 1: Accesibilidad al Proyecto.....	29
CUADRO N° 2: Cuadro de Áreas.....	30
CUADRO N° 3: Calculo de la pendiente de la cuenca Chinchichaca. . <b>¡Error! Marcador no definido.</b>	
CUADRO N° 4: Calculo de la pendiente del cauce del Chinchichaca. <b>¡Error! Marcador no definido.</b>	

### **PRESENTADO POR:**

- Danny Daniel Saavedra Oré.
- Danilo Saavedra Oré.



- CUADRO N° 5: Calculo de la curva hipsométrica y frecuencia de altitudes de la cuenca Chinchichaca. .... **¡Error! Marcador no definido.**
- CUADRO N° 6: Calculo de la altitud media de la cuenca Chinchichaca. .... **¡Error! Marcador no definido.**
- CUADRO N° 7: Índice de Gravelius para la evaluación de la forma. .... **¡Error! Marcador no definido.**
- CUADRO N° 8: Forma de la cuenca en función al factor de forma. **¡Error! Marcador no definido.**
- CUADRO N° 9: Calculo del triángulo equivalente de la cuenca Chinchichaca. .... **¡Error! Marcador no definido.**
- CUADRO N° 10: Ubicación de la Estación Abancay. .... **¡Error! Marcador no definido.**
- CUADRO N° 11: Ubicación de la Estación Andahuaylas. .... **¡Error! Marcador no definido.**
- CUADRO N° 12: Ubicación de la Estación Chalhuanca. **¡Error! Marcador no definido.**
- CUADRO N° 13: Precipitación Máxima en 24 Horas de la Estación Abancay. .... **¡Error! Marcador no definido.**
- CUADRO N° 14: Precipitación Máxima en 24 Horas de la Estación Andahuaylas. .... **¡Error! Marcador no definido.**
- CUADRO N° 15: Precipitación Máxima en 24 Horas de la Estación Chalhuanca. **¡Error! Marcador no definido.**
- CUADRO N° 16: Compensación de las precipitaciones no registradas de la Estación Abancay. .... **¡Error! Marcador no definido.**
- CUADRO N° 17: Compensación de las precipitaciones no registradas de la Estación Andahuaylas. .... **¡Error! Marcador no definido.**
- CUADRO N° 18: Compensación de las precipitaciones no registradas de la Estación Chalhuanca. .... **¡Error! Marcador no definido.**
- CUADRO N° 19: Valores Críticos de  $\Delta_0$  del Estadística de Kolmogórov-Smirnov  $\Delta$ , para varios valores de N y niveles de significación  $\alpha$ . .... **¡Error! Marcador no definido.**
- CUADRO N° 20: Ajuste de datos a la distribución Normal. .... **¡Error! Marcador no definido.**
- CUADRO N° 21: Ajuste de datos a la distribución log-Normal de 2 parámetros... **¡Error! Marcador no definido.**
- CUADRO N° 22: Ajuste de datos a la distribución Gamma de 2 parámetros. .... **¡Error! Marcador no definido.**

**PRESENTADO POR:**

- Danny Daniel Saavedra Oré.
- Danilo Saavedra Oré.



CUADRO N° 23: Ajuste de datos a la distribución Gamma de 3 parámetros. .... **¡Error! Marcador no definido.**

CUADRO N° 24: Ajuste de datos a la distribución Gumbel. .... **¡Error! Marcador no definido.**

CUADRO N° 25: Ajuste de datos a la distribución log-Gumbel. .... **¡Error! Marcador no definido.**

CUADRO N° 26: Valores de Período de Retorno T (Años). .... **¡Error! Marcador no definido.**

CUADRO N° 27: Valores máximos recomendados de riesgo admisible de obras de drenaje..... **¡Error! Marcador no definido.**

CUADRO N° 28: Vida útil para obras de drenaje. .... **¡Error! Marcador no definido.**

CUADRO N° 29: Parámetro de la media del logaritmo natural de datos de registros compensados. .... **¡Error! Marcador no definido.**

CUADRO N° 30: Distribución Gamma de 2 parámetros para distintas frecuencias. .... **¡Error! Marcador no definido.**

CUADRO N° 31: Coeficientes de duración lluvias entre 48 horas y una hora. .... **¡Error! Marcador no definido.**

CUADRO N° 32: Precipitaciones máximas en 24 horas (mm) para diferentes tiempos de duración de lluvias y periodo de retorno..... **¡Error! Marcador no definido.**

CUADRO N° 33: Intensidad de lluvia para diferentes tiempos de duración..... **¡Error! Marcador no definido.**

CUADRO N° 34: Resumen de aplicación de regresión potencial... **¡Error! Marcador no definido.**

CUADRO N° 35: Regresión no lineal de constantes de regresión.. **¡Error! Marcador no definido.**

CUADRO N° 36: Factores característicos de la zona de estudio. ... **¡Error! Marcador no definido.**

CUADRO N° 37: Cuadro de intensidad - Tiempo de duración - Periodo de retorno. .... **¡Error! Marcador no definido.**

CUADRO N° 38: Cuadro de Precipitación - Tiempo de duración - Periodo de retorno. .... **¡Error! Marcador no definido.**

CUADRO N° 39: Resumen de los parámetros de las Precipitaciones y altitud de cada estación Meteorológicas. .... **¡Error! Marcador no definido.**

CUADRO N° 40: Cuadro de la Intensidad- Tiempo de duración - Periodo de retorno Regionalizada. .... **¡Error! Marcador no definido.**



- CUADRO N° 41: Cuadro de la Precipitación - Tiempo de duración - Periodo de retorno Regionalizada. .... **¡Error! Marcador no definido.**
- CUADRO N° 42: Coeficiente de retardo para diferentes condiciones. **¡Error! Marcador no definido.**
- CUADRO N° 43: Iteración para determinar el tiempo de concentración de acuerdo al método Izzard. .... **¡Error! Marcador no definido.**
- CUADRO N° 44: Coeficiente de escorrentía de la cuenca. .... **¡Error! Marcador no definido.**
- CUADRO N° 45: Valores del coeficiente de rugosidad de Manning n dados por Horton. .... **¡Error! Marcador no definido.**
- CUADRO N° 46: Iteración para determinar el tiempo de concentración de acuerdo al método de la ecuación de onda cinemática Morgali y Linsley, Aron y Erborge. ... **¡Error! Marcador no definido.**
- CUADRO N° 47: Calculo del Tiempo de Concentración. **¡Error! Marcador no definido.**
- CUADRO N° 48: Precipitaciones totales. .... **¡Error! Marcador no definido.**
- CUADRO N° 49: Precipitaciones totales máximas por periodo de retorno. .... **¡Error! Marcador no definido.**
- CUADRO N° 50: Grupo Hidrológico de Suelos. .... **¡Error! Marcador no definido.**
- CUADRO N° 51: Descripción del tipo de suelo y su superficie de la cuenca Chinchichaca. .... **¡Error! Marcador no definido.**
- CUADRO N° 52: Numero de curvas de escorrentía para usos selectos de tierra agrícola, suburbana y urbana (condiciones antecedentes de humedad II,  $I_a=0.2$  S). .... **¡Error! Marcador no definido.**
- CUADRO N° 53: Numero de curvas de la cuenca. .... **¡Error! Marcador no definido.**
- CUADRO N° 54: Clasificación de clases antecedentes de humedad (AMC) para el método de abstracciones de lluvia del SCS. .... **¡Error! Marcador no definido.**
- CUADRO N° 55: Precipitación efectiva para diferentes duraciones y periodo de retorno. .... **¡Error! Marcador no definido.**
- CUADRO N° 56: Precipitación efectiva máxima por periodos de retorno. .... **¡Error! Marcador no definido.**
- CUADRO N° 57: Intensidades de precipitación máxima horaria para un determinado tiempo de concentración y periodos de retorno. .... **¡Error! Marcador no definido.**
- CUADRO N° 58: Caudal Máximo de diseño para diferentes periodos de retorno por el método racional modificado. .... **¡Error! Marcador no definido.**

**PRESENTADO POR:**

- Danny Daniel Saavedra Oré.
- Danilo Saavedra Oré.



- CUADRO N° 59: Calculo del Hidrograma Sintético Triangular por periodo de retorno.  
..... **¡Error! Marcador no definido.**
- CUADRO N° 60: Caudal pico por periodo de retorno por el Hidrograma sintético triangular..... **¡Error! Marcador no definido.**
- CUADRO N° 61: Coordenadas del hidrograma adicional..... **¡Error! Marcador no definido.**
- CUADRO N° 62: Caudal pico y tiempo pico por periodo de retorno. ... **¡Error! Marcador no definido.**
- CUADRO N° 63: Calculo del hidrograma adimensional por periodo de retorno. .. **¡Error! Marcador no definido.**
- CUADRO N° 64: Calculo del hidrograma Sintético de Snyder por periodo de retronó.  
..... **¡Error! Marcador no definido.**
- CUADRO N° 65: Caudal pico por periodo de retorno de acuerdo al hidrograma Sintetico de Snyder..... **¡Error! Marcador no definido.**
- CUADRO N° 66: Caudal máximo de diseño por diferentes métodos y periodos de retorno. .... **¡Error! Marcador no definido.**
- CUADRO N° 67: Información de la calicata (C-1) en el cauce del rio Chinchichaca.  
..... **¡Error! Marcador no definido.**
- CUADRO N° 68: Ubicación en coordenadas UTM y altitud de la Calicata (C-1) en el cauce del rio Chinchichaca. .... **¡Error! Marcador no definido.**
- CUADRO N° 69: Calculo del Contenido de Humedad Natural para el primer estrato de la calicata (C-1)..... **¡Error! Marcador no definido.**
- CUADRO N° 70: Calculo del Contenido de Humedad Natural para el segundo estrato de la calicata (C-1)..... **¡Error! Marcador no definido.**
- CUADRO N° 71: Calculo de la granulometría del primer estrato de la calicata (C-1).  
..... **¡Error! Marcador no definido.**
- CUADRO N° 72: Diámetros Característicos de las partículas de la muestra extraída del primer estrato de la calicata (C-1)..... **¡Error! Marcador no definido.**
- CUADRO N° 73: Calculo de la granulometría del segundo estrato de la calicata (C-1).  
..... **¡Error! Marcador no definido.**
- CUADRO N° 74: Diámetros Característicos de las partículas de la muestra extraída del segundo estrato de la calicata (C-1). .... **¡Error! Marcador no definido.**
- CUADRO N° 75: Calculo del peso específico relativo de los sólidos finos de la muestra extraída del primer estrato de la calicata (C-1)..... **¡Error! Marcador no definido.**

**PRESENTADO POR:**

- Danny Daniel Saavedra Oré.
- Danilo Saavedra Oré.



- CUADRO N° 76: Calculo del peso específico relativo de los sólidos finos de la muestra extraída del segundo estrato de la calicata (C-1). ..... **¡Error! Marcador no definido.**
- CUADRO N° 77: Calculo del peso específico relativo de los sólidos gruesos de la muestra extraída del primer estrato de la calicata (C-1). **¡Error! Marcador no definido.**
- CUADRO N° 78: Calculo del peso específico relativo de los sólidos gruesos de la muestra extraída del segundo estrato de la calicata (C-1). ... **¡Error! Marcador no definido.**
- CUADRO N° 79: Calculo del Limite Líquido de Acuerdo a la Cuchara de Casagrande ensayada en la muestra extraída del segundo estrato de la Calicata (C-1)..... **¡Error! Marcador no definido.**
- CUADRO N° 80: Calculo del Limite Plástico de Acuerdo a ensayos de Laboratorio de la muestra extraída del segundo estrato de la Calicata (C-1)..... **¡Error! Marcador no definido.**
- CUADRO N° 81: Clasificación de la Muestra extraída del primer estrato de la calicata (C-1). ..... **¡Error! Marcador no definido.**
- CUADRO N° 82: Clasificación de la Muestra extraída del segundo estrato de la calicata (C-1). ..... **¡Error! Marcador no definido.**
- CUADRO N° 83: Cuadro de Cowar para determinar la influencia de diversos factores con respecto al factor n..... **¡Error! Marcador no definido.**
- CUADRO N° 84: Calculo del coeficiente de rugosidad... **¡Error! Marcador no definido.**
- CUADRO N° 85: Puntos que conforman la sección transversal..... **¡Error! Marcador no definido.**
- CUADRO N° 86: Calculo del N.A.M.E. y del tirante máximo por el método empírico de Manning..... **¡Error! Marcador no definido.**
- CUADRO N° 87: Resultados del Modelamiento en el Sistema Hec-Ras..... **¡Error! Marcador no definido.**
- CUADRO N° 88: Selección del N.A.M.E. y del tirante máximo como Resultado final. .... **¡Error! Marcador no definido.**
- CUADRO N° 89: Tirante observado en el trabajo de campo. .... **¡Error! Marcador no definido.**
- CUADRO N° 90: Calculo del N.A.M. .... **¡Error! Marcador no definido.**
- CUADRO N° 91: Galibo por Periodo de Retorno. .... **¡Error! Marcador no definido.**
- CUADRO N° 92: Área y perímetro mojado por periodo de retorno. **¡Error! Marcador no definido.**

**PRESENTADO POR:**

- Danny Daniel Saavedra Oré.
- Danilo Saavedra Oré.





- CUADRO N° 93: Radio Hidráulico por periodo de retorno. .... **¡Error! Marcador no definido.**
- CUADRO N° 94: Velocidad media por periodo de retorno. .... **¡Error! Marcador no definido.**
- CUADRO N° 95: Número de Reynolds por periodo de retorno. .... **¡Error! Marcador no definido.**
- CUADRO N° 96: Numero por Froude y régimen del flujo por periodo de retorno. **¡Error! Marcador no definido.**
- CUADRO N° 97: Clasificación de los cauces de los ríos de acuerdo al criterio de Lischtván – Levediev. .... **¡Error! Marcador no definido.**
- CUADRO N° 98: Factor de corrección por contracción del cauce  $\mu$ ... **¡Error! Marcador no definido.**
- CUADRO N° 99: Valores de  $D_{90}$  y  $1/(1+z)$ . .... **¡Error! Marcador no definido.**
- CUADRO N° 100: Probabilidad Anual y valor del coeficiente  $\beta$  por periodo de retorno. .... **¡Error! Marcador no definido.**
- CUADRO N° 101: Ancho Libre y Tirante Máximo del Cauce por periodos de retorno. .... **¡Error! Marcador no definido.**
- CUADRO N° 102: Coeficiente de contracción  $\mu$  y  $\alpha$  por Periodo de Retorno. .... **¡Error! Marcador no definido.**
- CUADRO N° 103: Calculo de la Socavación General y por Contracción por periodo de retorno. .... **¡Error! Marcador no definido.**
- CUADRO N° 104: Socavación General y por Contracción Máxima por Periodo de Retorno. .... **¡Error! Marcador no definido.**
- CUADRO N° 105: Calculo de la Socavación Local por el Método de Laursen y Toch. .... **¡Error! Marcador no definido.**
- CUADRO N° 106: Calculo de la Socavación Local por el Método de Niel. .... **¡Error! Marcador no definido.**
- CUADRO N° 107: Resultado final para la socavación local. .... **¡Error! Marcador no definido.**
- CUADRO N° 108: Socavación Total Máximo por Periodo de Retorno de Acuerdo al sistema Hec-Ras. .... **¡Error! Marcador no definido.**
- CUADRO N° 109: Forma de Transporte de Sedimentos. .... **¡Error! Marcador no definido.**
- CUADRO N° 110: Velocidad de Corte por Periodo de Retorno. .... **¡Error! Marcador no definido.**

**PRESENTADO POR:**

- Danny Daniel Saavedra Oré.
- Danilo Saavedra Oré.



- CUADRO N° 111: Forma Transporte de fondo por Periodo de Retorno..... **¡Error! Marcador no definido.**
- CUADRO N° 112: Esfuerzo cortante media por Periodo de Retorno. . **¡Error! Marcador no definido.**
- CUADRO N° 113: Velocidad critica para inicio del movimiento de partículas según el método de Maza y García..... **¡Error! Marcador no definido.**
- CUADRO N° 114: Velocidad critica para inicio del movimiento de partículas según la ecuación Hec-18..... **¡Error! Marcador no definido.**
- CUADRO N° 115: Velocidades medias no erosionables para suelos granulares (m/s).  
..... **¡Error! Marcador no definido.**
- CUADRO N° 116: Velocidad critica para inicio del movimiento de partículas según el método de Lischtvan-Levediev. .... **¡Error! Marcador no definido.**
- CUADRO N° 117: Selección del resultado final de la velocidad critica para el inicio de movimiento de las partículas..... **¡Error! Marcador no definido.**
- CUADRO N° 118: Transporte unitario de material según el Método de Schoklitsch.  
..... **¡Error! Marcador no definido.**
- CUADRO N° 119: Transporte de material según el Método de Schoklitsch. .... **¡Error! Marcador no definido.**
- CUADRO N° 120: Transporte unitario de material según el Método de Meyer – Meter y Müller..... **¡Error! Marcador no definido.**
- CUADRO N° 121: Transporte de material según el Método de Meyer – Meter y Müller.  
..... **¡Error! Marcador no definido.**
- CUADRO N° 122: Selección del resultado final de la velocidad critica para el inicio de movimiento de las partículas..... **¡Error! Marcador no definido.**

**PRESENTADO POR:**

- Danny Daniel Saavedra Oré.
- Danilo Saavedra Oré.



## LISTA DE GRÁFICOS

GRAFICO N° 1: Ubicación Política del Proyecto.....	23
GRAFICO N° 2: Ubicación geográfica del Proyecto.....	24
GRAFICO N° 3: Ubicación Hidrológica del Proyecto.....	25
GRAFICO N° 4: Delimitación del área de Estudio.....	27
GRAFICO N° 5: Orden de las corrientes del cauce Chinchichaca. ....	28
GRAFICO N° 6: Componentes vectoriales geométricas de una cuenca. ....	<b>¡Error!</b>
<b>Marcador no definido.</b>	
GRAFICO N° 7: Tramos geométricos de un río.....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
GRAFICO N° 8: Perfil del cauce del río Chinchichaca....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
GRAFICO N° 9: Tipos de Curvas Hipsométricas. ....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
GRAFICO N° 10: Curva hipsométrica y de frecuencia de altitudes de la cuenca Chinchichaca. ....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
GRAFICO N° 11: Clasificación de la curva hipsométrica de la cuenca Chinchichaca. ....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>

### PRESENTADO POR:

- Danny Daniel Saavedra Oré.
- Danilo Saavedra Oré.



- GRAFICO N° 12: Equivalencia de la cuenca a un rectángulo. .... **¡Error! Marcador no definido.**
- GRAFICO N° 13: Rectángulo Equivalente de la cuenca Chinchichaca. .... **¡Error! Marcador no definido.**
- GRAFICO N° 14: Identificación de áreas por intervalo de curva de nivel de la cuenca chinchichaca. .... **¡Error! Marcador no definido.**
- GRAFICO N° 15: Histograma de Precipitación Máxima en 24 horas de la Estación Abancay. .... **¡Error! Marcador no definido.**
- GRAFICO N° 16: Histograma de Precipitación Máxima en 24 horas de la Estación Andahuaylas. .... **¡Error! Marcador no definido.**
- GRAFICO N° 17: Histograma de Precipitación Máxima en 24 horas de la Estación Chalhuanca. .... **¡Error! Marcador no definido.**
- GRAFICO N° 18: Características Geometría y Analíticas de una línea de Tendencia de un conjunto de datos. .... **¡Error! Marcador no definido.**
- GRAFICO N° 19: Regresión Lineal de los datos registrados de la Estación Abancay. .... **¡Error! Marcador no definido.**
- GRAFICO N° 20: Regresión no Lineal Polinómica de 3er grado de los datos registrados de la Estación Abancay. .... **¡Error! Marcador no definido.**
- GRAFICO N° 21: Regresión no Lineal Exponencial de los datos registrados de la Estación Abancay. .... **¡Error! Marcador no definido.**
- GRAFICO N° 22: Regresión no Lineal Logarítmica de los datos registrados de la Estación Abancay. .... **¡Error! Marcador no definido.**
- GRAFICO N° 23: Regresión no Lineal Potencial de los datos registrados de la Estación Abancay. .... **¡Error! Marcador no definido.**
- GRAFICO N° 24: Precipitaciones compensadas de la Estación Abancay hasta el año 2016. .... **¡Error! Marcador no definido.**
- GRAFICO N° 25: Regresión Lineal de los datos registrados de la Estación Andahuaylas. .... **¡Error! Marcador no definido.**
- GRAFICO N° 26: Regresión no Lineal Polinómica de 4to grado de los datos registrados de la Estación Andahuaylas. .... **¡Error! Marcador no definido.**
- GRAFICO N° 27: Regresión no Lineal Exponencial de los datos registrados de la Estación Andahuaylas. .... **¡Error! Marcador no definido.**
- GRAFICO N° 28: Regresión no Lineal Logarítmica de los datos registrados de la Estación Andahuaylas. .... **¡Error! Marcador no definido.**

**PRESENTADO POR:**

- Danny Daniel Saavedra Oré.
- Danilo Saavedra Oré.



GRAFICO N° 29: Regresión no Lineal Potencial de los datos registrados de la Estación Andahuaylas. .... **¡Error! Marcador no definido.**

GRAFICO N° 30: Precipitaciones compensadas de la Estación Andahuaylas hasta el año 2016..... **¡Error! Marcador no definido.**

GRAFICO N° 31: Regresión Lineal de los datos registrados de la Estación Chalhuanca. .... **¡Error! Marcador no definido.**

GRAFICO N° 32: Regresión no Lineal Polinómica de 4to grado de los datos registrados de la Estación Chalhuanca. .... **¡Error! Marcador no definido.**

GRAFICO N° 33: Regresión no Lineal Exponencial de los datos registrados de la Estación Chalhuanca. .... **¡Error! Marcador no definido.**

GRAFICO N° 34: Regresión no Lineal Logarítmica de los datos registrados de la Estación Chalhuanca. .... **¡Error! Marcador no definido.**

GRAFICO N° 35: Regresión no Lineal potencial de los datos registrados de la Estación Chalhuanca. .... **¡Error! Marcador no definido.**

GRAFICO N° 36: Precipitaciones compensadas de la Estación Chalhuanca hasta el año 2016..... **¡Error! Marcador no definido.**

GRAFICO N° 37: Ajuste gráfico con la función densidad. .... **¡Error! Marcador no definido.**

GRAFICO N° 38: Ajuste gráfico con la función acumulada. .... **¡Error! Marcador no definido.**

GRAFICO N° 39: Ajuste de datos a la distribución Normal. .... **¡Error! Marcador no definido.**

GRAFICO N° 40: Ajuste de datos a la distribución log-Normal de 2 parámetros.. **¡Error! Marcador no definido.**

GRAFICO N° 41: Ajuste de datos a la distribución Gamma de 2 parámetros. .... **¡Error! Marcador no definido.**

GRAFICO N° 42: Ajuste de datos a la distribución Gamma de 3 parámetros. .... **¡Error! Marcador no definido.**

GRAFICO N° 43: Ajuste de datos a la distribución Gumbel. .... **¡Error! Marcador no definido.**

GRAFICO N° 44: Ajuste de datos a la distribución log-Gumbel. .... **¡Error! Marcador no definido.**

GRAFICO N° 45: Riesgo de por lo menos una excedencia del evento de diseño durante la vida útil..... **¡Error! Marcador no definido.**

**PRESENTADO POR:**

- Danny Daniel Saavedra Oré.
- Danilo Saavedra Oré.



- GRAFICO N° 46: Precipitaciones máximas en 24 horas (mm) para diferentes tiempos de duración de lluvias y periodo de retorno..... **¡Error! Marcador no definido.**
- GRAFICO N° 47: Diagrama de constantes de regresión..... **¡Error! Marcador no definido.**
- GRAFICO N° 48: Diagrama de las curvas intensidad - Tiempo de duración - Periodo de retorno. .... **¡Error! Marcador no definido.**
- GRAFICO N° 49: Diagrama de las curvas Precipitación - Tiempo de duración - Periodo de retorno. .... **¡Error! Marcador no definido.**
- GRAFICO N° 50: Regionalización de Estaciones Meteorológicas. **¡Error! Marcador no definido.**
- GRAFICO N° 51: Diagrama de la curva Intensidad - Tiempo de duración - Periodo de retorno Regionalizada..... **¡Error! Marcador no definido.**
- GRAFICO N° 52: Diagrama de la curva Precipitación - Tiempo de duración - Periodo de retorno Regionalizada..... **¡Error! Marcador no definido.**
- GRAFICO N° 53: Hietograma de Diseño. .... **¡Error! Marcador no definido.**
- GRAFICO N° 54: Precipitaciones totales Máximas por Periodo de retorno..... **¡Error! Marcador no definido.**
- GRAFICO N° 55: Delimitación de la cuenca de acuerdo al tipo de suelo. .... **¡Error! Marcador no definido.**
- GRAFICO N° 56: Variables en el Método. .... **¡Error! Marcador no definido.**
- GRAFICO N° 57: Hietograma de Precipitaciones totales y precipitaciones efectivas. .... **¡Error! Marcador no definido.**
- GRAFICO N° 58: Precipitación efectiva máxima por periodos de retorno. .... **¡Error! Marcador no definido.**
- GRAFICO N° 59: Intensidades de precipitación máxima horaria para un determinado tiempo de concentración y periodos de retorno..... **¡Error! Marcador no definido.**
- GRAFICO N° 60: Caudal Máximo de diseño para diferentes periodos de retorno por el método racional modificado. .... **¡Error! Marcador no definido.**
- GRAFICO N° 61: Hidrograma Sintético Triangular del scs..... **¡Error! Marcador no definido.**
- GRAFICO N° 62: Hidrograma Sintético Triangular por periodo de retorno..... **¡Error! Marcador no definido.**
- GRAFICO N° 63: Caudal pico por periodo de retorno por el Hidrograma sintético triangular..... **¡Error! Marcador no definido.**
- GRAFICO N° 64: Hidrología adimensional..... **¡Error! Marcador no definido.**

**PRESENTADO POR:**

- Danny Daniel Saavedra Oré.
- Danilo Saavedra Oré.



GRAFICO N° 65: Hidrograma Unitario por Periodo de Retorno. .... **¡Error! Marcador no definido.**

GRAFICO N° 66: Proyección del caudal pico por periodo de retorno de acuerdo al Hidrograma Unidimensional..... **¡Error! Marcador no definido.**

GRAFICO N° 67: Hidrograma Sintético de Snyder por periodo de retorno..... **¡Error! Marcador no definido.**

GRAFICO N° 68: Hietograma unitario de Snyder de la cuenca. **¡Error! Marcador no definido.**

GRAFICO N° 69: Proyección del caudal pico por periodo de retorno de acuerdo al Hidrograma Sintético de Snyder. .... **¡Error! Marcador no definido.**

GRAFICO N° 70 : Caudal máximo de diseño por diferentes métodos y periodos de retorno. .... **¡Error! Marcador no definido.**

GRAFICO N° 71: Imagen Aster de la Cuenca Chinchichaca..... **¡Error! Marcador no definido.**

GRAFICO N° 72: Gráfico de Humedad Natural de la muestra extraída del primer estrato de la calicata C-1. .... **¡Error! Marcador no definido.**

GRAFICO N° 73: Gráfico de Humedad Natural de la muestra extraída del segundo estrato de la calicata C-1. .... **¡Error! Marcador no definido.**

GRAFICO N° 74: Curva Granulométrica de la muestra extraída del primer estrato de la calicata C-1..... **¡Error! Marcador no definido.**

GRAFICO N° 75: Curva Granulométrica de la muestra extraída del segundo estrato de la calicata C-1..... **¡Error! Marcador no definido.**

GRAFICO N° 76: Peso específico relativo de los sólidos finos de la muestra extraída del primer estrato de la calicata (C-1). .... **¡Error! Marcador no definido.**

GRAFICO N° 77: Peso específico relativo de los sólidos finos de la muestra extraída del segundo estrato de la calicata (C-1)..... **¡Error! Marcador no definido.**

GRAFICO N° 78: Grafica del Peso específico relativo de los sólidos gruesos de la muestra extraída del primer estrato de la calicata (C-1). **¡Error! Marcador no definido.**

GRAFICO N° 79: Grafica del Peso específico relativo de los sólidos gruesos de la muestra extraída del segundo estrato de la calicata (C-1). .... **¡Error! Marcador no definido.**

GRAFICO N° 80: Límites de Atterberg..... **¡Error! Marcador no definido.**

GRAFICO N° 81: Curva de fluidez de la muestra del segundo estrato de la calicata (C-1). .... **¡Error! Marcador no definido.**

GRAFICO N° 82: Carta de plasticidad. .... **¡Error! Marcador no definido.**

**PRESENTADO POR:**

- Danny Daniel Saavedra Oré.
- Danilo Saavedra Oré.



- GRAFICO N° 83: Clasificación en la carta de plasticidad de la muestra extraída del segundo estrato de la calicata (C-1). ..... **¡Error! Marcador no definido.**
- GRAFICO N° 84: Perfil Estratigráfico en la Calicata (C-1). ..... **¡Error! Marcador no definido.**
- GRAFICO N° 85: Sección transversal del cauce..... **¡Error! Marcador no definido.**
- GRAFICO N° 86: Tirante máximo por Periodo de Retorno según el método empírico de Manning..... **¡Error! Marcador no definido.**
- GRAFICO N° 87: Nivel de Aguas Máximas Extraordinarias por periodo de retorno según el método empírico de manning. .... **¡Error! Marcador no definido.**
- GRAFICO N° 88: Nivel de Aguas Máximas Extraordinarias en la sección del rio por periodo de retorno según el método empírico de manning..... **¡Error! Marcador no definido.**
- GRAFICO N° 89: Tirante Máximo por periodo de retorno de acuerdo al modelo Hec-Ras. .... **¡Error! Marcador no definido.**
- GRAFICO N° 90: Nivel de Aguas Máximas Extraordinarias por periodo de retorno de acuerdo al modelo Hec-Ras..... **¡Error! Marcador no definido.**
- GRAFICO N° 91: Comparación de resultados por Métodos, para determinar el Tirante Máximo. .... **¡Error! Marcador no definido.**
- GRAFICO N° 92: Comparación de resultados por Métodos para determinar el Nivel de Aguas Máximas Extraordinarias. .... **¡Error! Marcador no definido.**
- GRAFICO N° 93: Galibo por Periodo de Retorno..... **¡Error! Marcador no definido.**
- GRAFICO N° 94: Radio Hidráulico por periodo de retorno..... **¡Error! Marcador no definido.**
- GRAFICO N° 95: Velocidad media por periodo de retorno. .... **¡Error! Marcador no definido.**
- GRAFICO N° 96: Número de Reynolds por periodo de retorno. .... **¡Error! Marcador no definido.**
- GRAFICO N° 97: Número de Froude por periodo de retorno. .... **¡Error! Marcador no definido.**
- GRAFICO N° 98: Sección transversal de un cauce. .... **¡Error! Marcador no definido.**
- GRAFICO N° 99: Coeficiente  $\alpha$  por Periodo de Retorno. **¡Error! Marcador no definido.**
- GRAFICO N° 100: Socavación general y por contracción por Periodo de Retorno. .... **¡Error! Marcador no definido.**
- GRAFICO N° 101: Socavación general y por contracción Máximas por Periodo de Retorno..... **¡Error! Marcador no definido.**

**PRESENTADO POR:**

- Danny Daniel Saavedra Oré.
- Danilo Saavedra Oré.





GRAFICO N° 102: Socavación Local por el Método de Laursen y Toch por Periodo de Retorno..... **¡Error! Marcador no definido.**

GRAFICO N° 103: Socavación Local por el Método de Niel por Periodo de Retorno.  
..... **¡Error! Marcador no definido.**

GRAFICO N° 104: Evaluación de los Resultados de la Socavación Local por Periodo de Retorno..... **¡Error! Marcador no definido.**

GRAFICO N° 105: Socavación Total Máximo por Periodo de Retorno de Acuerdo al sistema Hec-Ras. .... **¡Error! Marcador no definido.**

GRAFICO N° 106: Velocidad de corte por periodo de retorno. .... **¡Error! Marcador no definido.**

GRAFICO N° 107: Esfuerzo Cortante por periodo de retorno. .... **¡Error! Marcador no definido.**

GRAFICO N° 108: Velocidad Crítica por Periodo de Retorno según el Método de Maza - García..... **¡Error! Marcador no definido.**

GRAFICO N° 109: Velocidad Crítica por Periodo de Retorno según la ecuación de Hec-18..... **¡Error! Marcador no definido.**

GRAFICO N° 110: Velocidad Crítica por Periodo de Retorno según el método de Lischtvan-Levediev. .... **¡Error! Marcador no definido.**

GRAFICO N° 111: Comparación de resultados por Métodos, para determinar la velocidad Crítica. .... **¡Error! Marcador no definido.**

GRAFICO N° 112: Transporte Unitario de Sedimentos en Peso por Periodo de Retorno según el Método de Schoklitsch. .... **¡Error! Marcador no definido.**

GRAFICO N° 113: Transporte Unitario de Sedimentos Volumétrico por Periodo de Retorno según el Método de Schoklitsch. .... **¡Error! Marcador no definido.**

GRAFICO N° 114: Transporte de Sedimentos en Peso por Periodo de Retorno según el Método de Schoklitsch. .... **¡Error! Marcador no definido.**

GRAFICO N° 115: Transporte de Sedimentos en Volumen por Periodo de Retorno según el Método de Schoklitsch. .... **¡Error! Marcador no definido.**

GRAFICO N° 116: Transporte Unitario de Sedimentos en Peso por Periodo de Retorno según el Método de Meyer – Meter y Müller. .... **¡Error! Marcador no definido.**

GRAFICO N° 117: Transporte Unitario de Sedimentos en Volumen por Periodo de Retorno según el Método de Meyer – Meter y Müller.... **¡Error! Marcador no definido.**

GRAFICO N° 118: Transporte de Sedimentos en Peso por Periodo de Retorno según el Método de Meyer – Meter y Müller..... **¡Error! Marcador no definido.**

**PRESENTADO POR:**

- Danny Daniel Saavedra Oré.
- Danilo Saavedra Oré.



GRAFICO N° 119: Transporte de Sedimentos en Volumen por Periodo de Retorno según el Método de Meyer – Meter y Müller. .... **¡Error! Marcador no definido.**  
GRAFICO N° 120: Comparación de resultados por Métodos, para determinar el Peso de transporte de material por Periodo de Retorno. .... **¡Error! Marcador no definido.**  
GRAFICO N° 121: Comparación de resultados por Métodos, para determinar el Volumen de transporte de material por Periodo de Retorno..... **¡Error! Marcador no definido.**

## 1. INTRODUCCIÓN.

El presente informe es el estudio Hidrológico e Hidráulico definitivo que se efectúa como parte del Proyecto de Tesis “ANÁLISIS Y DISEÑO DEL PUENTE DE INTERCONEXIÓN ENTRE LA URBANIZACIÓN PATIBAMABA BAJA Y MANUEL ESCORZA DE LA CIUDAD DE ABANCAY”.

Este estudio ayudara a determinar las características y el comportamiento del Rio Chinchichaca y de esta manera evaluar y dar soluciones a los posibles riesgos que se puedan presentar en la vida útil del proyecto. Para ello se determinara el periodo de retorno, el caudal máximo y el socavamiento. Adicional a esto se ha realizado Modelamiento Numéricos Hidráulicos en el sistema HEC-RAS (Hydrologic Engineering Center - River Analysis System) entre otros.

La metodología a utilizar para el estudio Hidrológico e Hidráulico está basado de acuerdo al MANUAL DE HIDROLOGÍA, HIDRÁULICA E DRENAJE y el MANUAL DE

### PRESENTADO POR:

- Danny Daniel Saavedra Oré.
- Danilo Saavedra Oré.



DISEÑO DE PUENTES que establece y orienta las consideraciones a tener en cuenta en los estos estudios para cuencas y ríos que se encuentran dentro de nuestro país.

## **2. ANTECEDENTES.**

La cuenca de Chinchichaca ha sido parte del estudio del programa ciudades sostenibles realizados en el año 2007 por la Municipalidad Provincial de Abancay conjuntamente con el Instituto Nacional de Defensa Civil en el cual se detalla los posibles peligros y vulnerabilidades que presenta este sector. También detalla los problemas de obstrucción del flujo del cauce, ocasionadas principalmente por viviendas ubicadas en el margen del rio Chinchichaca dentro de la ciudad de Abancay.

Los resultados de este estudio también indican que existe alto riesgo de inundación y transporte de solidos que afecta en su totalidad el curso del cauce.

## **3. OBJETIVOS.**

### **3.1. OBJETIVOS GENERALES.**

El objetivo general es describir, evaluar, cuantificar y simular el funcionamiento de la cuenca Chinchichaca en donde se ubica el Puente.

### **3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.**

Entre los objetivos específicos se tiene:

- Diagnóstico de las características generales de la cuenca: Geomorfología, medios de comunicación y los posibles riesgos.
- Estudio de la precipitación en la cuenca.
- Identificar los posibles riesgos que puede sufrir el puente para un determinado periodo de retorno.
- Conocer los parámetros hidrológicos.
- Estimar los caudales máximos en los puntos de interés del cauce principal.
- Conocer los Niveles de Aguas Máximas y el Nivel de Aguas Mínimas en el Punto donde se encuentra el puente.
- Conocer la altura del Galibo.
- Conocer el comportamiento hidráulico del rio Chinchichaca.
- Conocer la profundidad de socavación en los estribos del puente.

#### **PRESENTADO POR:**

- Danny Daniel Saavedra Oré.
- Danilo Saavedra Oré.



- Cuantificar el arrastre de los sólidos.

#### **4. JUSTIFICACIÓN.**

El estudio hidrológico se justifica por:

- Estudio Necesario para plantear la construcción de un puente.
- El estudio ayudara a identificar los posibles problemas que pueda ocurrir en el tramo del rio donde se ubica el puente.
- El estudio hidrológico está orientado principalmente a la evaluación, cuantificación y simulación de la cuenca, mediante el estudio de los procesos de funcionamiento de la cuenca; así como de sus componentes geomorfológicos, coadyuvando a ellos, los elementos meteorológicos y la escorrentía superficial.

#### **5. METODOLOGÍA DE TRABAJO.**

##### **5.1. MÉTODO DE RECOLECCIÓN DE DATOS.**

Las metodologías y/o técnicas de recolección de datos y manejo de información que han contribuido de sobremanera en el desarrollo del estudio son:

Métodos de recolección de Información:

- Observación sistemática
- Técnica documental
- Análisis bibliográfico

Herramientas:

- Software hidrológico estandarizado (HidroESTA, ArcGIS, Civil CAD 3D, HEC-RAS).
- Información Hidrológica y Meteorológica requerida, ya sea del SENAMHI e IGM.

##### **5.2. TRABAJOS DE CAMPO.**

El siguiente paso viene a ser los trabajos de campo, donde el responsable del Estudio Hidrológico entra en contacto con los elementos físicos y geomorfológicos de la cuenca, observando in situ los elementos más importantes que se pueden obtener en campo, y para ello, indico los aspectos más importantes a tomar en la fase de campo:

- Se evaluarán las características geomorfológicas, geológicas, edafológicas, cobertura vegetal y de sus suelos, entre otros.

#### **PRESENTADO POR:**

- Danny Daniel Saavedra Oré.
- Danilo Saavedra Oré.



- Evaluación de todo el sistema hidrográfico de la cuenca, densidad de drenaje, características más importantes de las fuentes hídricas superficiales, aportes de los glaciares, ríos, lagunas, manantiales y humedales.
- Evaluar la existencia de obras de represamiento y/o almacenamientos, infraestructuras de riego, centrales hidroeléctricas, obras de uso minero, obras de uso poblacional, recreación, puentes, entre otros.
- Durante la visita de campo, también se realizan entrevistas a los pobladores de los lugares, a quienes se les solicita información referente a aspectos hidrológicos y geomorfológicos, evaluando las características históricas de los ríos (Caudales máximos y mínimos), evaluaciones de algunos acontecimientos extra naturales, entre otros.
- Evaluación de la profundidad de socavaciones registradas en los estribos de otros puentes existentes en el cauce del río Chinchichaca.

### **5.3. TRABAJOS DE GABINETE.**

Después de efectuar los trabajos de campo se inicia la labor de gabinete, en el cual se efectúan las actividades más importantes como son:

- Revisión de los datos obtenidos en campo, de los cuales se recopilará la información de mayor importancia.
- Se hará una caracterización, zonificación y delimitación de la cuenca mediante el uso del google Earth, Arcgis, Civil Cad 3D y HEC –RAS como herramienta de digitalización.
- Se hará un análisis de los registros históricos climáticos e hidrométricos disponibles para el estudio, presentando en el volumen de anexos los cuadros y gráficos.
- La información cartográfica será trabajada en el sistema de geo referencial DATUM WGS-84.
- Los cálculos se realizarán con el Microsoft Excel y el HidroEsta2 para el estudio Hidrológico.
- Se determinara que datos hidrológicos se utilizara de las diferentes estaciones meteorológicas que se encuentran en la cuenca y fuera de ella.
- Se hará una descripción detallada del sistema hidrográfico de la cuenca considerando a sus principales elementos naturales como son los nevados, lagunas, ríos, quebradas, manantiales y otros.

#### **PRESENTADO POR:**

- Danny Daniel Saavedra Oré.
- Danilo Saavedra Oré.



- Se describirán las cuencas hidrográficas según niveles, considerando las características geomorfológicas, tipos de suelo, cobertura vegetal, poblados, vías de acceso, etc.
- Se obtendrá la clasificación ordinal de los ríos, frecuencia de los ríos, longitud del cauce principal, rectángulo equivalente, altitud media de la cuenca, curva hipsométrica y de distribución de frecuencias, pendiente media de la cuenca, pendiente media del río, pendiente equivalente constante, densidad de drenaje, coeficiente de compacidad o índice de gravelius, factor de forma, extensión media del escurrimiento, coeficiente de torrencialidad, coeficiente de pasividad.
- Se determinara el periodo de retorno teniendo en consideración el riesgo admisible y la vida útil tanto para cálculo de socavación como niveles máximas del agua.
- Se proyectara la precipitación, la intensidad y el caudal para varios periodos de retorno a través de una distribución probabilística que será seleccionada según la prueba de bondad.
- Se determinara el tiempo de concentración por diferentes métodos y se promediara los resultados.
- Se determinara el Nivel de Aguas Máximas Extraordinarias (N.A.M.E.) por periodos de retorno.
- Se determinara el Nivel de Aguas Mínimas (N.A.M.) por periodo de retorno u observaciones en los trabajos de campo.
- Se determinar el valor del galibo.
- Conocer la profundidad de Socavación General, Socavación Local y Socavación potencial total por periodo de retorno.
- Se Cuantificara la cantidad en peso y volumen de transporte se solidos por Periodo de Retorno.

## **6. DESCRIPCIÓN DE LA CUENCA Y EL CURSO DE AGUA PRINCIPAL.**

### **6.1. UBICACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO.**

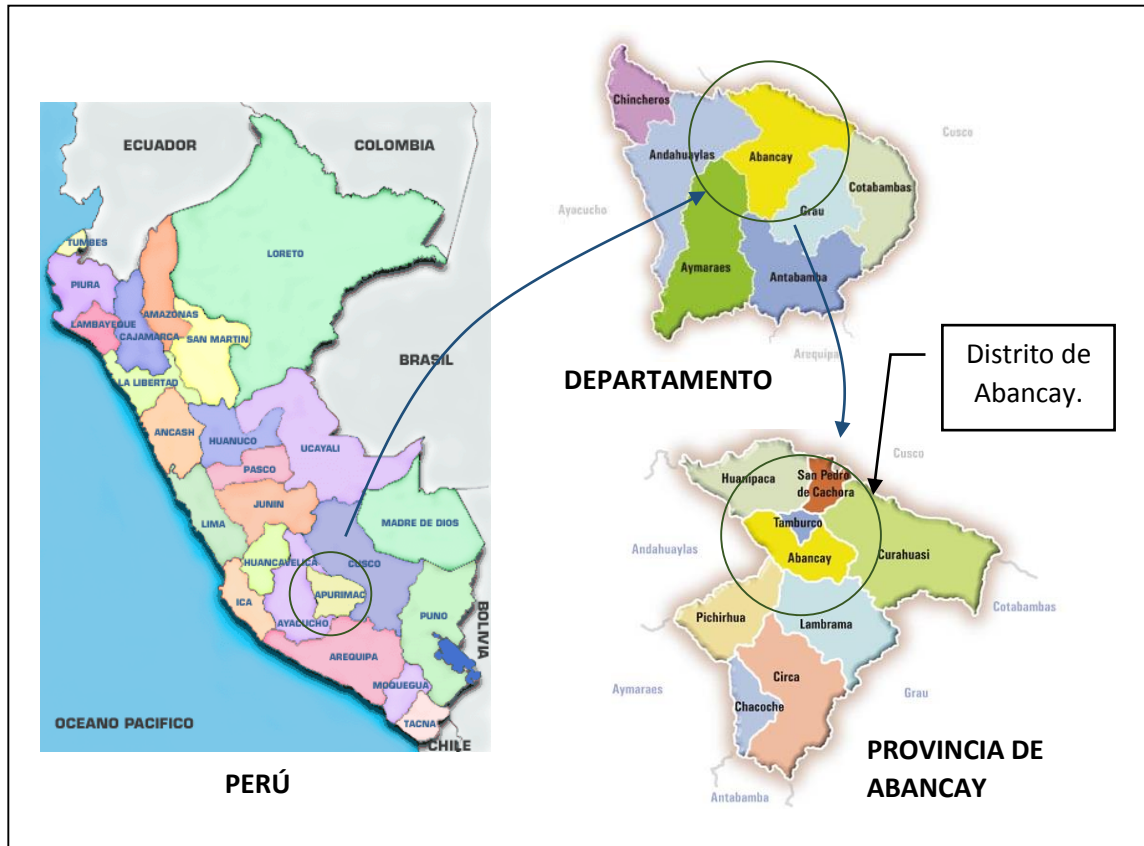
#### **6.1.1. UBICACIÓN POLÍTICA DEL PROYECTO.**

Políticamente, el proyecto se encuentra localizado entre la Urbanización Patibamba Baja y Asociación Manuel Escorza dentro de la ciudad de Abancay, distrito de Abancay, provincia de Abancay, departamento de Apurímac.

#### **PRESENTADO POR:**

- Danny Daniel Saavedra Oré.
- Danilo Saavedra Oré.

**GRAFICO N° 1:** Ubicación Política del Proyecto.



Fuente: go2peru, <http://www.e-peru-tours.com/>.

### 6.1.2. UBICACIÓN GEOGRÁFICA DE LA CUENCA.

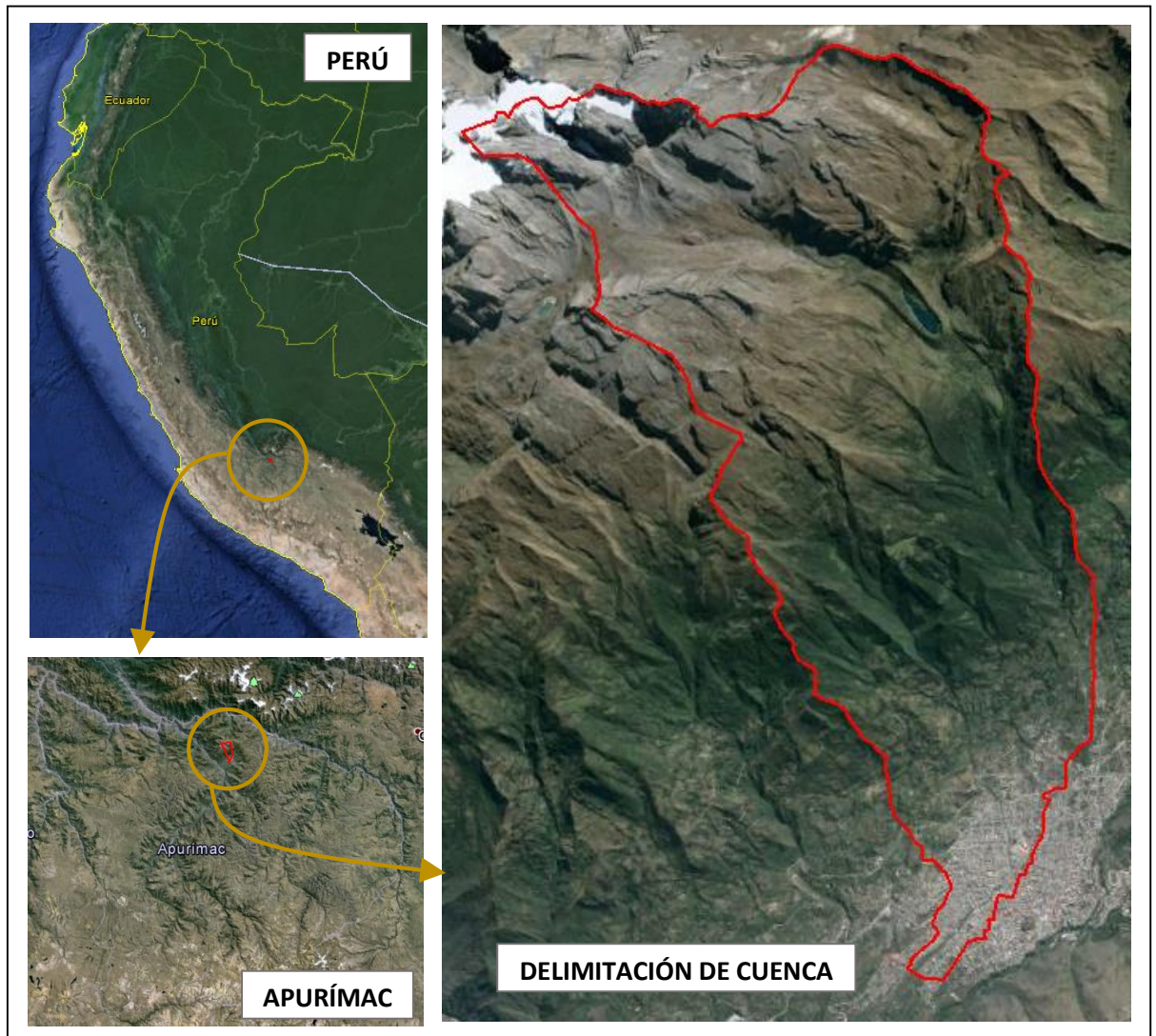
Geográficamente, el cuenca se encuentra ubicado en la parte sur del Perú en el flanco oriental de la Cordillera Occidental de los Andes, entre las altitudes de 2231.085 y 5174.546 msnm, siendo la altura media de 3797.01 msnm.

La cuenca se encuentra dentro del límite de las coordenada geográfica 723876.647 a 730054.123 Este y 8490588.056 a 8501202.5913 Norte.

**GRAFICO N° 2:** Ubicación geográfica del Proyecto.

**PRESENTADO POR:**

- Danny Daniel Saavedra Oré.
- Danilo Saavedra Oré.



Fuente: GOOGLE EARTH.

### 6.1.3. UBICACIÓN HIDROGRÁFICA DEL PROYECTO.

Hidrográficamente, el proyecto se encuentra localizado en la Cuenca de Chinchichaca afluentes por la margen derecha del río Pachachaca, cuyo curso de agua a su vez es afluente del río Apurímac que descarga sus aguas al río Ucayali y este al río Amazonas que descarga en el Océano Atlántico.

Vertiente: Atlántico.

Cuenca: Apurímac.

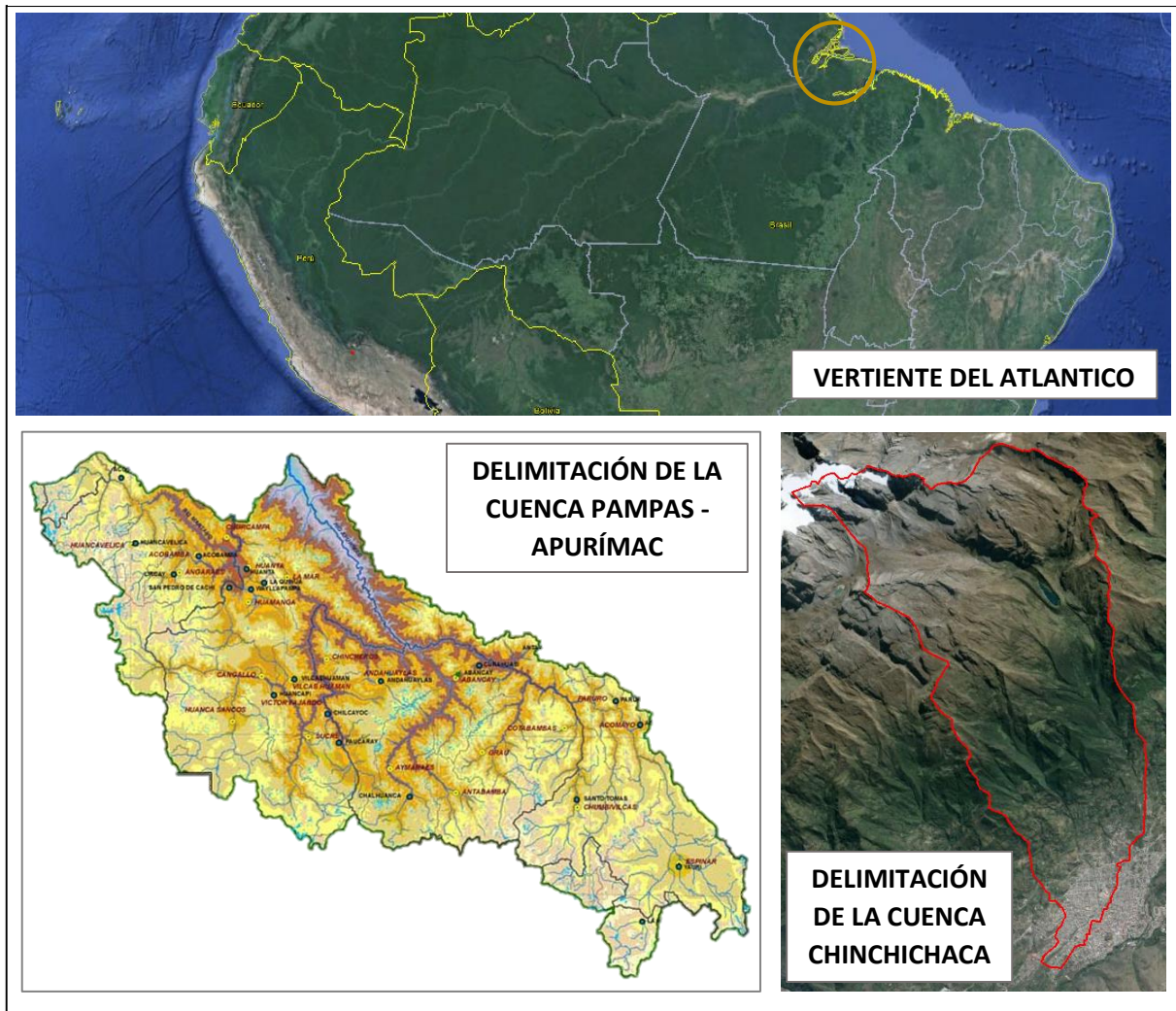
Subcuenca: Chinchichaca.

#### PRESENTADO POR:

- Danny Daniel Saavedra Oré.
- Danilo Saavedra Oré.



GRAFICO N° 3: Ubicación Hidrológica del Proyecto.



Fuente: SENAMHI y GOOGLE EARTH.

## 6.2. DELIMITACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO.

La delimitación es toda área de terreno que influye y contribuye a la determinación del caudal máximo en un Curso de Agua. En este caso se trata del río Chinchichaca, que se origina gracias a lluvias, infiltración y el descongelamiento del nevado del Ampay.

Una cuenca hidrológica se delimita por la línea de divorcio de las aguas, siendo ésa última la cota o altura máxima que divide las aguas de dos cuencas contiguas.

La cual determinara el área de influencia que hará posible conocer el caudal

### PRESENTADO POR:

- Danny Daniel Saavedra Oré.
- Danilo Saavedra Oré.



máximo, para ello será importante tener en cuenta la dirección del flujo en la superficie y en el sub suelo. Ésta delimitación se puede determinar mediante dos métodos:

- **Método tradicional:** Se trabaja sobre las cartas topográficas, con instrumentación manual.
- **Método digital:** Apoyados del software ArcGIS o el Civil Cad 3D, que permite delimitar la cuenca tomando como base la topografía digital de la zona de estudio.

La metodología empleada para la delimitación de la cuenca para este proyecto, es el Método Digital utilizando el Civil Cad 3D con la cual se tuvo las siguientes consideraciones:

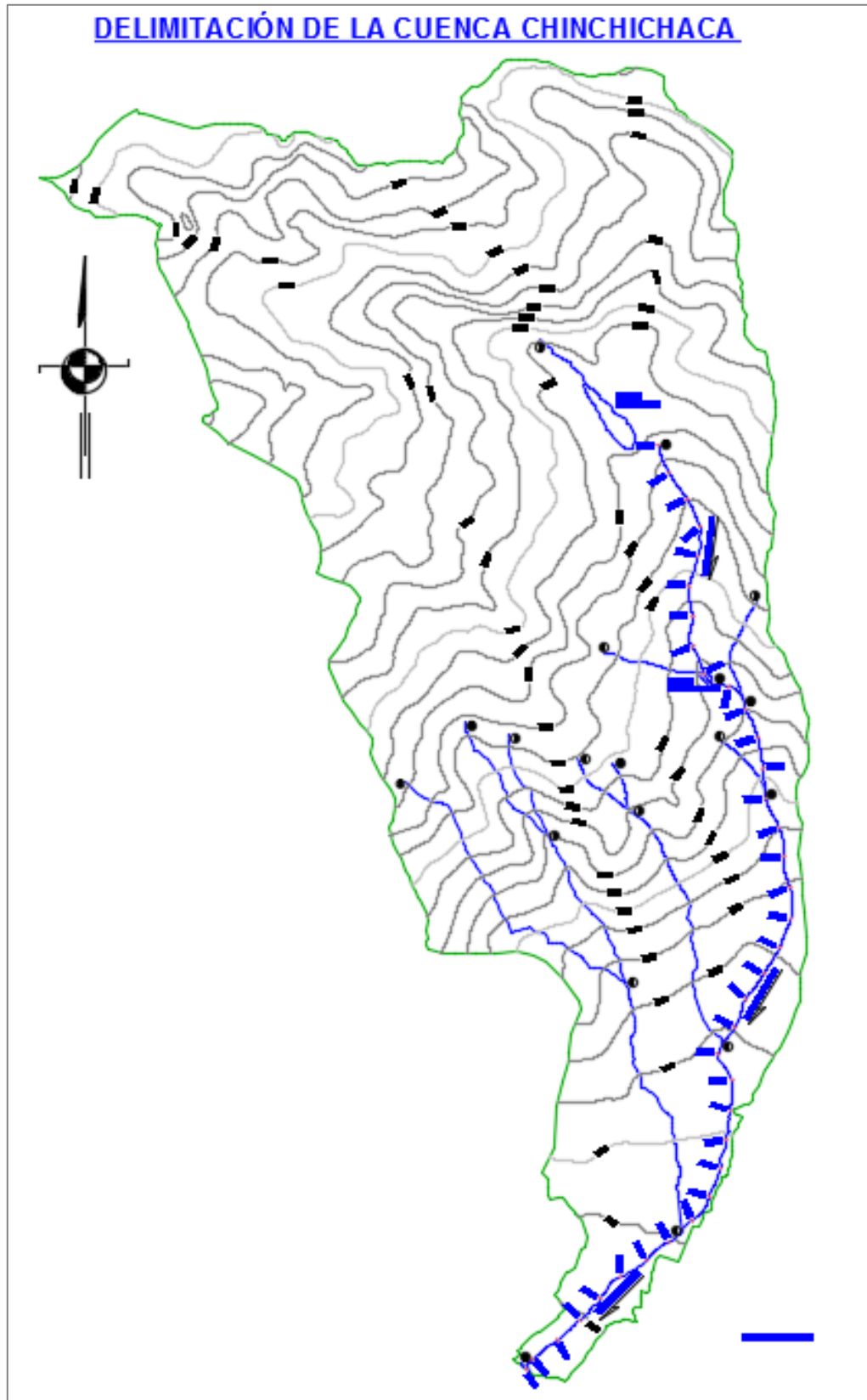
- Identificar la red de drenaje o corrientes superficiales, así como efectos orográficos significativos como calles, cerros, cordilleras, etc.
- Invariablemente, la divisoria corta perpendicularmente a las curvas de nivel y pasa por los puntos de mayor nivel topográfico.
- Cuando la divisoria va aumentando su altitud, corta a las curvas de nivel por su parte convexa.
- Cuando la altitud de la divisoria va decreciendo, corta a las curvas de nivel por la parte cóncava.

A continuación se muestra la delimitación del Área de Estudio para el presente Proyecto:

**PRESENTADO POR:**

- Danny Daniel Saavedra Oré.
- Danilo Saavedra Oré.

GRAFICO N° 4: Delimitación del área de Estudio.



Elaboración: Propia.

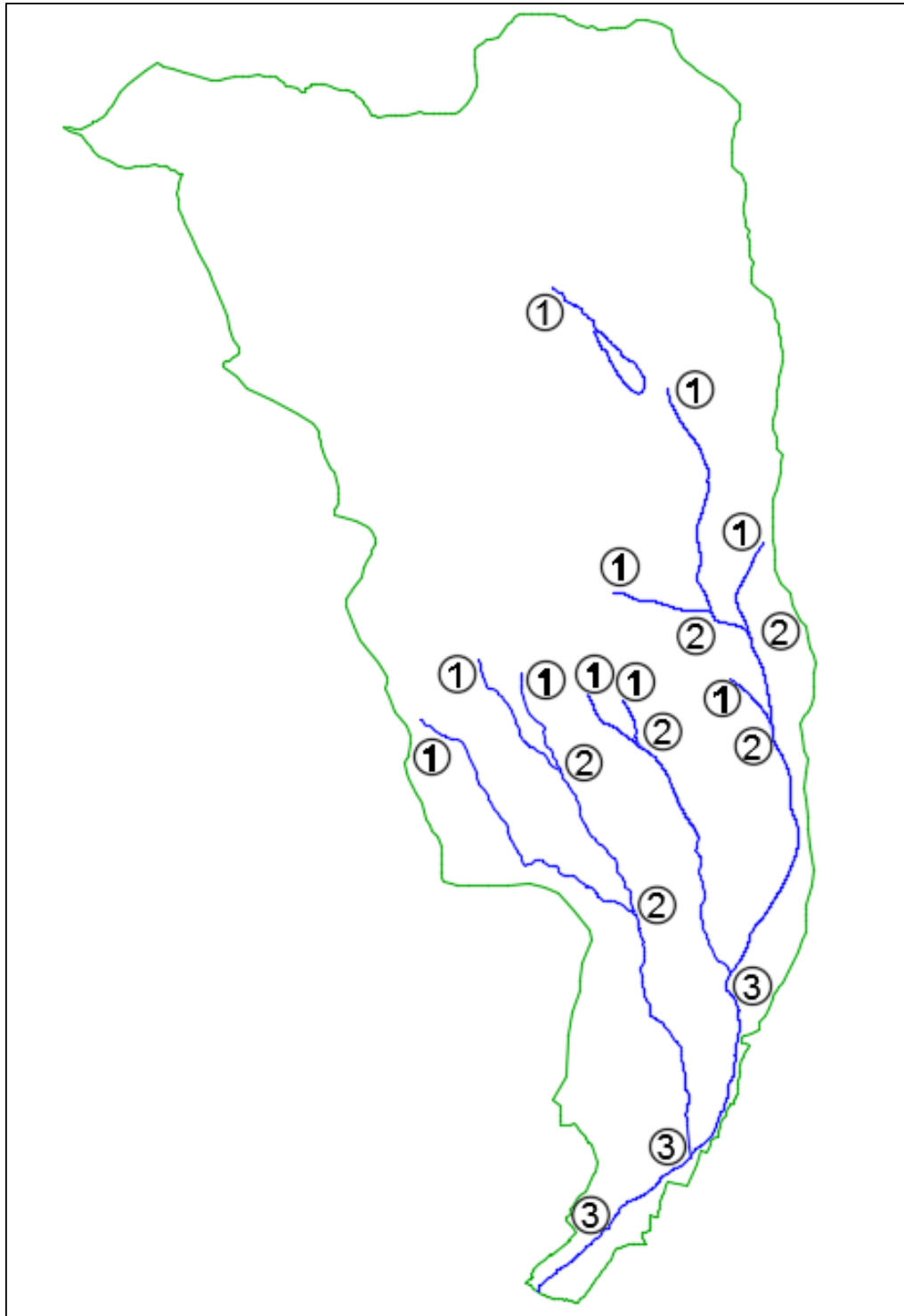
**PRESENTADO POR:**

- Danny Daniel Saavedra Oré.
- Danilo Saavedra Oré.

### 6.3. ORDEN DE LAS CORRIENTES.

El cauce del río Chinchichaca es de orden 3. Como se muestra la siguiente figura.

**GRAFICO N° 5:** Orden de las corrientes del cauce Chinchichaca.



Elaboración: Propia.

**PRESENTADO POR:**

- Danny Daniel Saavedra Oré.
- Danilo Saavedra Oré.



#### 6.4. ACCESIBILIDAD Y VÍAS DE COMUNICACIÓN.

Para llegar a la zona donde se ubica el proyecto, se utilizara la carretera Asfaltada que une la ciudad de Lima con la Ciudad de Abancay. A continuación se muestra el Acceso con más detalle a la zona donde se realizara el proyecto:

**CUADRO N° 1:** Accesibilidad al Proyecto.

RUTA	TRAMO	CONDICIÓN	DISTANCIA	DURACIÓN.	TRANSPORTE
RUTA 1	Lima - Nazca - Abancay	Carretera Asfaltada.	907 km	22 Hr	Transporte Departamental, camión, Vehículos Livianos
	Plaza de Abancay – Puente.	Calles Parcialmente Asfaltada.	2.4 km	5 mnts.	Colectivo, camión, Vehículos Livianos
RUTA 2	Cusco - Abancay	Carretera Asfaltada.	198.05 km	4.30 Hrs	Transporte Departamental, Colectivo, camión, Vehículos Livianos
	Plaza de Abancay – Puente.	Calles Parcialmente Asfaltada.	2.4 km	5 mnts.	Colectivo, camión, Vehículos Livianos

**Elaboración:** Propia.

#### 7. CARACTERÍSTICAS GEOMORFOLÓGICAS.

Las características geomorfológicas de una cuenca hidrográfica dan una idea de las propiedades particulares de cada cuenca; estas propiedades o parámetros facilitan el empleo de fórmulas hidrológicas, generalmente empíricas, que sirven para relacionar sus respuestas.

**PRESENTADO POR:**

- Danny Daniel Saavedra Oré.
- Danilo Saavedra Oré.



### 7.1. ÁREA Y PERÍMETRO.

La importancia de conocer el Área y el Perímetro se muestra a continuación:

- El área y perímetro sirve de base para la determinación de otros elementos (parámetros, coeficientes, relaciones, etc.)
- Por lo general los caudales de escurrimiento crecen a medida que aumenta la superficie de la cuenca.
- El crecimiento del área actúa como un factor de compensación de modo que es más común detectar crecientes instantáneos y de respuesta inmediata en cuencas pequeñas que en las grandes cuencas.

Siguiendo el criterio de investigadores como Ven Te Chow, se pueden definir como Cuencas Pequeñas aquellas con áreas menores a 250 km<sup>2</sup>, mientras que las que poseen áreas mayores a los 2500 km<sup>2</sup>, se clasifican dentro de las Cuencas Grandes.

A continuación, se muestra el Área y Perímetro Total de la cuenca delimitada:

**CUADRO N° 2:** Cuadro de Áreas.

<b>Área</b>	30868609.48 m <sup>2</sup>
<b>Perímetro</b>	31704.95 m

**Elaboración:** Propia.

**PRESENTADO POR:**

- Danny Daniel Saavedra Oré.
- Danilo Saavedra Oré.



- **CARACTERÍSTICAS GEOMORFOLÓGICAS**

Las características geomorfológicas de una cuenca hidrográfica dan una idea de las propiedades particulares de cada cuenca; estas propiedades o parámetros facilitan el empleo de fórmulas hidrológicas, generalmente empíricas, que sirven para relacionar sus respuestas. A continuación se muestra un resumen de estos resultados:

**CUADRO N° 3: Resumen de las características geomorfológicas.**

DETALLE	RESULTADO
Área	30868609.48 m <sup>2</sup>
Perímetro	31704.95 m
Pendiente media de la cuenca	45.23%
Pendiente media del cauce	14.17%
Altitud media	3797.011 m.s.n.m.
Índice de Gravelius	1.598
Factor de forma	0.39
Densidad de drenaje	0.736315674 km/km <sup>2</sup>

Elaboración: Propia.

- **REGISTRO DE PRECIPITACIONES MÁXIMAS EN 24 HORAS**

A continuación se muestra el registro de las precipitaciones máximas en 24 horas para cada Estación Meteorológica.

**Estación Abancay.**

**CUADRO N° 4: Precipitación Máxima en 24 Horas de la Estación Abancay.**

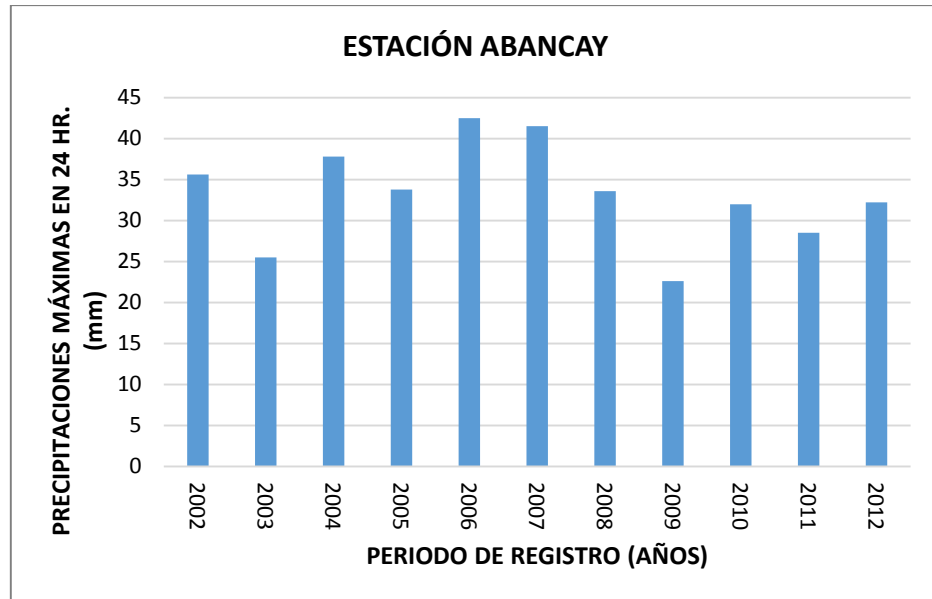
AÑO	MÁXIMA PRECIPITACIÓN
2002	35.6 mm
2003	25.5 mm
2004	37.8 mm
2005	33.8 mm
2006	42.5 mm
2007	41.5 mm
2008	33.6 mm
2009	22.6 mm
2010	32.0 mm
2011	28.5 mm
2012	32.2 mm

Fuente: SENAMHI,

**PRESENTADO POR:**

- Danny Daniel Saavedra Oré.
- Danilo Saavedra Oré.

**GRAFICO N° 6: Histograma de Precipitación Máxima en 24 horas de la Estación Abancay.**



Fuente: SENAMHI,

**Estación Andahuaylas.**

**CUADRO N° 5: Precipitación Máxima en 24 Horas de la Estación Andahuaylas.**

AÑO	MÁXIMA PRECIPITACIÓN
1964	12.2 mm
1965	19.9 mm
1966	20.0 mm
1967	25.0 mm
1968	21.5 mm
1969	19.4 mm
1970	28.8 mm
1971	32.0 mm
1972	23.5 mm
1973	32.2 mm
1974	25.0 mm
1975	38.0 mm
1976	29.5 mm
1977	23.5 mm
1978	32.0 mm
1979	17.0 mm
1980	24.0 mm

**PRESENTADO POR:**

- Danny Daniel Saavedra Oré.
- Danilo Saavedra Oré.

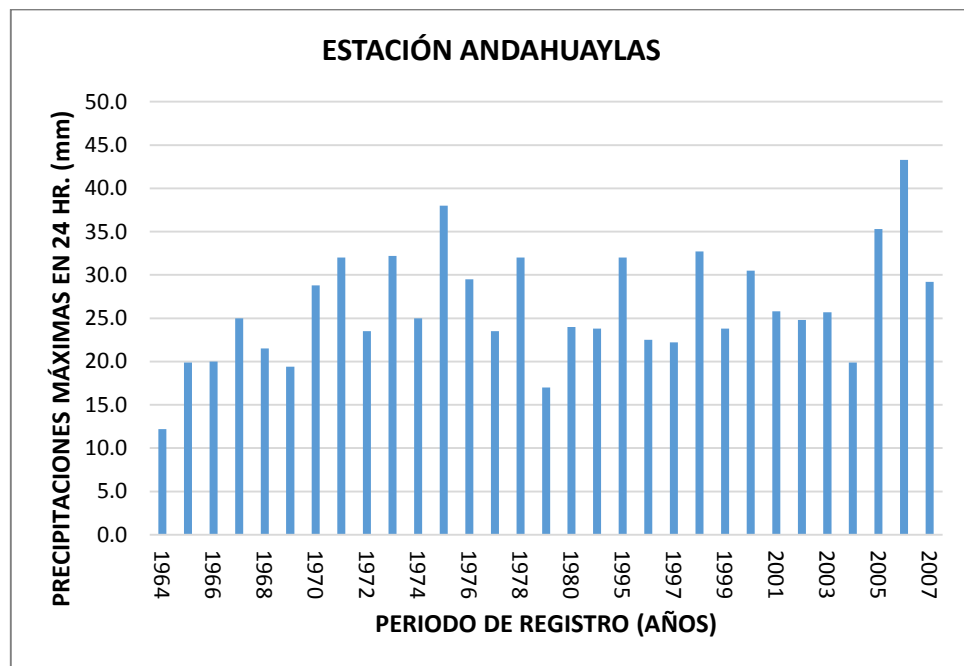




1994	23.8 mm
1995	32.0 mm
1996	22.5 mm
1997	22.2 mm
1998	32.7 mm
1999	23.8 mm
2000	30.5 mm
2001	25.8 mm
2002	24.8 mm
2003	25.7 mm
2004	19.9 mm
2005	35.3 mm
2006	43.3 mm
2007	29.2 mm

Fuente: SENAMHI,

**GRAFICO N° 7: Histograma de Precipitación Máxima en 24 horas de la Estación Andahuaylas.**



Fuente: SENAMHI,

**PRESENTADO POR:**

- Danny Daniel Saavedra Oré.
- Danilo Saavedra Oré.

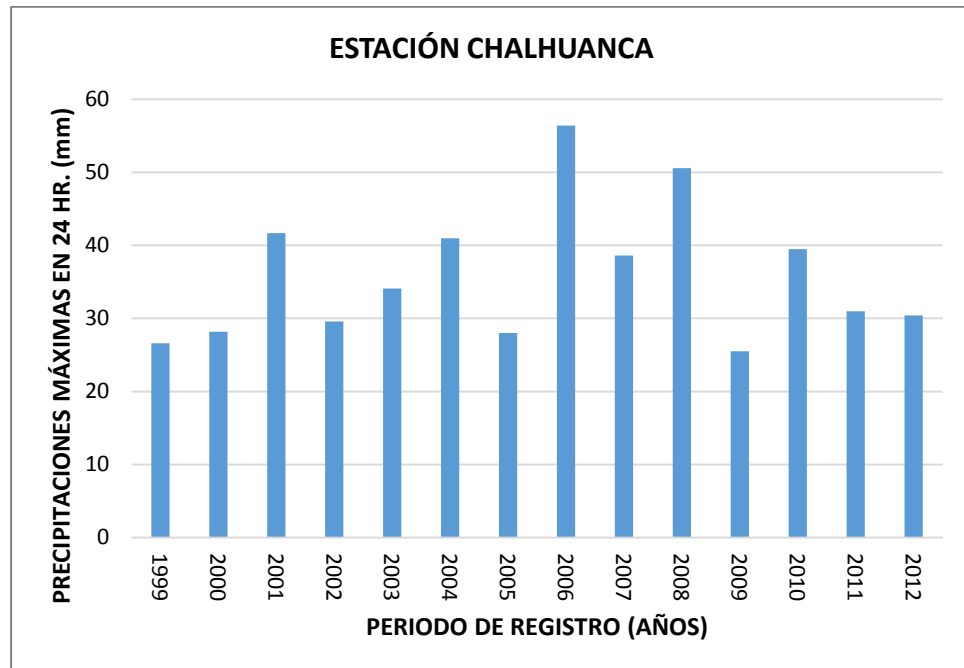
**Estación Chalhuanca.**

**CUADRO N° 6: Precipitación Máxima en 24 Horas de la Estación Chalhuanca.**

<b>AÑO</b>	<b>MÁXIMA PRECIPITACIÓN</b>
1999	26.6 mm
2000	28.2 mm
2001	41.7 mm
2002	29.6 mm
2003	34.1 mm
2004	41.0 mm
2005	28.0 mm
2006	56.4 mm
2007	38.6 mm
2008	50.6 mm
2009	25.5 mm
2010	39.5 mm
2011	31.0 mm
2012	30.4 mm

Fuente: SENAMHI,

**GRAFICO N° 8: Histograma de Precipitación Máxima en 24 horas de la Estación Chalhuanca.**



Fuente: SENAMHI,

**PRESENTADO POR:**

- Danny Daniel Saavedra Oré.
- Danilo Saavedra Oré.



- **INTENSIDAD**

La intensidad es la tasa temporal de precipitación, es decir, la profundidad por unidad de tiempo (mm/h). Puede ser la intensidad instantánea o la intensidad promedio sobre la duración de la lluvia.

Comúnmente se utiliza la intensidad promedio, que puede expresarse como:

$$i = \frac{P}{T_d}$$

Donde:

$i$  = Intensidad (mm/hr).

$P$  = Profundidad de Lluvia (mm).

$T_d$  = Duración (hr).

- **ECUACIÓN DE LA CURVA IDF.**

Las curvas de intensidad-duración-frecuencia, se han calculado indirectamente, mediante la siguiente relación:

$$I = \frac{k T^m}{t^n}$$

Donde:

$I$  = Intensidad máxima (mm/hr).

$k, m, n$  = Factores característicos de la zona de estudio.

$T$  = período de retorno en años.

$t$  = duración de la precipitación equivalente al tiempo de concentración (min).

**CUADRO N° 7: Factores característicos de la zona de estudio.**

Factor	valor
k	95.1632
m	0.0635
n	0.5462

**Elaboración:** Propia.

A continuación se muestra la ecuación de las curvas intensidad-duración-frecuencia.

**PRESENTADO POR:**

- Danny Daniel Saavedra Oré.
- Danilo Saavedra Oré.



$$I = \frac{95.1632 T^{0.0635}}{t^{0.5462}}$$

A partir de esta ecuación podemos determinar el siguiente cuadro:

**CUADRO N° 8: Cuadro de intensidad - Tiempo de duración - Periodo de retorno.**

DURACIÓN (min)	PERIODO DE RETORNO (Años)							
	5	10	25	50	100	200	500	1000
5	49.054	51.262	54.333	56.777	59.332	62.002	65.716	68.673
10	33.592	35.104	37.207	38.881	40.630	42.459	45.002	47.027
15	26.919	28.130	29.815	31.156	32.558	34.023	36.062	37.684
30	18.434	19.263	20.417	21.336	22.296	23.299	24.695	25.806
60	12.623	13.191	13.982	14.611	15.268	15.955	16.911	17.672
90	10.115	10.571	11.204	11.708	12.235	12.785	13.551	14.161
120	8.644	9.033	9.575	10.005	10.456	10.926	11.581	12.102
150	7.652	7.997	8.476	8.857	9.256	9.672	10.252	10.713

**Elaboración:** Propia.

La intensidad es la tasa temporal de precipitación, es decir, la profundidad por unidad de tiempo (mm/h). Puede ser la intensidad instantánea o la intensidad promedio sobre la duración de la lluvia.

Las curvas intensidad – duración – frecuencia son un elemento de diseño que relacionan la intensidad de la lluvia, la duración de la misma y la frecuencia con la que se puede presentar, es decir su probabilidad de ocurrencia o el periodo de retorno.

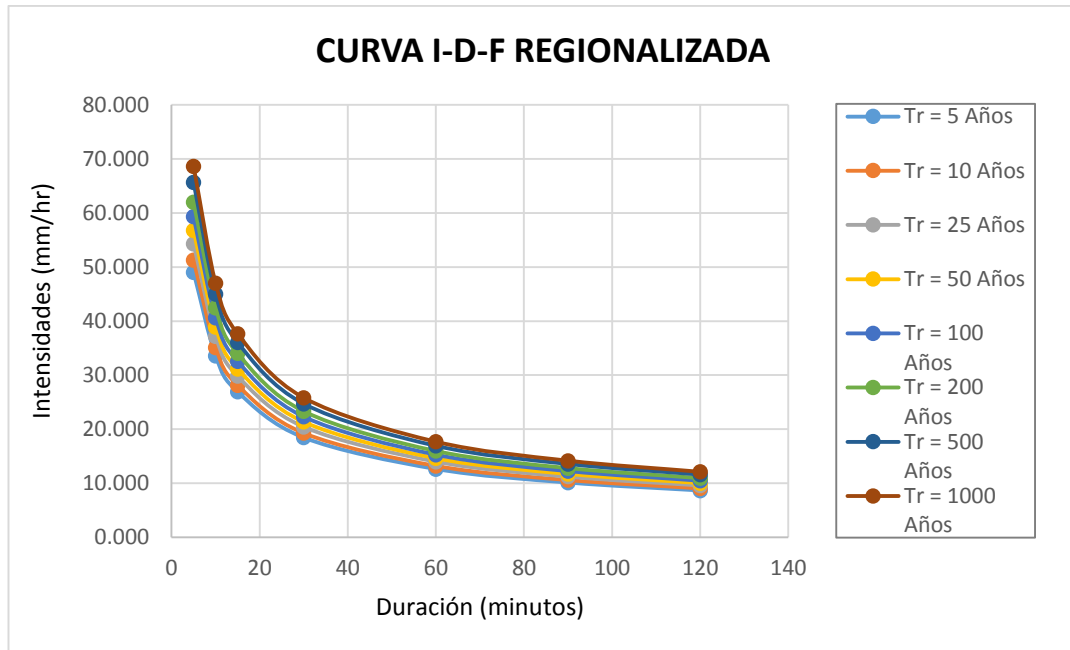
Para determinar estas curvas IDF se necesita contar con registros pluviográficos de lluvia en el lugar de interés y seleccionar la lluvia más intensa de diferentes duraciones en cada año, con el fin de realizar un estudio de frecuencia con cada una de las series así formadas. Es decir, se deben examinar los hietogramas de cada una de las tormentas ocurridas en un año y de estos hietogramas elegir la lluvia correspondiente a la hora más lluviosa, a las dos horas más lluviosas, a las tres horas y así sucesivamente. Con los valores seleccionados se forman series anuales para cada una de las duraciones elegidas. Estas series anuales están formadas eligiendo, en cada año del registro, el

**PRESENTADO POR:**

- Danny Daniel Saavedra Oré.
- Danilo Saavedra Oré.

mayor valor observado correspondiente a cada duración, obteniéndose un valor para cada año y cada duración.

**GRAFICO N° 9: Diagrama de la curva Intensidad - Tiempo de duración - Periodo de retorno.**



Elaboración: Propia.

- **TIEMPO DE CONCENTRACIÓN.**

Es el tiempo requerido por una gota para recorrer desde el punto hidráulicamente más lejano hasta la salida de la cuenca.

El tiempo de concentración en un sistema de drenaje pluvial es:

$$tc = to + tf$$

Donde:

to: tiempo de entrada, hasta alguna alcantarilla.

tf: tiempo de flujo en los alcantarillados hasta el punto de interés.

Para determinar el tiempo de concentración se utilizara los métodos que el MANUAL DE HIDROLOGÍA, HIDRÁULICA Y DRENAJE recomiendan y se muestra los resultados a continuación:

**PRESENTADO POR:**

- Danny Daniel Saavedra Oré.
- Danilo Saavedra Oré.



**CUADRO N° 9: Calculo del Tiempo de Concentración.**

MÉTODOS	FORMULAS	RESULTADOS
MÉTODO KRIPICH	$t_c = 0.01947 L^{0.77} S^{-0.385}$	45.24 min
MÉTODO CALIFORNIA CULVERTS PRACTICE.	$t_c = 0.0195 \left(\frac{L^3}{H}\right)^{0.385}$	41.86 min
MÉTODO IZZARD	$t_c = \frac{525 (0.0000276 i + c)L^{0.33}}{S^{0.333} i^{0.667}}$	151.19 min
MÉTODO FEDERAL AVIATION ADMINISTRATION	$t_c = 0.7035 \frac{(1.1 - C)L^{0.50}}{S^{0.333}}$	91.28 min
MÉTODO DE LA ECUACIÓN DE ONDA CINEMÁTICA MORGALI Y LINSLEY, ARON Y ERBORGE.	$t_c = \frac{7 L^{0.6} n^{0.6}}{I^{0.4} S^{0.3}}$	156.23 min
MÉTODO DE LA ECUACIÓN DE RETARDO SCS.	$t_c = \frac{0.0136 L^{0.8} \left(\frac{1000}{CN} - 9\right)^{0.7}}{S^{0.5}}$	245.70 min
<b>PROMEDIO:</b>	<b>121.918 min</b>	

**Elaboración:** Propia.

- **CAUDALES MÁXIMOS**

El análisis de las máximas avenidas comprenderá la determinación de los caudales máximos para diferentes periodos de retorno, en la zona del proyecto. A continuación se muestra los resultados por diferentes métodos:

**PRESENTADO POR:**

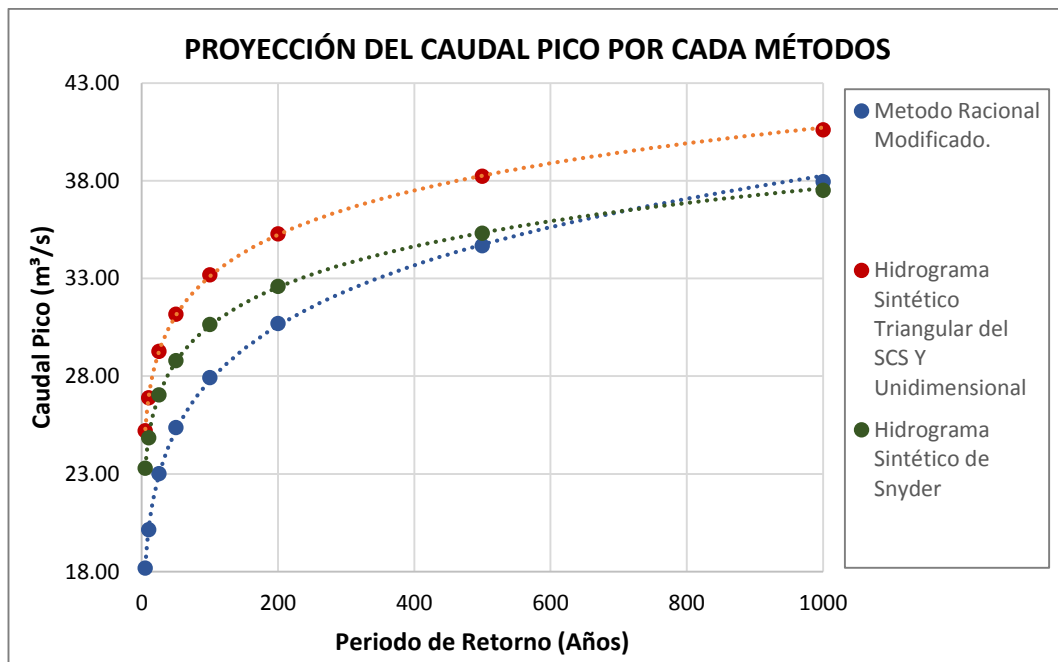
- Danny Daniel Saavedra Oré.
- Danilo Saavedra Oré.

**CUADRO N° 10: Caudal máximo de diseño por diferentes métodos y periodos de retorno.**

Periodo de Retorno (Años)	MÉTODO DE CALCULO (m <sup>3</sup> /s)		
	Método Racional Modificado.	Hidrograma Triangular Unidimensional	Sintético SCS Y Hidrograma Sintético de Snyder
5	18.17	<b>25.21</b>	23.29
10	20.15	<b>26.90</b>	24.85
25	23.01	<b>29.27</b>	27.04
50	25.37	<b>31.17</b>	28.80
100	27.93	<b>33.18</b>	30.65
200	30.69	<b>35.28</b>	32.59
500	34.67	<b>38.23</b>	35.32
1000	37.95	<b>40.60</b>	37.50

Elaboración: Propia.

**GRAFICO N° 10: Caudal máximo de diseño por diferentes métodos y periodos de retorno.**



Elaboración: Propia.

El método empleado será el más crítico, en este caso se trata del método del Hidrograma sintético triangular del SCS y el método del Hidrograma Unidimensional.

**PRESENTADO POR:**

- Danny Daniel Saavedra Oré.
- Danilo Saavedra Oré.

El periodo de retorno para determinar el nivel de aguas máximas extraordinarias (N.A.M.E.) será de 200 años el cual nos dará un caudal máximo que a continuación se muestra:

$$Q_{max_{200 \text{ años}}} = 35.28 \text{ m}^3/\text{s}$$

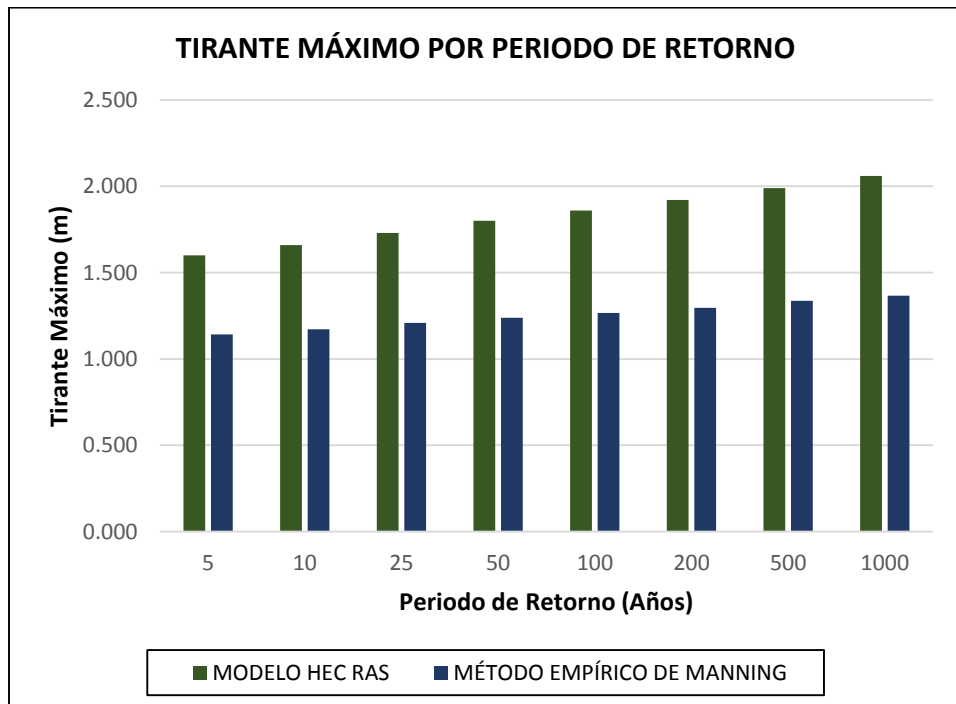
El periodo de retorno para determinar la socavación será hasta de 1000 años el cual nos dará un caudal máximo que a continuación se muestra:

$$Q_{max_{1000 \text{ años}}} = 40.60 \text{ m}^3/\text{s}$$

- **NIVEL DE AGUAS MÁXIMAS EXTRAORDINARIAS**

El resumen de los resultados según el método empírico de Manning y el modelamiento en el sistema HEC-RAS para determinar el nivel máximo de aguas extraordinarias se muestra a continuación.

**GRAFICO N° 11: Comparación de resultados por Métodos, para determinar el Tirante Máximo.**



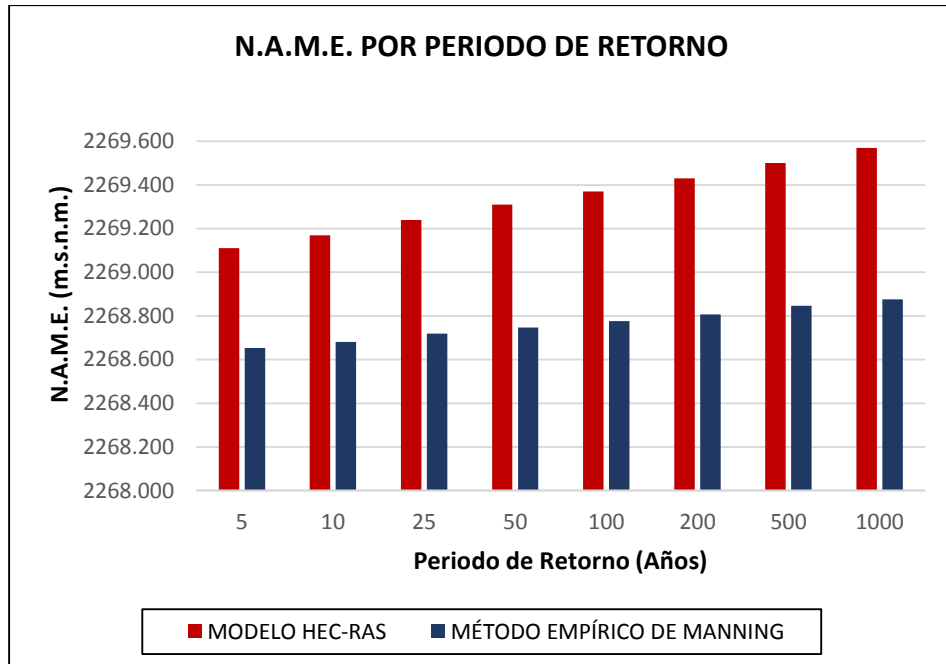
Elaboración: Propia.

**PRESENTADO POR:**

- Danny Daniel Saavedra Oré.
- Danilo Saavedra Oré.



**GRAFICO N° 12: Comparación de resultados por Métodos para determinar el Nivel de Aguas Máximas Extraordinarias.**



**Elaboración:** Propia.

Para determinar el nivel de aguas máximas extraordinarias se utilizara el método o modela más crítico, en este caso será el mayor de ellos. A continuación se muestra el resultado final.

**CUADRO N° 11: Selección del N.A.M.E. y del tirante máximo como resultado final.**

PERIODO DE RETORNO (Años)	MÉTODO EMPÍRICO DE MANNING		MODELO HEC-RAS		RESULTADO FINAL	
	h (m)	N.A.M.E. (m.s.n.m.)	h (m)	N.A.M.E. (m.s.n.m.)	h (m)	N.A.M.E. (m.s.n.m.)
5	1.143	2268.653	1.220	2268.730	<b>1.600</b>	<b>2269.110</b>
10	1.171	2268.681	1.250	2268.760	<b>1.660</b>	<b>2269.170</b>
25	1.209	2268.719	1.290	2268.800	<b>1.730</b>	<b>2269.240</b>
50	1.238	2268.748	1.320	2268.830	<b>1.800</b>	<b>2269.310</b>
100	1.267	2268.777	1.340	2268.850	<b>1.860</b>	<b>2269.370</b>
200	1.296	2268.806	1.380	2268.890	<b>1.920</b>	<b>2269.430</b>
500	1.336	2268.846	1.440	2268.950	<b>1.990</b>	<b>2269.500</b>
1000	1.367	2268.877	1.480	2268.990	<b>2.060</b>	<b>2269.570</b>

**Elaboración:** Propia.

**PRESENTADO POR:**

- Danny Daniel Saavedra Oré.
- Danilo Saavedra Oré.



- **NIVEL DE AGUAS MÍNIMAS**

Para determinar el Nivel de Aguas Mínimas es necesario determinar el caudal mínimo proyectado por periodo de retorno, pero en los trabajos de campo se ha observado que el cauce del río Chinchichaca se encuentra completamente seco, lo cual se muestra en el siguiente cuadro.

**CUADRO N° 12: Tirante observado en el trabajo de campo.**

FECHA DE REGISTRO:	15/06/2016
HORA DE REGISTRO:	10:00 a.m.
TIRANTE REGISTRADO (m):	0

**Elaboración:** Propia.

De acuerdo a esta observación se puede determinar el Nivel de Aguas Mínimas general para cualquier periodo de retorno sin considerar el caudal mínimo. Los resultados se muestran a continuación.

**CUADRO N° 13: Calculo del N.A.M.**

TIRANTE REGISTRADO (m)	COTA DE FONDO DE RIO (m.s.n.m.)	N.A.M. (m.s.n.m.)
0	2267.51	2267.51

**Elaboración:** Propia.

- **SOCAVACIÓN**

La Socavación potencial total será igual a:

$$S_T = S_G + S_C + S_L$$

Siendo:

$$S_{GC} = S_G + S_C$$

Entonces:

$$S_T = S_{GC} + S_L$$

Donde:

$S_T$ : Socavación Potencial Total.

$S_G$ : Socavación General.

**PRESENTADO POR:**

- Danny Daniel Saavedra Oré.
- Danilo Saavedra Oré.

$S_C$ : Sacavación por contracción

$S_L$ : Socavación Local.

$S_{GC}$ : Socavación general incluyendo contracción por efectos del puente.

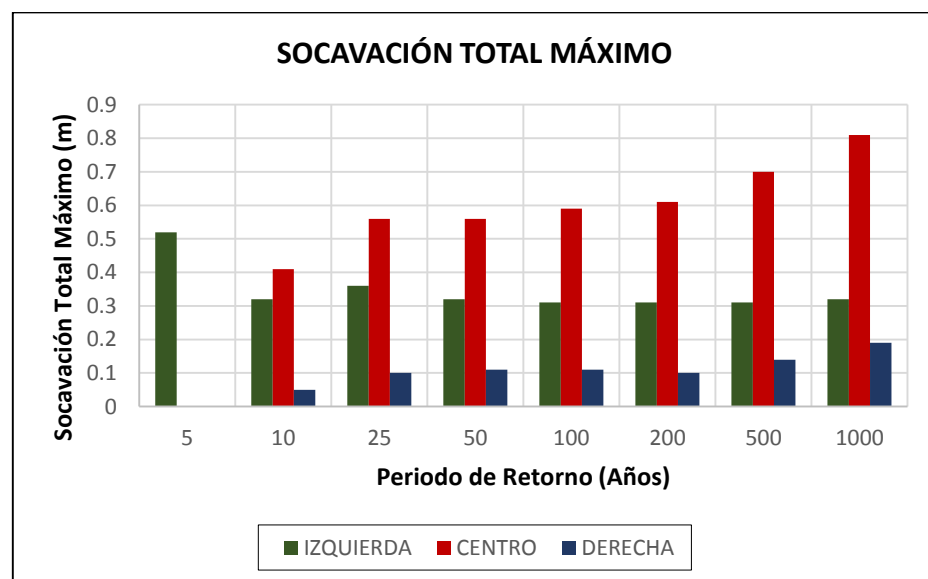
El resumen de resultados de la socavación total potencial del análisis Unidimensional según el sistema Hec-Ras se muestran a continuación:

**CUADRO N° 14: Socavación Total Máximo por Periodo de Retorno de acuerdo al sistema Hec-Ras.**

PERIODO DE RETORNO (Años)	SOCAVACIÓN TOTAL MÁXIMO (m)		
	IZQUIERDA	CENTRO	DERECHA
5	0.52	0	0
10	0.32	0.41	0.05
25	0.36	0.56	0.1
50	0.32	0.56	0.11
100	0.31	0.59	0.11
200	0.31	0.61	0.1
500	0.31	0.7	0.14
1000	0.32	0.81	0.19

Elaboración: Propia.

**GRAFICO N° 13: Socavación Total Máximo por Periodo de Retorno de acuerdo al sistema Hec-Ras.**



Elaboración: Propia

**PRESENTADO POR:**

- Danny Daniel Saavedra Oré.
- Danilo Saavedra Oré.



- **TRANSPORTE DE SEDIMENTOS.**

El agua que fluye en todo el curso del cauce puede producir varias acciones como las siguientes:

- Transporta Sedimentos.
- Erosión del cauce del río.
- Deposito sedimentos.

El cauce del río Chinchicha tiene problemas de alto riesgo en transporte y deposito se sedimentos. Esto por la geología y topografía de la cuenca. Otro problema viene a ser también que un tramo considerable que dicho cauce y algunos tributarios pasan directamente por la ciudad de Abancay siendo vulnerable a la contaminación directa de basura y otros elementos.

El resumen de los resultados por diferentes métodos para determinar la cantidad de material transportado en peso y volumen que se muestra a continuación.

**CUADRO N° 15: Selección del resultado final de la velocidad crítica para el inicio de movimiento de las partículas.**

PERIODO DE RETORNO (Años)	MÉTODO DE SCHOKLITSCH		MEYER, METER Y MÜLLER.		RESULTADO FINAL	
	Gbb (tn/s)	Sbb (m <sup>3</sup> /s)	Gbb (tn/s)	Sbb (m <sup>3</sup> /s)	Gbb (tn/s)	Sbb (m <sup>3</sup> /s)
5	3.3611	1.4242	2.15	0.91	3.36	1.42
10	3.5861	1.5196	2.28	0.97	3.59	1.52
25	3.9021	1.6534	2.44	1.03	3.90	1.65
50	4.1558	1.7609	2.62	1.11	4.16	1.76
100	4.4228	1.8741	2.77	1.17	4.42	1.87
200	4.7035	1.9930	2.93	1.24	4.70	1.99
500	5.0970	2.1597	3.11	1.32	5.10	2.16
1000	5.4122	2.2933	3.26	1.38	5.41	2.29

Elaboración: Propia.

**PRESENTADO POR:**

- Danny Daniel Saavedra Oré.
- Danilo Saavedra Oré.



# ANEXO C

## ESTUDIO GEOLÓGICO Y GEOTÉCNICO



**NOMBRE DEL PROYECTO:** “ANÁLISIS Y DISEÑO DEL PUENTE DE INTERCONEXIÓN VIAL Y PEATONAL ENTRE LA URBANIZACIÓN PATIBAMABA BAJA Y MANUEL ESCORZA DE LA CIUDAD DE ABANCAY - APURIMAC”.

**PRESENTADO POR:**

DANNY DANIEL SAAVEDRA ORE.  
DANILO SAAVEDRA ORÉ.

ABANCAY, AGOSTO DEL 2016



## ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN.....	5
2. ANTECEDENTES.....	5
3. OBJETIVOS.....	6
3.1. OBJETIVOS GENERALES.....	6
3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	6
4. JUSTIFICACIÓN.....	6
5. METODOLOGÍA DE TRABAJO.....	7
5.1. MÉTODO DE RECOLECCIÓN DE DATOS.....	7
5.2. TRABAJOS DE CAMPO.....	7
5.3. TRABAJOS DE GABINETE.....	8
6. UBICACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO.....	9
6.1. UBICACIÓN POLÍTICA DEL PROYECTO.....	9
6.2. UBICACIÓN GEOGRÁFICA DEL PUENTE.....	10
7. ACCESIBILIDAD Y VÍAS DE COMUNICACIÓN.....	11
8. DESCRIPCIÓN DEL ESTUDIO.....	12
9. GEOMORFOLOGÍA.....	12
9.1. GEOMORFOLOGÍA LOCAL.....	12
9.1.1. MORFOGÉNESIS.....	12
9.1.2. UNIDADES MORFOLÓGICAS.....	13
10. GEOLOGÍA REGIONAL.....	16
10.1. ESTRATIGRAFÍA.....	16
10.1.1. GRUPO COPACABANA (pérmico inferior y medio).....	16
10.1.2. GRUPO MITU (pérmico superior).....	17
10.1.3. GRUPO PUCARA (Jurásico Inferior).....	17
10.2. DEPÓSITOS CUATERNARIOS INCOHERENTES.....	18
10.2.1. DEPÓSITOS MORRÉNICOS (Q-mo).....	18
10.2.2. DEPÓSITOS ALUVIALES.....	18
10.2.3. DEPÓSITOS COLUVIALES.....	19
10.3. ROCAS ÍGNEAS.....	19
10.3.1. GRANODIORITA QUISAPATA (Ti-gd).....	20
10.3.2. MACIZO INTRUSIVO RUNTUCCOCHA (ts-gd).....	20
10.3.3. EDAD Y CORRELACIÓN ESTRATIGRÁFICA.....	21
11. GEOLOGÍA LOCAL.....	22

**PRESENTADO POR:**

- Danny Daniel Saavedra Oré.
- Danilo Saavedra Oré.



11.1.	HIDROGEOLOGÍA LOCAL.....	22
12.	ASPECTOS SÍSMICOS. ....	23
12.1.	EFFECTOS DE LA TECTÓNICA DE PLACAS.....	23
12.2.	RIESGO SÍSMICO. ....	27
12.3.	RIESGO SÍSMICO DE APURÍMAC. ....	28
13.	GEODINÁMICA EXTERNA. ....	29
13.1.	COMPORTAMIENTO GEOTÉCNICO DE LOS SUELOS. ....	29
13.2.	IDENTIFICACIÓN DE ZONAS INESTABLES. ....	30
13.2.1.	ALUVIÓN DE 1951.....	30
13.2.2.	DESLIZAMIENTO COCHA PUMARANRA Y ZONAS ALEDAÑAS. ....	31
13.2.3.	ALUVIÓN DEL 2012. ....	32
13.3.	ZONAS DE PELIGRO GEOLÓGICO-CLIMÁTICO (GEODINÁMICO). ....	32
13.3.1.	ZONA DE PELIGRO ALTO.....	32
13.3.2.	ZONA DE PELIGRO MEDIO. ....	33
13.3.3.	ZONA DE PELIGRO BAJO.....	33
13.4.	PARÁMETROS DE PROCESOS MORFODINÁMICOS.....	34
13.4.1.	DESLIZAMIENTOS Y DERRUMBES.....	34
13.4.2.	FLUJOS O CORRIENTES DE BARRO. ....	34
13.5.	CONDICIONES DE ESTABILIDAD LAGUNAR.....	35
13.5.1.	CARACTERÍSTICAS DE LA LAGUNA USPAYCCOCHA. ....	35
13.5.2.	CARACTERÍSTICAS DE LA LAGUNA ANCASCCOCHA.....	36
13.5.3.	CARACTERÍSTICAS DE LAS LAGUNAS RUNTOCOCHA Y TRIBUTARIAS. ....	37
14.	IDENTIFICACIÓN DE ESTRATOS Y DEPÓSITOS. ....	38
15.	VOLUMEN DE ALUVIÓN Y DESLIZAMIENTOS. ....	40
15.1.	PARÁMETROS DE DESARROLLOS. ....	40
15.2.	COEFICIENTE DE ABRASIÓN.....	41
15.3.	MÉTODO EXPONENCIAL.....	42
15.4.	MÉTODO POTENCIAL. ....	42
15.5.	VOLUMEN DE ALUVIÓN Y DESLIZAMIENTOS EN LA QUEBRADA DEL OLIVO. 42	
16.	ESTUDIO GEOTÉCNICO.....	59
16.1.	ENSAYOS DE LABORATORIO.....	59
16.1.1.	CONTENIDO DE HUMEDAD (NTP 339.127 o ASTM D2216). ....	59
16.1.2.	GRAVEDAD ESPECÍFICA. ....	67

**PRESENTADO POR:**

- Danny Daniel Saavedra Oré.
- Danilo Saavedra Oré.



16.1.3.	DISTRIBUCIÓN GRANULOMÉTRICA. ....	76
16.1.4.	LIMITE LÍQUIDO. ....	82
16.1.5.	LIMITE PLÁSTICO E ÍNDICE DE PLASTICIDAD.....	89
16.1.6.	CORTE DIRECTO.....	92
16.1.7.	CONSOLIDACIÓN UNIDIMENSIONAL.....	98
16.2.	CAPACIDAD DE CARGA ADMISIBLE. ....	114
16.2.1.	CAPACIDAD DE CARGA ADMISIBLE PARA CIMENTACIONES SUPERFICIALES. ....	114
16.2.2.	CAPACIDAD DE CARGA ADMISIBLE PARA CIMENTACIONES PROFUNDAS TIPO PILA. ....	115
16.3.	ASENTAMIENTO. ....	117
16.4.	RESULTADOS DE LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS. ....	119
16.5.	ESTUDIO DE REFRACCIÓN SISMICA. ....	124
16.5.1.	OBJETIVO DEL ESTUDIO. ....	124
16.5.2.	UBICACIÓN DEL AREA DE ESTUDIO. ....	124
16.5.3.	FUNDAMENTOS DE LOS ENSAYOS.....	125
16.5.4.	EQUIPO E INSTRUMENTOS UTILIZADOS.....	126
16.5.5.	PROCEDIMIENTO DE LOS TRABAJOS DE CAMPO.....	126
16.5.6.	PROCESAMIENTO E INTERPRETACIÓN DE LA INFORMACIÓN. ....	126
16.5.7.	RESULTADOS DEL ESTUDIO.....	126
17.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	130
18.	BIBLIOGRAFÍA.....	131

**PRESENTADO POR:**

- Danny Daniel Saavedra Oré.
- Danilo Saavedra Oré.





## **1. INTRODUCCIÓN.**

El presente informe es el estudio Geológico y Geotécnico definitivo que se efectúa como parte del Proyecto de Tesis “ANÁLISIS Y DISEÑO DEL PUENTE DE INTERCONEXIÓN ENTRE LA URBANIZACIÓN PATIBAMABA BAJA Y MANUEL ESCORZA DE LA CIUDAD DE ABANCAY”.

Este estudio ayudara a determinar las características y el comportamiento de la geología de la quebrada el olivo para poder ser evaluado y dar soluciones a los posibles riesgos que se puedan presentar en la vida útil del proyecto.

La quebrada el Olivo tiene antecedentes de desastres naturales causados por fenómenos de origen climático y geodinámica, tales como deslizamientos, huaycos, inundaciones y otros. Estos fenómenos están asociados al aparato glaciar del nevado Ampay que se encuentra sobre la quebrada el Olivo y la ciudad de Abancay.

Las lagunas que se encuentra en el santuario del Ampay también representan un peligro tanto para la quebrada y la ciudad de Abancay en caso de desborde.

El Estudio Geológico y Geotécnico también comprende diferentes aspectos, tales como: Geomorfología, Geología Estructural, Geodinámica Externa e Interna y estudio de mecánica de los suelos de fundación del área de influencia del puente. Factores, muy importantes, que determinaran el tipo de cimentación y las obras complementarias, de ser necesario, para la construcción del puente.

## **2. ANTECEDENTES.**

La quebrada el Olivo ha sido parte del estudio del programa “Ciudades Sostenibles - Mapa de Peligros de la Ciudad de Abancay” realizados en el año 2007 por la Municipalidad Provincial de Abancay conjuntamente con el Instituto Nacional de Defensa Civil en el cual se detalla los posibles peligros y vulnerabilidades que presenta este sector.

La quebrada el Olivo también fue parte del estudio “Reconocimiento Geomorfológico, Geológico y Geográfico de la Ciudad de Abancay y Alrededores” realizado el año 1996 por la Universidad Tecnológica de los Andes en donde se detalla la geología, agentes geomorfológicos, registro de sismos, registro de desastres naturales y zonas Vulnerables de la Ciudad de Abancay y sus alrededores.

### **PRESENTADO POR:**

- Danny Daniel Saavedra Oré.
- Danilo Saavedra Oré.



### **3. OBJETIVOS.**

#### **3.1. OBJETIVOS GENERALES.**

Establecer las características geológicas, tanto locales como generales de las diferentes formaciones geológicas que se encuentran identificados tanto su distribución como sus características geotécnicas correspondiente.

#### **3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.**

Entre los objetivos más importantes tenemos:

- Reconocimiento geológico de la quebrada el Olivo y alrededores.
- Proponer medidas de mitigación.
- Identificar posibles riesgos que puede subir el puente en su vida útil.
- Determinar las propiedades físicas y mecánicas de los suelos.
- Conocer las zonas de deslizamiento, huaycos y aluviones sucedidos en el pasado y posibles ocurrencias en el futuro.
- Determinar la zonificación geológica de la zona,
- Describir la geología a nivel regional y local.

### **4. JUSTIFICACIÓN.**

El estudio geológico y geotécnico se justifica por:

- Estudio necesario para plantear la construcción de un puente.
- El estudio ayudara a identificar los posibles problemas y riesgos el puente en su vida útil.
- El estudio es importante para determinar el tipo de cimentaciones y sus respectivas dimensiones de las torres, pilares y estribos del puente.
- El estudio nos ayudara a conocer la altura de desplante de los elementos estructurales del puente que están en contacto con el suelo.
- El estudio nos ayudara a determinar si el lugar donde se planea construir el puente es estable.
- El estudio nos ayudara a conocer si la quebrada donde se plantea construir el puente ha sido afectado anteriormente por algún fenómeno natural.

#### **PRESENTADO POR:**

- Danny Daniel Saavedra Oré.
- Danilo Saavedra Oré.



## **5. METODOLOGÍA DE TRABAJO.**

### **5.1. MÉTODO DE RECOLECCIÓN DE DATOS.**

Las metodologías y/o técnicas de recolección de datos y manejo de información que han contribuido de sobremanera en el desarrollo del estudio son:

Métodos de recolección de Información:

- Observación sistemática
- Técnica documental
- Análisis bibliográfico

Herramientas:

- Software estandarizado (Microsoft Excel, ArcGIS, Civil CAD 3D).
- Información Geológica requerida, obtenidas del Instituto geográfico del Perú (IGN), el Instituto Geológico Minero y Metalúrgico (INGEMMET) y otros.

### **5.2. TRABAJOS DE CAMPO.**

Se efectuara a realizar el trabajos de campo, donde el responsable del Estudio Geológico y Geotécnico entra en contacto con los elementos físicos, geológicos y geomorfológicos de la zona, observando in situ los elementos más importantes que se pueden obtener en campo, y para ello, indico los aspectos más importantes a tomar en la fase de campo:

- Se evaluarán las características geomorfológicas, geológicas, edafológicas, cobertura vegetal y de sus suelos, entre otros.
- Se identificara y describirá detalladamente las posible fallas geológicas en el área de impacto al proyecto.
- Se identificaran los diferentes estratos en laderas verticales y pronunciadas.
- Se extraerá muestras obtenidos de sondajes en donde se plantea la construcción de la cimentación del puente.
- Se identificará posibles zonas de riesgos y de describirá los posibles problemas que puedan ocasionar.
- Se realizara ensayos de suelos in-situ para determinar las propiedades físicas del suelo.
- Durante la visita de campo, también se realizan entrevistas a los pobladores de los lugares, a quienes se les solicita información referente a aspectos geológicos y geomorfológicos, evaluando las características históricas de fenómenos naturales que afectaron anteriormente al área de estudio.

#### **PRESENTADO POR:**

- Danny Daniel Saavedra Oré.
- Danilo Saavedra Oré.



### 5.3. TRABAJOS DE GABINETE.

Después de efectuar los trabajos de campo se inicia la labor de gabinete, en el cual se efectúan las actividades más importantes como son:

- Revisión de los datos obtenidos en campo, de los cuales se recopilará la información de mayor importancia.
- Se hará una caracterización, zonificación y delimitación del área de estudio mediante el uso del google Earth, Arcgis y Civil Cad 3D como herramienta de digitalización.
- Aprovechando el software que efectuarán los mapas temáticos como el ecológico, geológico, edafológico, usos de suelo entre otros.
- Los cálculos se realizarán con el Microsoft Excel para el estudio Geológico y Geotécnico.
- Elaboración del perfil estratigráfico de acuerdo a los sondajes realizados.
- Se determinara la clasificación de suelos S.U.C.S. por estratos.
- Se hará una descripción detallada del sistema hidrográfico de la cuenca considerando a sus principales elementos naturales como son los nevados, lagunas, ríos, quebradas, manantiales y otros.
- Se describirán el área de estudio según niveles, considerando las características geomorfológicas, tipos de suelo, cobertura vegetal, poblados, vías de acceso, etc.
- Se determinara la profundidad de desplante de los elementos estructurales como los estribos, pilares y torres.
- Se calculara la carga portante admisible para el pre dimensionamientos de los cimientos de los elementos del puente.
- Se hará un análisis de los registros históricos de los fenómenos naturales ocurridos en la zona, disponible para el estudio.
- La información cartográfica será trabajada en el sistema de georeferencial DATUM WGS-84.

#### PRESENTADO POR:

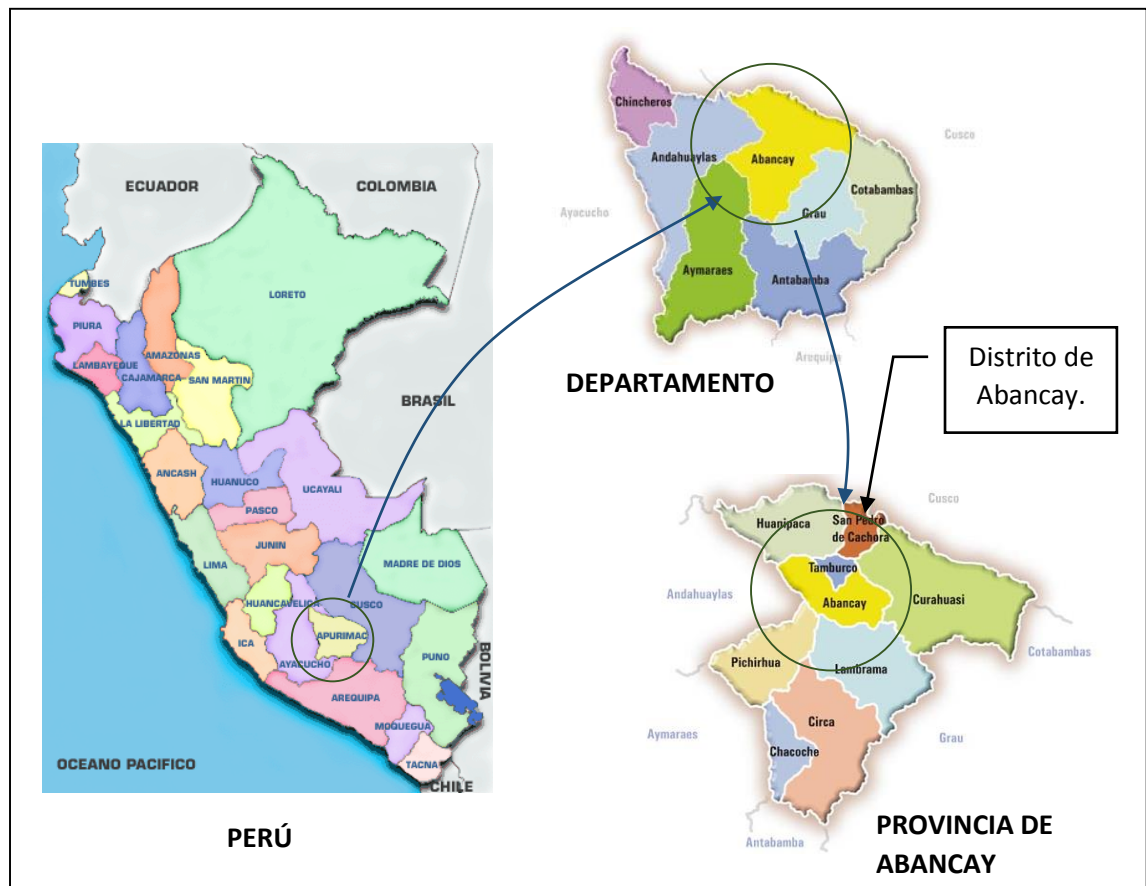
- Danny Daniel Saavedra Oré.
- Danilo Saavedra Oré.

## 6. UBICACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO.

### 6.1. UBICACIÓN POLÍTICA DEL PROYECTO.

Políticamente, el proyecto se encuentra localizado entre la Urbanización Patibamba Baja y Asociación Manuel Escorza dentro de la ciudad de Abancay, distrito de Abancay, provincia de Abancay, departamento de Apurímac.

**GRAFICO N° 1:** Ubicación Política del Proyecto.



Fuente: go2peru, <http://www.e-peru-tours.com/>.

#### PRESENTADO POR:

- Danny Daniel Saavedra Oré.
- Danilo Saavedra Oré.

## 6.2. UBICACIÓN GEOGRÁFICA DEL PUENTE.

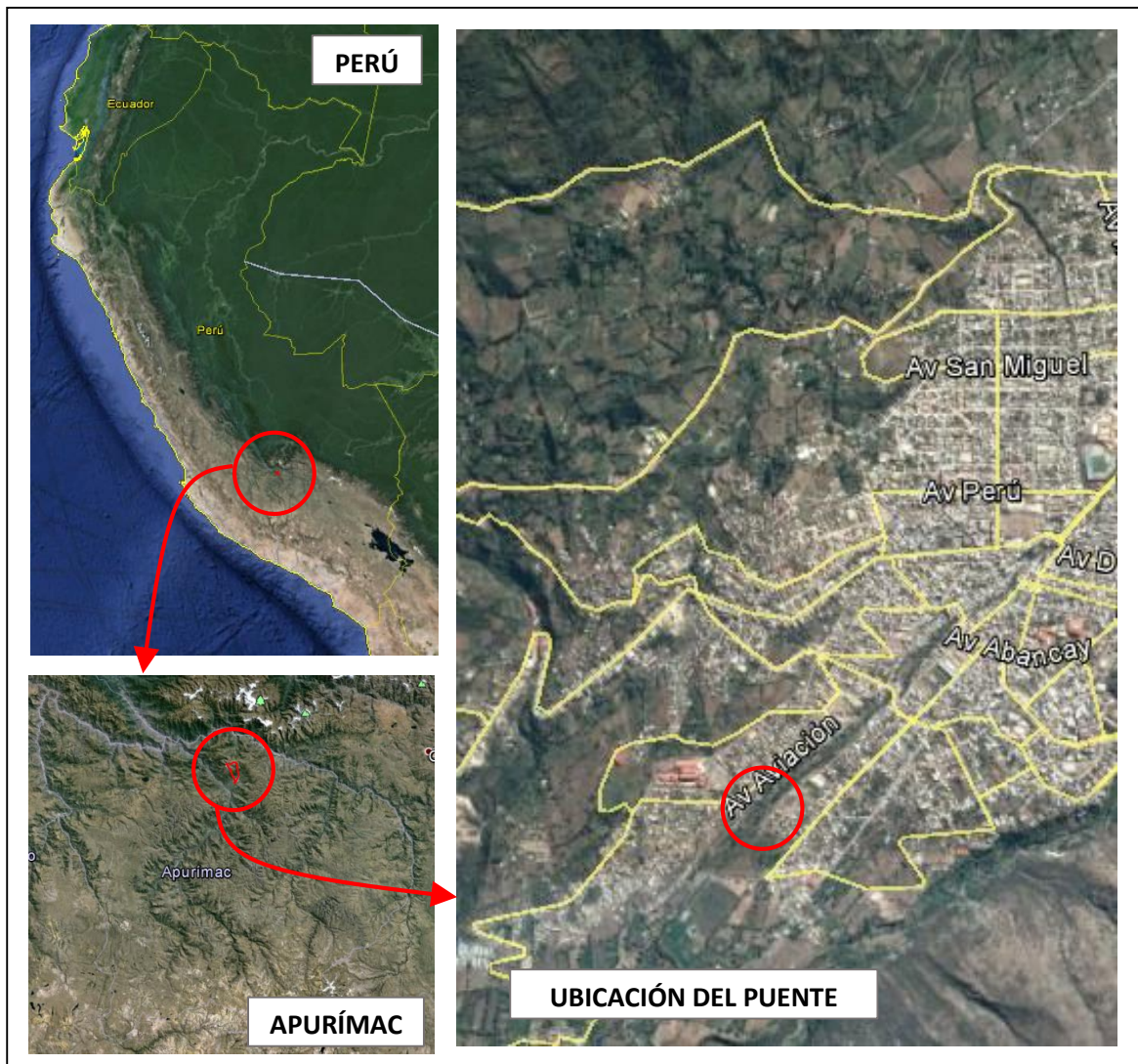
Geográficamente, el puente se encuentra ubicado en la parte sur del Perú en el flanco oriental de la Cordillera Occidental de los Andes, entre las siguientes coordenadas.

**CUADRO N° 1:** Coordenadas donde se ubica el Puente.

<b>ESTE (m):</b>	727772.46
<b>NORTE (m):</b>	8490705.53
<b>ALTITUD (m.s.n.m.):</b>	2238.00

**Elaboración:** Propia.

**GRAFICO N° 2:** Ubicación Geográfica del Puente.



**Fuente:** GOOGLE EARTH.

**PRESENTADO POR:**

- Danny Daniel Saavedra Oré.
- Danilo Saavedra Oré.



## 7. ACCESIBILIDAD Y VÍAS DE COMUNICACIÓN.

Para llegar a la zona donde se ubica el proyecto, se utilizara la carretera Asfaltada que une la ciudad de Lima con la Ciudad de Abancay. A continuación se muestra el Acceso con más detalle a la zona donde se realizara el proyecto:

**CUADRO N° 2:** Accesibilidad al Proyecto.

RUTA	TRAMO	CONDICIÓN	DISTANCIA	DURACIÓN.	TRANSPORTE
RUTA 1	Lima - Nazca - Abancay	Carretera Asfaltada.	907 km	22 Hr	Transporte Departamental, camión, Vehículos Livianos
	Plaza de Abancay – Puente.	Calles Parcialmente Asfaltada.	2.4 km	5 mnts.	Colectivo, camión, Vehículos Livianos
RUTA 2	Cusco - Abancay	Carretera Asfaltada.	198.05 km	4.30 Hrs	Transporte Departamental, Colectivo, camión, Vehículos Livianos
	Plaza de Abancay – Puente.	Calles Parcialmente Asfaltada.	2.4 km	5 mnts.	Colectivo, camión, Vehículos Livianos

**Elaboración:** Propia.

**PRESENTADO POR:**

- Danny Daniel Saavedra Oré.
- Danilo Saavedra Oré.



## **8. DESCRIPCIÓN DEL ESTUDIO.**

La recopilación de información básica permitió compilar datos referidos a planos topográficos, diversos estudios de geología, y otros, de la ciudad de Abancay y alrededores, así mismo se procedió a recopilar información existente en variadas instituciones tanto particulares como estatales. Esta etapa también comprende aquella específica que ha sido obtenida durante el desarrollo del presente estudio y que comprende básicamente los aspectos geológicos, geomorfológicos destinados a determinar los fenómenos de variado origen que causan peligros geológicos, geológico-climáticos y climáticos para la ciudad de Abancay.

En la etapa de investigaciones de campo, se ha colectado “in situ” toda la información de detalle referida a geología del área de interés con el objetivo de conocer las características propias del área mediante las investigaciones de detalle programadas para en el presente estudio.

## **9. GEOMORFOLOGÍA.**

Las distintas formas que exhibe la topografía del actual del relieve tienen estrecha relación con la configuración geológica del sector y la historia de formación de los materiales que lo conforman (Baca Vidal, Benavente Velasquez, Loayza Schiaffino, & Acurio Cruz, 2007).

### **9.1. GEOMORFOLOGÍA LOCAL.**

El área geográfica donde se asienta la ciudad de Abancay y sus zonas de expansión ha sido afectada por intensa actividad geodinámica tanto interna como externa que se refleja en su variada topografía y su tendencia a la ocurrencia de fenómenos geológicos y geológico – climáticos (Baca Vidal, Benavente Velasquez, Loayza Schiaffino, & Acurio Cruz, 2007).

#### **9.1.1. MORFOGÉNESIS.**

Los rasgos morfológicos de la cuenca de Abancay están ligados a las perturbaciones tectónicas del levantamiento andino y por procesos de degradaciones (Baca Vidal, Benavente Velasquez, Loayza Schiaffino, & Acurio Cruz, 2007). Los Cambios climáticos ocurridos durante el cuaternario, han dejado profundas huellas en la morfología de la región, las glaciaciones produjeron grandes movimientos de masas rocosas, acumulándose gradualmente en el actual valle de Abancay y al pie de los Nevados Ampay

#### **PRESENTADO POR:**

- Danny Daniel Saavedra Oré.
- Danilo Saavedra Oré.





y Rontococha (Baca Vidal, Benavente Velasquez, Loayza Schiaffino, & Acurio Cruz, 2007).

En la actualidad se presentan deslizamientos y fuertes procesos de erosión hídrica de los suelos en las laderas empinadas, siendo frecuentemente los huaycos, desborde de ríos en los meses de fuertes precipitaciones pluviales (Baca Vidal, Benavente Velasquez, Loayza Schiaffino, & Acurio Cruz, 2007).

El modelado superficial del Ampay es variado, en cuyas estribaciones altitudinales se aprecian accidentes geográficos como un abanico de cerros con afloramientos rocosos, colinas, abras, laderas, escarpados, pequeñas cuencas hidrográficas de fuerte vertiente, depresiones lagunares, suelos inclinados con fuertes pendientes y muy escasos suelos planos (Baca Vidal, Benavente Velasquez, Loayza Schiaffino, & Acurio Cruz, 2007).

Los estudios geomorfológicos determinaron que la actual configuración del Ampay, está determinada por perturbaciones geodinámicas internas (tectónicas) y externas (intemperismo, erosión y procesos geodinámicos) como son las glaciaciones, los deslizamientos y la erosión, que fueron modelando la superficie (Baca Vidal, Benavente Velasquez, Loayza Schiaffino, & Acurio Cruz, 2007).

El relieve en general es bastante accidentado, con una configuración topográfica heterogénea con predominancia de elevaciones escarpadas (Baca Vidal, Benavente Velasquez, Loayza Schiaffino, & Acurio Cruz, 2007).

### **9.1.2. UNIDADES MORFOLÓGICAS.**

Se han logrado determinar en la ciudad de Abancay y sus alrededores seis unidades geomorfológicas.

- **VALLE PROFUNDO DEL PACHACHACA.**

Formado por la profunda incisión del río Pachachaca, su topografía es predominantemente plana ligeramente inclinada de 0 a 3 % de pendiente. En el tramo que corresponde a la cuenca del río Mariño entre sus nacientes y la ciudad de Abancay el río discurre desde las cotas de su

#### **PRESENTADO POR:**

- Danny Daniel Saavedra Oré.
- Danilo Saavedra Oré.



origen sobre 5000 msnm hasta su desembocadura a 1700 m.s.n.m de altitud en fajas cercanas a los 100 m de ancho. Pasando por el sector de la ex hacienda Santo Tomas, se observa un profundo cañón controlado por una falla regional con más 1300 m de talud. En sus tramos amplios se han formado terrazas que están destinadas a fines agrícolas (Baca Vidal, Benavente Velasquez, Loayza Schiaffino, & Acurio Cruz, 2007).

- **LADERAS ALUVIALES DE ABANCAY.**

Es una franja amplia que cubre gran parte de la cuenca inferior que se extiende desde el río Pachachaca hasta la parte del Distrito de Tamburco. La topografía es suavemente inclinada (8 a 15%) y está constituida por un potente deposito aluvial compacto. Sobre este depósito se desarrollan la agricultura y la ciudad de Abancay (Baca Vidal, Benavente Velasquez, Loayza Schiaffino, & Acurio Cruz, 2007).

- **LADERAS EMPINADAS - CUENCA INFERIOR Y MEDIA.**

Se caracterizan por presentar pendientes empinadas y escarpadas (50 a 75 %) la longitud de las laderas puede pasar de los 1000 m constituyen las vertientes de los tributarios del río Mariño y es el sector más inestable topográficamente (Baca Vidal, Benavente Velasquez, Loayza Schiaffino, & Acurio Cruz, 2007).

Los procesos erosivos son intensos en las vertientes de mayor pendiente, las huellas de grandes deslizamientos se observan en la parte alta de la ciudad de Abancay, así mismo demuestran que en tiempos pasados han ocurrido periodos muy húmedos o fenómenos geodinámicos muy intensos que han originado huaycos mucho más violentos que en la actualidad (Baca Vidal, Benavente Velasquez, Loayza Schiaffino, & Acurio Cruz, 2007).

- **FONDOS DE QUEBRADAS TRIBUTARIAS DEL RÍO MARIÑO.**

Son formas de tierras alargadas, que se ubican en terrenos adyacentes a los cursos de agua que han disectado más profundamente a los terrenos, su pendiente es algo inclinada (6 a 12%), en la cuenca baja con fajas menores a 50 metros de ancho, en la cuenca media sobre los 2600 m.s.n.m la pendiente incrementa de 12 a 18 % en las fajas de menor

**PRESENTADO POR:**

- Danny Daniel Saavedra Oré.
- Danilo Saavedra Oré.



ancho (Baca Vidal, Benavente Velasquez, Loayza Schiaffino, & Acurio Cruz, 2007).

- **ZONA MONTAÑOSA SUPERIOR.**

Constituida por áreas topográficas con pendiente muy escarpadas (75%), donde los afloramientos rocosos forman farallones modelados por la dinámica glacial del Ampay, cuya línea de nieve está a los 4, 700 m.s.n.m variando a 4,800 m.s.n.m. las lenguas de hielo descienden a 4 650 m.s.n.m. En meses excepcionales fríos (Junio Julio); estas lenguas distan a 4 Km. de la Laguna de Ampay. El glaciar ocupa una área total de 5.7 Km y su espesor es inferior a los 60 metros (Baca Vidal, Benavente Velasquez, Loayza Schiaffino, & Acurio Cruz, 2007).

- **ÁREAS GLACIARES.**

Son valles glaciales y cuencas lagunares, constituyen fajas amplias de forma ondulada, se ubican al pie del nevado Ampay y los cerros de Runtococha, están cubiertos por depósitos morrenicos, formando cordones que sirven de represa natural de las lagunas; a lo largo de estos valles se acumulan los escombros de talud por dinámica glacial. El modelo se desarrolló en el último periodo glacial y la gradual regresión glacial que continua actualmente (Baca Vidal, Benavente Velasquez, Loayza Schiaffino, & Acurio Cruz, 2007).

- **VALLE GLACIARIO AMPAY:** El Nevado Ampay se encuentra en la actualidad (agosto 2006) reducido a los 5350 m.s.n.m; su base y alrededores están formados por rocas macizas carbonatadas preexistentes, que en parte son fracturadas debido a su evolución y formación (Baca Vidal, Benavente Velasquez, Loayza Schiaffino, & Acurio Cruz, 2007).

Contiene depósitos morrénicos aluviales de buena porosidad y permeabilidad, por donde se infiltra el agua. Presenta una cobertura arcillosa húmeda, con presencia de afloramientos rocosos calcáreos desprovistos de nieve (Baca Vidal, Benavente Velasquez, Loayza Schiaffino, & Acurio Cruz, 2007).

**PRESENTADO POR:**

- Danny Daniel Saavedra Oré.
- Danilo Saavedra Oré.



- **CUENCA LAGUNAR:** Ubicada en la parte central del valle, está constituida de depósitos glaciares posteriores arrastrados por el flujo de una lengua glaciaria. Contiene bloques mayores de 0.8 m. y clastos con matriz arcillosa; es menos permeable y de mediana porosidad, estando cubierta de una vegetación arbustiva que le da cierta estabilidad al talud; forma un dique natural que contiene a la laguna de Ampay (Baca Vidal, Benavente Velasquez, Loayza Schiaffino, & Acurio Cruz, 2007).

## **10. GEOLOGÍA REGIONAL.**

### **10.1. ESTRATIGRAFÍA.**

En el área de estudio afloran rocas sedimentarias tectonizadas cuyas edades son del pérmico al triásico, no evidenciando las rocas cretácicas en la cuenca de estudio como se describe a continuación.

#### **10.1.1. GRUPO COPACABANA (pérmico inferior y medio).**

El grupo copacabana que aflora en el nevado Ampay presenta un espesor de 2,100 m con buzamiento en su flanco sur de 25° SE. La serie está constituida por calizas y lutitas negras (Baca Vidal, Benavente Velasquez, Loayza Schiaffino, & Acurio Cruz, 2007).

Las calizas se presentan en bancos gruesos, macizos, o en capas delgadas, pueden ser de grano fino, oolíticos, nodulares y fosilíferas. Los fósiles silitificados (fusilinas, braquiópodos, corales, briozoarios, gasterópodos, etc.) son abundantes a todos los niveles de la serie.

Las lutitas son generalmente negras, carbonosas con numerosos restos de plantas y de troncos de árboles (Leepidodeadron). Forma el tercio superior del grupo copacabana y tiene aproximadamente 700 metros de espesor, en determinados niveles toma un aspecto de flysch lutítico, formado por una alternancia de 1 a 5 cm, de lutitas negras duras con bancos de areniscas finas, constituyendo relieves escarpados (Baca Vidal, Benavente Velasquez, Loayza Schiaffino, & Acurio Cruz, 2007).

#### **PRESENTADO POR:**

- Danny Daniel Saavedra Oré.
- Danilo Saavedra Oré.



### **10.1.2. GRUPO MITU (pérmico superior).**

El grupo mitu es representado por una secuencia molásica de areniscas feldespáticas, lutitas rojas arcosas y conglomerados, el material predominan sobre los limo-arcillitas y niveles volcánicos, es frecuentes la estratificación oblicua, entrecruzada y paléocanales; La sedimentación es rítmica (Baca Vidal, Benavente Velasquez, Loayza Schiaffino, & Acurio Cruz, 2007).

Las areniscas se presentan en bancos, variables de 0.5 a 6 metros de espesor, el color es rojo ladrillo o verdoso; el grano varia de grueso a fino, predominando las areniscas de grano mediano a fino, las lutitas se encuentran intercaladas entre los bancos de areniscas, pueden constituir capas con más de 5 metros de espesor, son poco duras y deleznable por la meteorización (Baca Vidal, Benavente Velasquez, Loayza Schiaffino, & Acurio Cruz, 2007).

Los conglomerados son abundantes en la parte inferior del grupo (conglomerado basal), observados con claridad en la falla Pachachaca frente a la Quebrada Santo Tomás con un espesor de 100 metros, los clastos son bien redondeados y del tamaño de guijos, con cantos de areniscas volcánicas y lutitas, la matriz es arenosa de color roja o gris clara (Baca Vidal, Benavente Velasquez, Loayza Schiaffino, & Acurio Cruz, 2007).

Existen niveles de lava andesíticas en la parte superior expuestas en el flanco sur del nevado Ampay, son bancos de 80 a 100 metros de espesor. El Grupo Mitu en el área de estudio se estima que tiene 600 a 800 metros de espesor (Baca Vidal, Benavente Velasquez, Loayza Schiaffino, & Acurio Cruz, 2007).

### **10.1.3. GRUPO PUCARA (Jurásico Inferior).**

Las calizas se presentan en capas de 0.5 a 1 metro de espesor, se intemperizan a un color gris blanquecino y en fractura fresca es gris a negro, son generalmente detríticas y contienen numerosos pedazos de fósiles (conchas de lamelibranquios, crinoideos), como puede observarse a lo largo de la carretera de Abancay – Curahuasi, son a menudo bituminosas y de color férido, en casi todos los niveles se encuentran “chert” (Baca Vidal, Benavente Velasquez, Loayza Schiaffino, & Acurio Cruz, 2007).

#### **PRESENTADO POR:**

- Danny Daniel Saavedra Oré.
- Danilo Saavedra Oré.



Los bancos calcáreos se alternan con capas delgadas de lutitas oscuras, generalmente endurecidas; a partir de la ciudad de Abancay los niveles evaporíticos entre las calizas son más abundantes, y se encuentran en mayores grosores en Curahuasi (Baca Vidal, Benavente Velasquez, Loayza Schiaffino, & Acurio Cruz, 2007).

Marocco (1975) menciona que el grupo pucará, puede alcanzar los 1000 metros en el sector de Andahuaylas donde no se conoce su base, adelgazando hacia el Este hasta desaparecer completamente en la zona de Mollepata en Cusco (Baca Vidal, Benavente Velasquez, Loayza Schiaffino, & Acurio Cruz, 2007).

## **10.2. DEPÓSITOS CUATERNARIOS INCOHERENTES.**

### **10.2.1. DEPÓSITOS MORRÉNICOS (Q-mo).**

Este tipo de depósitos se halla el valle de origen glaciar de la quebrada Ampay – Sahuanay, parte superior de la cuenca, consta de clastos y bloques angulosos, subangulosos, con matriz limo arenoso, se encuentran bastantes compactas y algo cementadas. La naturaleza litológica de los fragmentos es mayormente calcárea en la zona de Ampay y Granítica en Runtococha (Baca Vidal, Benavente Velasquez, Loayza Schiaffino, & Acurio Cruz, 2007).

Estos depósitos son de carácter heterométrico donde los finos ocupan el 60% las dimensiones de los gruesos varían de 0.25 a 3.0 metros en algunos casos permanecen como diques naturales formando lagunas (Baca Vidal, Benavente Velasquez, Loayza Schiaffino, & Acurio Cruz, 2007).

### **10.2.2. DEPÓSITOS ALUVIALES.**

Se hallan en el piso de valle, desde el centro poblado hasta el río Pachachaca, estos depósitos tienen bloques mayores de 0.5 metros -lo cual indica una alta energía en el transporte- y cantos de formas subredondeadas a redondeadas. Tienen una matriz detrítica mezclada con arenas y limos, formando una irregular y somera estratificación (Baca Vidal, Benavente Velasquez, Loayza Schiaffino, & Acurio Cruz, 2007).

#### **PRESENTADO POR:**

- Danny Daniel Saavedra Oré.
- Danilo Saavedra Oré.



Estos depósitos aluviales son a su vez transportados, lavados y redepositados hacia el río Pachachaca formando gravas redondeadas con matriz arenosa bien clasificada sobre los depósitos aluviales se ha formado un costra dura calcárea blanquecina denominada “caliche” de espesor variado (0.5 a 2.0 metros) debido a la precipitación del carbonato de calcio y otras sales evaporíticas disueltas en el agua por una intensa evaporación en periodos áridos donde sufren un movimiento ascendente, cementado los bloques y clastos de una antigua superficie aluviónica, posteriormente cubierta por un suelo orgánico gris negro de espesor de 0.3 a 0.5 metros constituye la capa arable vale decir horizonte A del suelo (Baca Vidal, Benavente Velasquez, Loayza Schiaffino, & Acurio Cruz, 2007).

### **10.2.3. DEPÓSITOS COLUVIALES.**

Se encuentran recubriendo el pie de ladera gran parte de la zona Norte, tomando una coloración rojiza y con tonos gris claro en otras áreas. Está constituido por fragmentos de roca de formas angulares a subangulares, con matriz arcillosa – limosa. Estos depósitos han tenido poco transporte, mayormente gravitacional (Baca Vidal, Benavente Velasquez, Loayza Schiaffino, & Acurio Cruz, 2007).

Dentro de esta clasificación se incluyen a los depósitos aluviales formando por la meteorización “in situ” de roca, que bajo la acción del agua se puede movilizar y formar huaycos, como se puede apreciar al pie del nevado Ampay, donde se presenta una sucesión de varias etapas de huaycos. También se incluyen los depósitos de deslizamiento y escombros de talud, para efectos del cartografiado Geológico (Baca Vidal, Benavente Velasquez, Loayza Schiaffino, & Acurio Cruz, 2007).

### **10.3. ROCAS ÍGNEAS.**

En la zona de Abancay se encuentra parte del batolito de Apurímac, que regionalmente se emplaza en forma alargada y orientado de Este a Oeste, con una longitud de casi 150 Km., coincidiendo a su vez con el rumbo general de los Andes (Baca Vidal, Benavente Velasquez, Loayza Schiaffino, & Acurio Cruz, 2007).

#### **PRESENTADO POR:**

- Danny Daniel Saavedra Oré.
- Danilo Saavedra Oré.



Marocco (1975) determino como el macizo sintectónico de Abancay y el gran batolito post – tectónico E-W del terciario inferior y medio respectivamente, en el presente estudio reconoceremos como:

#### **10.3.1. GRANODIORITA QUISAPATA (Ti-gd).**

Edad probable: Eoceno.

Se trata de un macizo que se extiende regionalmente al Este y Sur de Abancay, al Norte se halla limitado por la falla de Abancay, al Este y Oeste está cortada por la granodiorita Post- tectónica que incluye el macizo de Runtococha, y al Sur se extiende por el flanco izquierdo del pachachaca (Baca Vidal, Benavente Velasquez, Loayza Schiaffino, & Acurio Cruz, 2007).

Se halla constituido por granodiorita a diorita cuarcítica, con estructura gnesoide, con bandas oscuras de minerales máficas, muy textonizadas con numerosos espejos de falla (cerro Quisapata).

En su mineralogía se halla plagioclasas siendo predominante la andesita (30 – 50 %) de An Ortoza con su macla característica de Carlsbal. El cuarzo es intersticial y menos abundante que los feldespatos, los minerales máficas corresponden a la horblenda verde y biotita (Baca Vidal, Benavente Velasquez, Loayza Schiaffino, & Acurio Cruz, 2007).

#### **10.3.2. MACIZO INTRUSIVO RUNTUCCOCHA (ts-gd).**

Edad atribuible: terciario superior – mioceno.

Aflora en la zona de Runtococha, pertenece a los productos plutónicos post-tectónicos del batolito de Apurímac de dirección Este – Oeste, que regionalmente aflora desde Cotabambas hasta Andahuaylas (Baca Vidal, Benavente Velasquez, Loayza Schiaffino, & Acurio Cruz, 2007).

La roca es clara debido a la predominancia de minerales claros como la plagioclasa, ortoclasa y cuarzo, con numerosas manchas negras (horblenda y algunas biotitas), estos minerales no muestran una orientación que lo distinguen del macizo Quisapata y alrededores a manera de burbujas y probablemente se asocien a esta intrusión.

Por el alto contenido de sílice las rocas son duras pero por el fracturamiento que presenta disminuyen su resistencia, siendo fácilmente atacadas por la

#### **PRESENTADO POR:**

- Danny Daniel Saavedra Oré.
- Danilo Saavedra Oré.

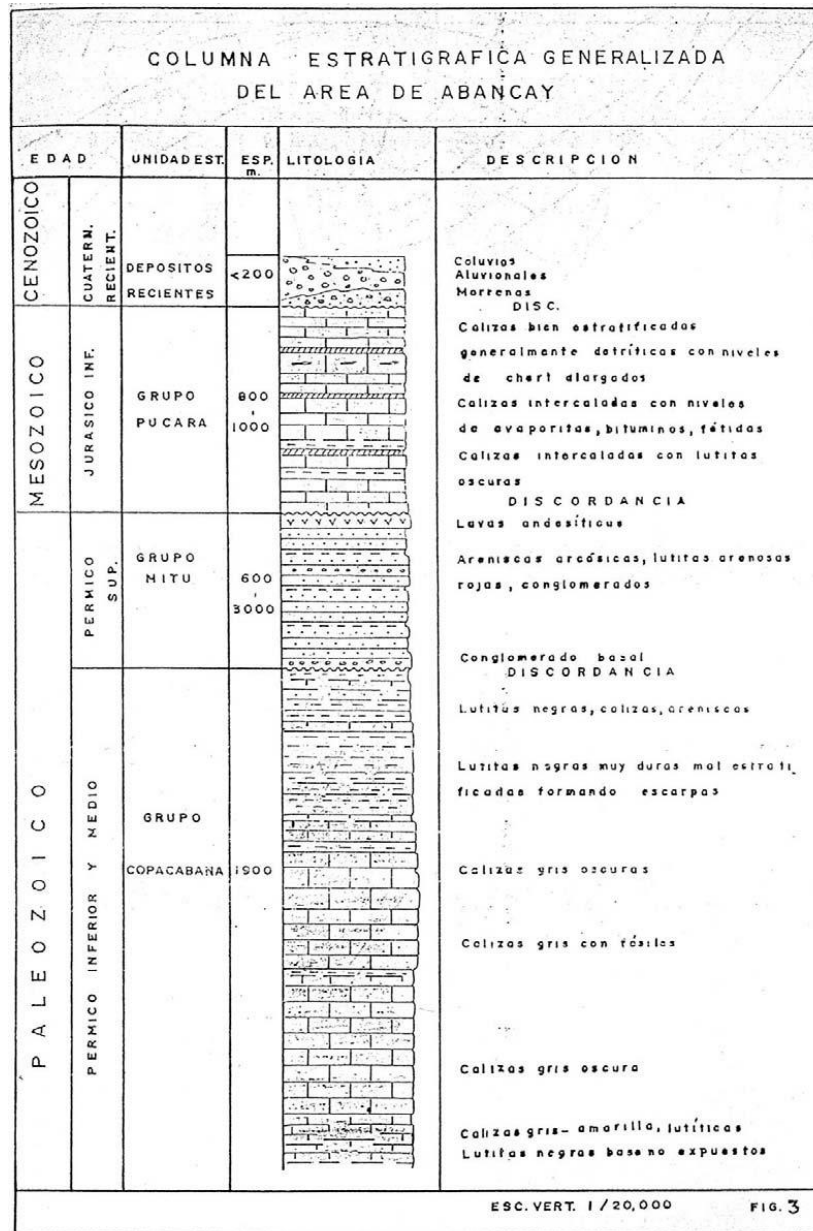


meteorización, mostrando a manera de costras alteradas que forman parte de la escasa capa de suelos arenosos y limosos (Baca Vidal, Benavente Velasquez, Loayza Schiaffino, & Acurio Cruz, 2007).

### 10.3.3. EDAD Y CORRELACIÓN ESTRATIGRÁFICA.

La secuencia geológica de los estratos existentes en el área de Abancay se muestra en la columna estratigráfica siguiente.

**GRAFICO N° 3:** Columna Estratigráfica Generalizada del área de Abancay.



**Fuente:** Mapa de Peligros de la Ciudad de Abancay (Proyecto INDECI: PNUD PER/02/051 00014426 - Ciudades Sostenibles:), 2007, Ing. Aurelio Serrano.

**PRESENTADO POR:**

- Danny Daniel Saavedra Oré.
- Danilo Saavedra Oré.



## **11. GEOLOGÍA LOCAL.**

En el área de estudio (Ciudad de Abancay) se presentan rocas del pérmico – triásico correspondientes al grupo Copacabana. Asimismo el Grupo Mitu, calizas del Grupo Pucara (Jurásico), rocas intrusivas del terciario (granodioritas) (Baca Vidal, Benavente Velasquez, Loayza Schiaffino, & Acurio Cruz, 2007).

Estructuralmente se ha identificado una falla de rumbo NW-SE (falla Sahuanay), la que probablemente crea la desestabilización de taludes en la parte media y baja de la ladera Ampay. Los suelos de cobertura en la ciudad de Abancay son de tipo Fluvio – Glaciaros de edad cuaternaria a reciente (Baca Vidal, Benavente Velasquez, Loayza Schiaffino, & Acurio Cruz, 2007).

Hacia el Noreste de la ciudad de Abancay, Tamburco, se ha cartografiado afloramiento de calizas (Grupo Pucara) con presencia karstica y manantes con presencia de agua (Baca Vidal, Benavente Velasquez, Loayza Schiaffino, & Acurio Cruz, 2007).

Así como al Sur oeste de la ciudad de Abancay se han cartografiado afloramientos de calizas y evaporitas. Lo que indicaría que el substrato rocoso de la Ciudad de Abancay estaría conformado por calizas del Grupo Pucara y suprayaciendo a éstas estarían los suelos de origen fluvio-glaciaro (Baca Vidal, Benavente Velasquez, Loayza Schiaffino, & Acurio Cruz, 2007).

### **11.1. HIDROGEOLOGÍA LOCAL.**

La hidrogeología de la subcuenca Mariño presenta diversos acuíferos, como son; “Karsticos” y “Fisurados” y muy localmente “Porosos no consolidados” en depósitos calcáreos y sedimentarios, que afloran gran parte de estos en la zona Norte de la cuenca y parte intermedia, fondo del cauce. Estos acuíferos descargan en superficie en forma de manantiales, entre los más importantes se describen a continuación:

#### **PRESENTADO POR:**

- Danny Daniel Saavedra Oré.
- Danilo Saavedra Oré.



**CUADRO N° 3:** Origen Geológico de Acuíferos en Abancay.

N°	Manantiales	Caudal Medio (lt/s)	Acuífero	Dureza
1	Marca Marca	60	Kárstico	-
2	Amaruyoc	25	Kárstico	-
3	Chinchichaca	12	Aluvial	164
4	Marcahuasi	8	Figurado	148
5	Bellavista	10	Aluvial	-
6	FONAVI	1.5	Mitu - fisurado	378
7	Panamericana	1	Pucará	585

**Fuente:** Mapa de Peligros de la ciudad de Abancay (Proyecto INDECI: PNUD PER/02/051 00014426 - Ciudades Sostenibles).

## 12. ASPECTOS SÍSMICOS.

Una de los fenómenos más importantes que afectan a la geodinámica interna e indirectamente a la geodinámica externa es el proceso de subducción de la placa de Nazca bajo la placa sudamericana, al respecto se transcribe algunos gráficos y conceptos relacionados al tema provenientes del artículo “Evaluación de la Sismicidad, Geometría de la Placa de Nazca” del I. Bernal, H. Tavera, Y. Antayhua, dado en el XI Congreso Peruano de Geología (09/2002) (Baca Vidal, Benavente Velasquez, Loayza Schiaffino, & Acurio Cruz, 2007).

### 12.1. EFECTOS DE LA TECTÓNICA DE PLACAS.

Una placa tectónica es una de las numerosas secciones rígidas de la litosfera que se mueven como una unidad sobre el material de la astenósfera, la capa más plástica que está debajo. La teoría de la tectónica de placas es una teoría de tectónica global que se ha consolidado como paradigma en la geología moderna, a la que ha proporcionado un marco teórico explicativo de la estructura, historia y dinámica de la corteza de la Tierra (Baca Vidal, Benavente Velasquez, Loayza Schiaffino, & Acurio Cruz, 2007).

Se basa en la observación de que la corteza terrestre (o más bien la litosfera, de la que forma parte integral), está dividida en unas veinte placas semirrígidas. Las regiones fronterizas de estas placas son zonas con actividad tectónica donde se concentran sismos y erupciones volcánicas y donde se produce la orogénesis (Baca Vidal, Benavente Velasquez, Loayza Schiaffino, & Acurio Cruz, 2007).

#### PRESENTADO POR:

- Danny Daniel Saavedra Oré.
- Danilo Saavedra Oré.

La tectónica de placas considera que la litósfera está dividida en varios grandes segmentos relativamente estables de roca rígida, denominados placas que se extienden por el globo como caparazones curvos sobre una esfera. Existen 7 grandes placas como la Placa del Pacífico y varias más chicas como la Placa de Cocos frente al Caribe (Baca Vidal, Benavente Velasquez, Loayza Schiaffino, & Acurio Cruz, 2007).

GRAFICO N° 4: Tectónica de Placas.



Fuente: <https://es.wikipedia.org>.

El contacto de la placa de Nazca con la placa Sudamericana pertenece al que se conoce como Límite de subducción en la que una de las placas se dobla, con un ángulo pequeño, hacia el interior de la Tierra, introduciéndose por debajo de la otra. El límite viene marcado por la presencia de una fosa oceánica o fosa abisal, una estrecha zanja cada uno de cuyos flancos pertenece a una placa distinta. Las fosas oceánicas, y los límites que marca, tienen una forma curva, con una gran amplitud según corresponde a la sección de un plano inclinado, el plano de subducción, con la superficie (Baca Vidal, Benavente Velasquez, Loayza Schiaffino, & Acurio Cruz, 2007).

**PRESENTADO POR:**

- Danny Daniel Saavedra Oré.
- Danilo Saavedra Oré.

Existen terremotos intraplaca, originados en fracturas en las regiones centrales y generalmente estables de las placas; pero la inmensa mayoría se producen en bordes de placa. Los terremotos más importantes de las dorsales son los que se producen en donde las fallas transformantes actúan como límite entre placas (Baca Vidal, Benavente Velasquez, Loayza Schiaffino, & Acurio Cruz, 2007).

GRAFICO N° 5: Borde convergente.



Fuente: <https://es.wikipedia.org>.

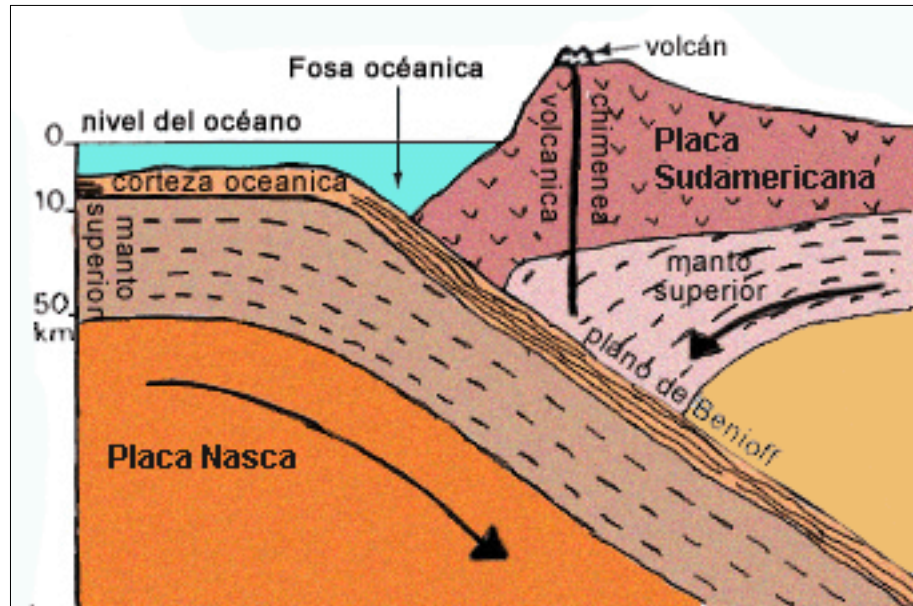
La propia existencia de la cordillera de los andes se debe al proceso de subducción de la placa de Nazca debajo de la Placa Sudamericana. Son influenciadas también por este proceso el ciclo orográfico Andino y sus distintas fases, las glaciaciones, especialmente las ocurridas durante el Pleistoceno-Holoceno; los procesos volcánicos (erupciones, colapso de edificios volcánicos, etc) así como las características litotexturales de las rocas (Baca Vidal, Benavente Velasquez, Loayza Schiaffino, & Acurio Cruz, 2007).

En la siguiente grafico se muestra la sección simplificada del borde occidental de Sudamérica, mostrando la Cordillera de los Andes, el volcanismo holocénico y su relación con la subducción de la placa de Nazca. La posición de los plutones, corresponden a la progresión de las zonas de fusión parcial de oeste a este, conforme evoluciona la subducción (Compilado y modificado de Janjou-Bourgeois, 1982).

**PRESENTADO POR:**

- Danny Daniel Saavedra Oré.
- Danilo Saavedra Oré.

**GRAFICO N° 6:** Sección simplificada del borde occidental de Sudamérica.



Fuente: <http://www.cienciayconocimiento.com>.

La sismogénesis para los terremotos en el Perú clasifica los sismos como intraplaca o sismos asociados a fallas superficiales, sin embargo es importante recordar que los segundos son también producto de las fuerzas desarrolladas por el fenómeno de migración de las placas tectónicas y la subducción de la placa de Nazca (Baca Vidal, Benavente Velasquez, Loayza Schiaffino, & Acurio Cruz, 2007).

La sismicidad histórica indica que en el sur del país se han registrado sismos desde el año 1582 con magnitudes que han superado los 7.5 grados en escala de Richter con consecuencias graves, que se han sentido hasta el centro del Perú. Desde, el 13 de Agosto de 1868 en el que hubo un sismo de grado 8.6, hasta la fecha se viene viviendo un SILENCIO SÍSMICO (Baca Vidal, Benavente Velasquez, Loayza Schiaffino, & Acurio Cruz, 2007).

De acuerdo al cuadro la serie histórica de los eventos sísmicos ocurridos en el Sur del Perú en la que está involucrado Apurímac; observamos que los eventos de mayor significación que afectaron la región, han sido de gran intensidad, la misma que varía entre el rango de III a V grados, mientras dentro del mapa de zonificación sísmica del Sur, Apurímac está considerado en zona de sismicidad alta (Baca Vidal, Benavente Velasquez, Loayza Schiaffino, & Acurio Cruz, 2007).

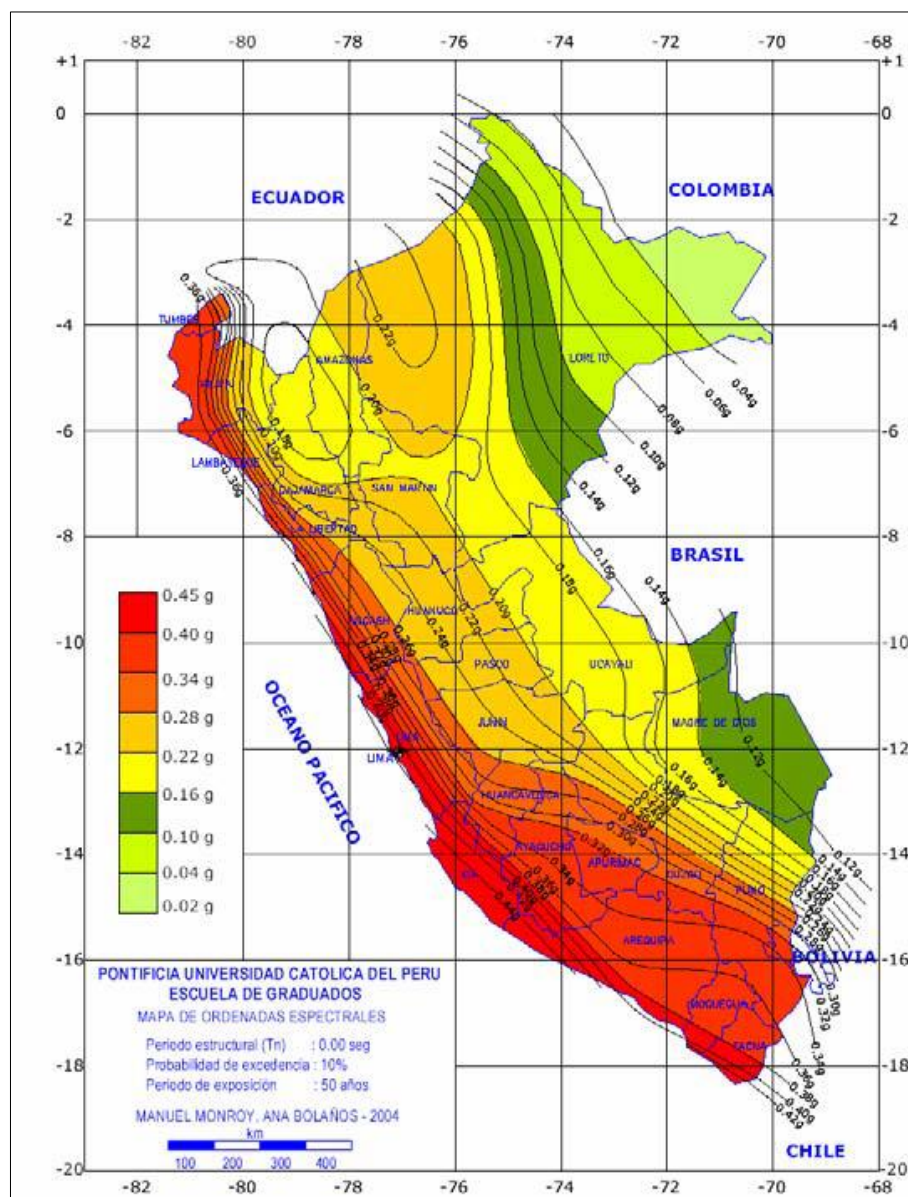
**PRESENTADO POR:**

- Danny Daniel Saavedra Oré.
- Danilo Saavedra Oré.

## 12.2. RIESGO SÍSMICO.

La información más reciente referida a peligrosidad sísmica para la zona se encuentra en la ponencia “Peligrosidad Sísmica en el Sur del Perú” (D. López y J. Olarte -CISMID - UNI - 2001) en la que se realiza un análisis de la distribución espacial de la sismicidad tanto en planta como en profundidad así como un análisis estadístico que establece gráficas y ecuaciones de períodos de retorno para trabajos de predicción sísmica (Baca Vidal, Benavente Velasquez, Loayza Schiaffino, & Acurio Cruz, 2007).

GRAFICO N° 7: Mapa de Ordenadas Espectrales Sísmicas del Perú.



Fuente: Manuel Monroy - Ana Bolaños, 2004.

### PRESENTADO POR:

- Danny Daniel Saavedra Oré.
- Danilo Saavedra Oré.



En el Mapa de Ordenadas espectrales al 10% de probabilidad de ocurrencia en un periodo de exposición de 50 años. Elaborado por la Pontificia Universidad Católica del Perú se puede observar que para Abancay le corresponde un sismo de 0.32 g (Baca Vidal, Benavente Velasquez, Loayza Schiaffino, & Acurio Cruz, 2007).

### **12.3. RIESGO SÍSMICO DE APURÍMAC.**

Aun cuando en la zona existió un elevado tectonismo, las que es responsable de los sistemas denominado “Fallas de Abancay” ubicados en la zona Norte de la ciudad, en dirección predominante de SW-NE, dislocando el plegamiento Herciniano en un “Horst” habiendo formado un alto estructural impresionante en las alturas del Ampay, ya que las rocas que afloran en la cima son más antiguas. La mayoría de los sismos que han afectado la ciudad han tenido sus epicentros, principalmente en las provincias de Aimaraes, Grau y Antabamba y están más bien relacionados con el sistema de fallas activas de Aymaraes – Antabamba y las fallas del Cusco (Baca Vidal, Benavente Velasquez, Loayza Schiaffino, & Acurio Cruz, 2007).

Sin embargo la posibilidad de la ocurrencia de un fenómeno de este tipo es latente, ya que la zona presenta evidencias de cambios bruscos y existe fallas regionales en actividad, la que podría asociarse a fenómenos de remoción de masa (deslizamiento de tierras) en zonas de ladera, altamente higroscópicos (Baca Vidal, Benavente Velasquez, Loayza Schiaffino, & Acurio Cruz, 2007).

Los estudios hechos por el Ing. Juan C. Gómez 1998 indican que en ese entonces se encontró actividad sísmica del tipo tectónica local, ocasionada por los sistemas de fallas geológicas emplazadas en las inmediaciones del Nevado Ampay (Falla Sahuanay) (Baca Vidal, Benavente Velasquez, Loayza Schiaffino, & Acurio Cruz, 2007).

En 1997 cuando ocurrió el deslizamiento de Cocha Pumaranra, el suscrito observo el estallido de rocas, tanto en la zona de Cocha Pumaranra como en la parte alta de Los Olivos, Sahuanay, por lo que corrobora que las áreas de fallas estructurales ubicadas al norte de estos lugares (Falla Sahuanay), podría ser una de las causas

#### **PRESENTADO POR:**

- Danny Daniel Saavedra Oré.
- Danilo Saavedra Oré.





de los problemas geodinámicos en este sector (fallas Sismotectónicas Activas) (Baca Vidal, Benavente Velasquez, Loayza Schiaffino, & Acurio Cruz, 2007).

### **13. GEODINÁMICA EXTERNA.**

#### **13.1. COMPORTAMIENTO GEOTÉCNICO DE LOS SUELOS.**

La mitad de la subcuenca Mariño se conforma por rocas ígneas (granito, granodiorita, dioritas). Estos se hallan al sur del poblado, sin embargo hacia el Norte presentan rocas sedimentarias muy tectonizadas y que forman el alto estructural de Abancay. El valle se halla recubierta por depósitos recientes (cuaternarios) fluviales, alternados con masas calcáreas costrificadas, denominadas “caliche” que su comportamiento geotécnico es de regular a bueno y finalmente se hallan depósitos coluviales procedentes de la erosión de las rocas sedimentarias arcillosas de color rojo, gris hasta negro, que constituyen los mejores suelos de cultivos de la zona y dicho sea de paso alberga a la mayor masa de cobertura vegetal de la zona, pero su comportamiento geotécnico es malo regular, sensible a procesos de remoción en masa (Baca Vidal, Benavente Velasquez, Loayza Schiaffino, & Acurio Cruz, 2007).

Las rocas calcáreas de la parte Norte son acuíferos de tipo kárstico, que reciben la alimentación de los deshielos del glaciar Ampay, por lo que, la quebrada Sahuanay tiene su curso seco sin agua típico de los valles kársticos y por recarga directa de la precipitación pluvial que ocurren sobre los afloramientos calcáreos, los que aguas abajo descargan en forma de manantiales, como es el caso de Chichichaca, Maucacalle, marca Marca, San Antonio y las descargas de agua subterránea que forman el río Nacchero. Esta característica confirma el flujo subterráneo y su sensibilidad a la saturación de los suelos en la ladera que posibilita su remoción de masas en los suelos cuaternarios de cobertura (Baca Vidal, Benavente Velasquez, Loayza Schiaffino, & Acurio Cruz, 2007).

#### **PRESENTADO POR:**

- Danny Daniel Saavedra Oré.
- Danilo Saavedra Oré.



## **13.2. IDENTIFICACIÓN DE ZONAS INESTABLES.**

La ciudad de Abancay se encuentra amenazada por la ocurrencia de eventos de fenómenos geo-climáticos en actividad que se hallan latentes en la ciudad y su entorno inmediato. Es importante indicar que parte de estos fenómenos, han sido provocados, producto de intervenciones no controladas (Baca Vidal, Benavente Velasquez, Loayza Schiaffino, & Acurio Cruz, 2007).

### **13.2.1. ALUVIÓN DE 1951.**

Ocurrido entre el 19 al 21 de febrero de 1951 afectando directamente a la Ciudad de Abancay; específicamente la quebrada del Olivo, los sectores de Chinchicha y Sawanay; como consecuencia de este fenómeno murieron 7 pobladores y 10 viviendas arrasadas según el diario: "La Patria, 1950".

El aluvión consistió en una avalancha de lodo, de color negro, que producía un ruido ensordecedor, y que arrastraba enormes rocas, troncos de árboles, arbustos que habían sido arrancados de cuajo por la fuerte competencia de la avalancha (Dr.Humberto Ñaupas Paitán; Ing.Alberto Amézquita, 1996).

El aluvión bajo por el cauce del torrente del Sahuanay \_ Chinchichaca, rebasándolo y por ende arrasando todo lo que encontraba a su paso. Felizmente en aquel aciago año no existía la avenida Seoane ni todo el conglomerado humano que vive en el Olivo, en las riveras del torrente (Dr.Humberto Ñaupas Paitán; Ing.Alberto Amézquita, 1996).

La avalancha de lodo afectó todo el sector cercano al Olivo , las avenidas Díaz Bárcenas, Arequipa , la carretera que va a Andahuaylas hoy avenida Venezuela, avenida Gamarra y otros (Dr.Humberto Ñaupas Paitán; Ing.Alberto Amézquita, 1996).

El aluvión se produjo debido al deslizamiento de un paquete considerable de rocas in consolidadas de fuerte pendiente, que formaban parte del dique morrénico que contiene la laguna de Ancasqocha. El desplome del paquete se produjo debido a la sobresaturación de agua , procedente de las fuertes lluvias, así como de la filtración de las aguas de la laguna , que en aquellos

#### **PRESENTADO POR:**

- Danny Daniel Saavedra Oré.
- Danilo Saavedra Oré.



días, debió superar los 250 000 m<sup>3</sup> de agua (Dr.Humberto Ñaupas Paitán; Ing.Alberto Amézquita, 1996).

El lugar preciso donde se produjo el evento está ubicado a 250 m. por encima de la estación ecológica del IDMA (Instituto de Desarrollo y Medio Ambiente), es decir a 3 140 m.n.m. En una pequeña vaguada, por donde aflora aguas subterráneas, lugar que actualmente está cubierta por espesa vegetación arbustiva (Dr.Humberto Ñaupas Paitán; Ing.Alberto Amézquita, 1996).

Según la versión del periodista Guillermo Viladegut, el lugar se encontraba: "Al pie de la laguna de Ampay "(La Patria, 1951). Para observar el lugar de deslizamiento, el director del diario, tuvo que "ascender a una lomada de condebamba "y desde allí observo que "al pie de la laguna de Ampay "había un enorme derrumbe con filtración de agua ". (La Patria, 1951).

La avalancha o "rio de lodo negro" se desplazó a gran velocidad y duró hasta las 3:00 p.m. "Destrozó muchas casas, chacras de Sahuanay y Chinchichaca, hacia arriba y también muchos plantíos de Patibamba e Illanya". (La Patria, 1951).

### **13.2.2. DESLIZAMIENTO COCHA PUMARANRA Y ZONAS ALEDAÑAS.**

Ocurrido en la madrugada del 18 de febrero de 1997 que afectó a las Comunidades Campesinas de Cocha y Pumaranra, sepultando a 122 comuneros, dentro de ellos animales, viviendas y suelos agrícolas. El evento se produjo en dos fases, el primero fue un deslizamiento de tierras, y el segundo un desprendimiento de rocas y suelos, que cubrió toda esta zona llegando hasta el Río Colcaque, (según versiones de los moradores) (Baca Vidal, Benavente Velasquez, Loayza Schiaffino, & Acurio Cruz, 2007).

El riesgo representó no solo para Cocha Pumaranra, sino también para Querapata, comunidades ubicadas sobre este tipo de materiales como San Antonio, que tienen las mismas características de suelos y rocas en la zona norte, que posibilitaron el movimiento en masa , representando alta vulnerabilidad en el sector (Baca Vidal, Benavente Velasquez, Loayza Schiaffino, & Acurio Cruz, 2007).

#### **PRESENTADO POR:**

- Danny Daniel Saavedra Oré.
- Danilo Saavedra Oré.



### **13.2.3. ALUVIÓN DEL 2012.**

Ocurrió el 18 de marzo del 2012 afectando directamente a la ciudad de Abancay, sin registrarse víctimas mortales pero afectando a varias propiedades, viviendas y otras infraestructuras. Este evento ocurrió principalmente por la inestabilidad de las laderas ocurrido por la presencia en el sector de rocas incompetentes, la alta pendiente, la geometría del relieve, presión de poros y permeabilidad del suelo que compone el terreno. Otro factor que se debe tener en cuenta son las lluvias que ocurrieron en el sector desde días antes del evento que saturaron el terreno. El agua que infiltró en el subsuelo ocasionando el fenómeno de presión de poros ha desequilibrado el suelo del terreno en el sector de Chuyllurpata, produciéndose el deslizamiento y consecutivamente el aluvión a lo largo del río Sahuanay y Chinchichaca.

El motivo por lo que no se registró víctimas mortales ni mayor destrucción de diversas infraestructuras ubicadas a las cercanías del río Chinchichaca fue porque el lodo se concentró en el estadio Maucacalles y alrededores; disipando la energía con al que se acercaba y concentrando su volumen de la masa.

### **13.3. ZONAS DE PELIGRO GEOLÓGICO-CLIMÁTICO (GEODINÁMICO).**

El riesgo potencial de que ocurran desastres naturales en Abancay es grande; oscila entre un 60% de probabilidad, sobre todo en cuanto a desastres generados por aluviones y sismos fuertes (fenómenos geológico-climáticos) (Baca Vidal, Benavente Velasquez, Loayza Schiaffino, & Acurio Cruz, 2007).

#### **13.3.1. ZONA DE PELIGRO ALTO.**

Dentro de esta zona se considera especialmente la parte norte, intermedia entre la ciudad y el Cerro Ampay:

- Peligro geológico-climático de reactivación del deslizamiento en Cchocha – Pumaranra (Baca Vidal, Benavente Velasquez, Loayza Schiaffino, & Acurio Cruz, 2007).

#### **PRESENTADO POR:**

- Danny Daniel Saavedra Oré.
- Danilo Saavedra Oré.



- Peligro climático de una crecida de aguas de la quebrada Sahuanay Chinchichaca y posible desborde de las lagunas (Baca Vidal, Benavente Velasquez, Loayza Schiaffino, & Acurio Cruz, 2007).
- Deslizamiento de tierras o rocas, tanto en zona urbana y pie de ladera (Baca Vidal, Benavente Velasquez, Loayza Schiaffino, & Acurio Cruz, 2007).
- Peligro geológico-climático de corrimiento de suelos (parte alta de FONAVI) (Baca Vidal, Benavente Velasquez, Loayza Schiaffino, & Acurio Cruz, 2007).
- Derrumbe en la margen derecha de la quebrada Sahuanay (Baca Vidal, Benavente Velasquez, Loayza Schiaffino, & Acurio Cruz, 2007).

### **13.3.2. ZONA DE PELIGRO MEDIO.**

Dentro de estas zonas se han calificado algunas zonas intermedias y altas que tiene elevada pendiente, entre estas tenemos:

- Torrentera final entre las quebradas Sahuanay – Chinchichaca (Baca Vidal, Benavente Velasquez, Loayza Schiaffino, & Acurio Cruz, 2007).
- Franja intermedia entre Tamburco y Comunidades de San Antonio, Querapata (Baca Vidal, Benavente Velasquez, Loayza Schiaffino, & Acurio Cruz, 2007).
- Toda la margen izquierda río Colcaque y Mariño, parte de Aymas (Baca Vidal, Benavente Velasquez, Loayza Schiaffino, & Acurio Cruz, 2007).

### **13.3.3. ZONA DE PELIGRO BAJO.**

Especialmente zonas de moderada a baja pendiente, con suelos calichosos que tienen buena capacidad portante frente a las edificaciones, suelos granulare (Baca Vidal, Benavente Velasquez, Loayza Schiaffino, & Acurio Cruz, 2007)s.

#### **PRESENTADO POR:**

- Danny Daniel Saavedra Oré.
- Danilo Saavedra Oré.



#### **13.4. PARÁMETROS DE PROCESOS MORFODINÁMICOS.**

El desarrollo de este título se refiere a los deslizamientos, derrumbes, flujos o corrientes de barro, condiciones de estabilidad lagunar así como a las características de las lagunas de Ampay, Ancascococha y Runtocococha considerando los aportes ofrecidos por el Ing. Serrano, 1998 (Baca Vidal, Benavente Velasquez, Loayza Schiaffino, & Acurio Cruz, 2007).

##### **13.4.1. DESLIZAMIENTOS Y DERRUMBES.**

Según el Mapa Geodinámico se observa que la cuenca ha sufrido grandes procesos de remoción en masa durante el Cuaternario; del estudio geomorfológico deducimos que el relieve aluvial así los cordones morrénicos son coetáneos dentro del periodo glacial, luego los flujos de barro antiguos; los aluviones y deslizamientos antiguos corresponden al período post-glacial que cubren grandes áreas y se encuentran estabilizados en la actualidad, éstos se ubican en las laderas del Nevado Ampay, al pie de Huayllabamba, Trujipata, Humccata, Sahuanay y Querapata al Norte de Tamburco (Baca Vidal, Benavente Velasquez, Loayza Schiaffino, & Acurio Cruz, 2007).

Los deslizamientos potenciales se ubican en las márgenes de los ríos tributarios, especialmente en Nashiro, Sahuanay y Colcaque por la constante erosión de sus riberas que debilitan el soporte de los escombros de laderas constituyendo áreas colapsables (Baca Vidal, Benavente Velasquez, Loayza Schiaffino, & Acurio Cruz, 2007).

##### **13.4.2. FLUJOS O CORRIENTES DE BARRO.**

En la parte Sur del Mapa Geodinámico (Trujipata) existe una zona cubierta por flujos de barro estructural antiguo arrancada desde Maranpampa cuyo descenso gradual fue detenido al llegar al llano Aluvial (Baca Vidal, Benavente Velasquez, Loayza Schiaffino, & Acurio Cruz, 2007).

Otro flujo de barro antiguo en la quebrada Sahuanay que provienen del desplazamiento de los depósitos morrénicos y de las tutitas negras del grupo Copacabana por la acción dinámica de las aguas emanadas del sub-suelo constituyendo depósitos caóticos y de naturaleza heterogénea (Baca Vidal, Benavente Velasquez, Loayza Schiaffino, & Acurio Cruz, 2007).

#### **PRESENTADO POR:**

- Danny Daniel Saavedra Oré.
- Danilo Saavedra Oré.



En el desplazamiento de estos flujos se han diferenciado dos etapas, correspondiendo la más moderna a los depósitos dejados por el huayco que tuvo lugar en el año 1951, el cual ocasionó daños materiales y pérdida de vidas (Baca Vidal, Benavente Velasquez, Loayza Schiaffino, & Acurio Cruz, 2007).

Otros huaycos importantes datan de Febrero de 1975 y Marzo de 1986 en Tamburco y en la quebrada Ñacchero respectivamente (Baca Vidal, Benavente Velasquez, Loayza Schiaffino, & Acurio Cruz, 2007).

### **13.5. CONDICIONES DE ESTABILIDAD LAGUNAR.**

Para determinar las características de los fenómenos de inestabilidad asociados a las lagunas existentes al pie del Nevado Ampay se realizaron visitas de campo en el mes de agosto del 2006 que incluyen la ejecución de observaciones y mediciones realizadas por el equipo técnico que suscribe este informe las que fueron complementadas y contrastadas con la información existente de informes anteriores entre los que destaca el del Ing. Aurelio Serrano en 1990 (Baca Vidal, Benavente Velasquez, Loayza Schiaffino, & Acurio Cruz, 2007).

#### **13.5.1. CARACTERÍSTICAS DE LA LAGUNA USPAYCCOCHA.**

La laguna Uspaycocha (Ampay) tiene una longitud de 500 m y ancho medio de 100 m con una profundidad estimada en 8 m. La alimentación proviene de los deshielos del nevado Ampay y de las precipitaciones pluviales, las que se estiman entre 750 a 800 mm/año, estas aguas discurren debajo de los escombros de la quebrada y floran en un manantial a 100 m. del extremo norte de la laguna con un caudal de 0.2 m<sup>3</sup>/seg. (Abril, 1984) y otros manantial cercano descarga un volumen de 10 Lt./seg. Parte de estas aguas era desplazada por el borde izquierda de esta laguna hacia la planicie existente en su extremo NE, esta acequia se encontraba inutilizable por un derrumbe en su tramo medio (Baca Vidal, Benavente Velasquez, Loayza Schiaffino, & Acurio Cruz, 2007).

#### **PRESENTADO POR:**

- Danny Daniel Saavedra Oré.
- Danilo Saavedra Oré.



Un grueso cordón morrénico constituye el dique natural de esta laguna, habiéndose medido en su extremo sur una diferencia de 20 m. entre el espejo de agua y el borde superior de dicho cordón. En la actualidad según verificación, el volumen de agua de esta laguna estaría reduciéndose en un 20% aproximadamente (Baca Vidal, Benavente Velasquez, Loayza Schiaffino, & Acurio Cruz, 2007).

Toda el área se caracteriza por la presencia de abundante vegetación (arbustos, ramíneas, etc.) que conjuntamente con el cordón morrénico, han dado condiciones de seguridad a este reservorio natural (Baca Vidal, Benavente Velasquez, Loayza Schiaffino, & Acurio Cruz, 2007).

### **13.5.2. CARACTERÍSTICAS DE LA LAGUNA ANCASCCOCHA.**

La laguna de Ancascococha a 2 Km. al sur de la laguna Ampay se encuentra delimitada por la convergencia de dos crestas morrénicas, tiene una longitud aproximada de 120 m. y un ancho de 80 m. con una profundidad estimada de 3 m en los meses de lluvias sus aguas se incrementan a 150 m. de largo y un tirante de 1 m. Según verificación actual esta laguna también viene perdiendo volumen de agua (Baca Vidal, Benavente Velasquez, Loayza Schiaffino, & Acurio Cruz, 2007).

Superficialmente dicha laguna recibe una descarga de 5 lt/seg. Que viene de un pequeño manantial que aflora a 50 m. de su borde septentrional, es incrementado por las aguas de la quebrada superior con un pequeño caudal en los meses de lluvias, estos aportes desaparecen en los meses de estiaje (Junio-Noviembre) al igual que la alimentación hacia la laguna Ampay (Baca Vidal, Benavente Velasquez, Loayza Schiaffino, & Acurio Cruz, 2007).

La vegetación es un extenso bosque que cubre toda el área, dicha vegetación va en aumento progresivo desde las partes bajas. Por este factor favorable, las paredes de la laguna Ancascococha presentan, en general, buena estabilidad, excepto un punto aislado con un talud casi vertical y libre de vegetación que se encuentra próximo al extremo sur de la laguna en el borde superior de la cresta morrénica oriental. El ángulo de inclinación de

#### **PRESENTADO POR:**

- Danny Daniel Saavedra Oré.
- Danilo Saavedra Oré.





dicho borde varía entre 50° y 60°, mientras que el del lado opuesto (occidental) es de 40° (Baca Vidal, Benavente Velasquez, Loayza Schiaffino, & Acurio Cruz, 2007).

El drenaje de esta quebrada de origen glaciar, donde se emplazan las dos lagunas descritas, es subterráneo. En efecto las filtraciones que se producen de los deshielos del nevado Ampay, de las precipitaciones que se producen y de las mismas aguas de las lagunas dan origen a un flujo subterráneo que circula favorecido por la permeabilidad del subsuelo y en sentido de la gradiente hidráulica (Nor-oeste a Sur-este), este flujo subterráneo aflora en los cambios de pendiente topográfico a 500 m. al sur de la laguna Ampay, a 50 m. al norte del borde norte de la laguna Ancascococha y a 650 m. del borde sur aguas abajo aflora un manantial colector principal con un caudal de 200 lt./seg. (Sitio del huayco del año 1951), este caudal emerge por este punto durante todo el año con cierta variación en su descarga, estas cifras nos pueden dar una idea del valor del volumen de agua que se infiltra en las zonas las lagunas Ancascococha y Ampay (Baca Vidal, Benavente Velasquez, Loayza Schiaffino, & Acurio Cruz, 2007).

Por el acuífero formado por los depósitos morrénicos circula una napa freática de pendiente hidráulica promedio  $i = 23\%$ , teniendo como lecho impermeable las calizas del grupo Copacabana. En la actualidad este peligro ha disminuido por la pérdida de áreas glaciares en el Nevado Ampay (Baca Vidal, Benavente Velasquez, Loayza Schiaffino, & Acurio Cruz, 2007).

### **13.5.3. CARACTERÍSTICAS DE LAS LAGUNAS RUNTOCOCHA Y TRIBUTARIAS.**

La laguna Runtococha recoge las aguas provenientes de las tres lagunas cercanas ubicadas a 4 Km. aguas arriba, estas son las lagunas: Morococha, Jejeraycocha y Alfalla. Estas lagunas se ubican en la parte alta de la quebrada Huacracucho, se ubican en antiguas depresiones morrénicas amplias y poco profundas con taludes suaves y cubiertas de pastos naturales, sus diques frontales son rocosos y todas tienen desagüe (Baca Vidal, Benavente Velasquez, Loayza Schiaffino, & Acurio Cruz, 2007).

#### **PRESENTADO POR:**

- Danny Daniel Saavedra Oré.
- Danilo Saavedra Oré.



La laguna Runtococha tiene un espejo de agua de 6.9 Ha.; su profundidad estimada es de 3 metros, la fuente de alimentación proviene de 3 lagunas, la laguna Jejeraycocha con un caudal de 110 lt./seg aproximadamente; luego de la laguna Morococha con 60 lt./seg y de las descargas de la laguna Alfalla con 40 a 50 Lt./seg. El desagüe de la laguna Runtococha es a través del río Huacrachucho con un caudal de 200 lt/seg aproximadamente (Setiembre, 1985) (Baca Vidal, Benavente Velasquez, Loayza Schiaffino, & Acurio Cruz, 2007).

La laguna de Morococha tiene un espejo de agua de 4.3 Ha. y una profundidad estimada de 3 m su alimentación es por lluvias y pequeñas acequias. La laguna Jejeraycocha es la más grande con 7.9 Ha., tiene una profundidad estimada de 4 m en sus bordes es de 0.5 m, el nivel de aguas sube de 30 a 50 cm. en los meses lluviosos, su alimentación es por las precipitaciones y una red de pequeñas acequias. La mayor de un caudal de 10 lt/seg. La laguna Alfalla tiene un espejo de agua de 4.2 Ha. Siendo su profundidad de 3 m aproximadamente. Todas las lagunas descritas y las circundantes presentan actualmente una buena estabilidad (Baca Vidal, Benavente Velasquez, Loayza Schiaffino, & Acurio Cruz, 2007).

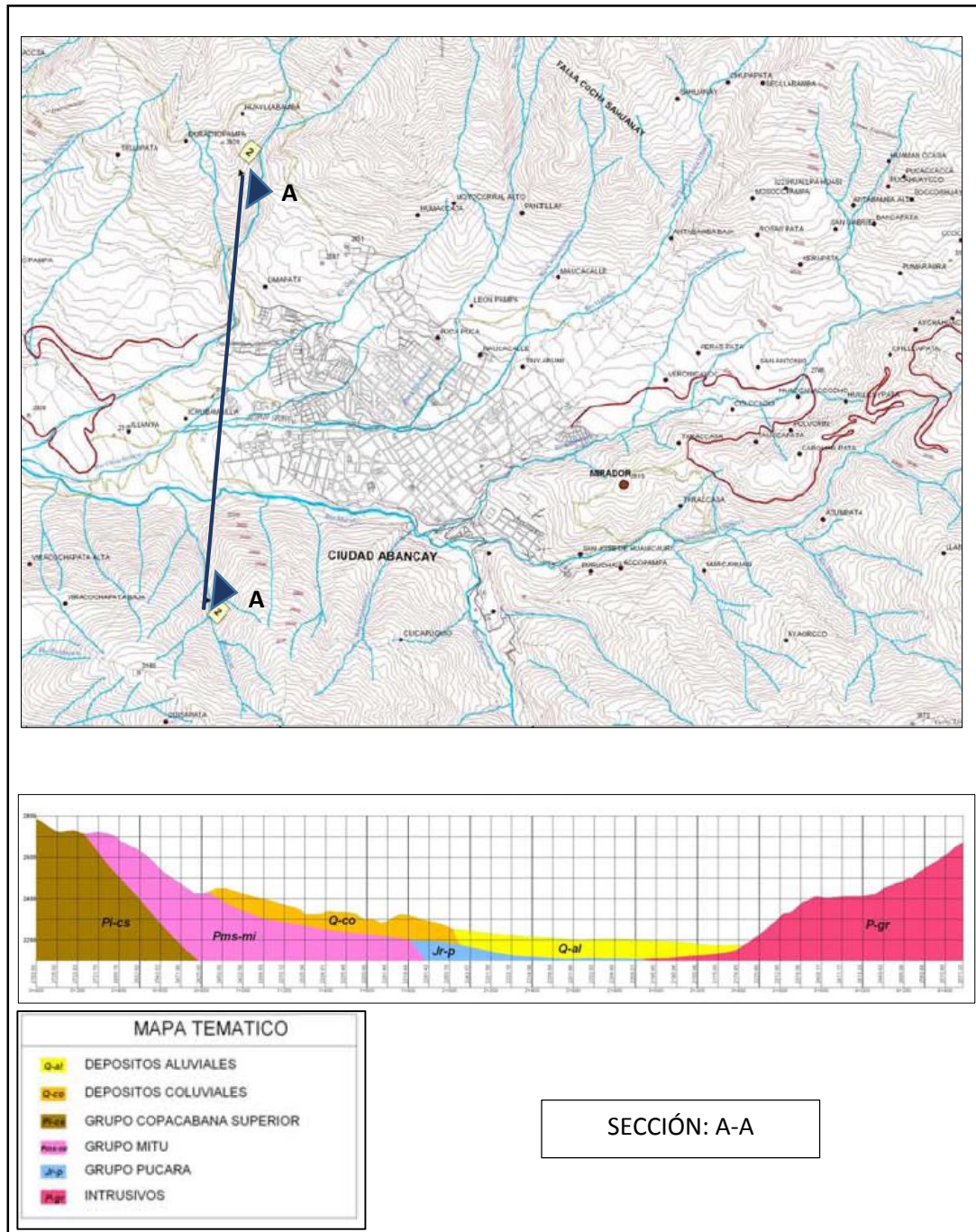
#### **14. IDENTIFICACIÓN DE ESTRATOS Y DEPÓSITOS.**

La ciudad de Abancay está compuesto por diversos depósitos. Estos depósitos fueron estudiados e identificados en el Estudio de Ciudades Sostenibles en el año 2007. A continuación se muestra la sección de enteros y el perfil correspondiente para el proyecto.

#### **PRESENTADO POR:**

- Danny Daniel Saavedra Oré.
- Danilo Saavedra Oré.

**GRAFICO N° 8:** Depósitos en el Área de interés del Proyecto.



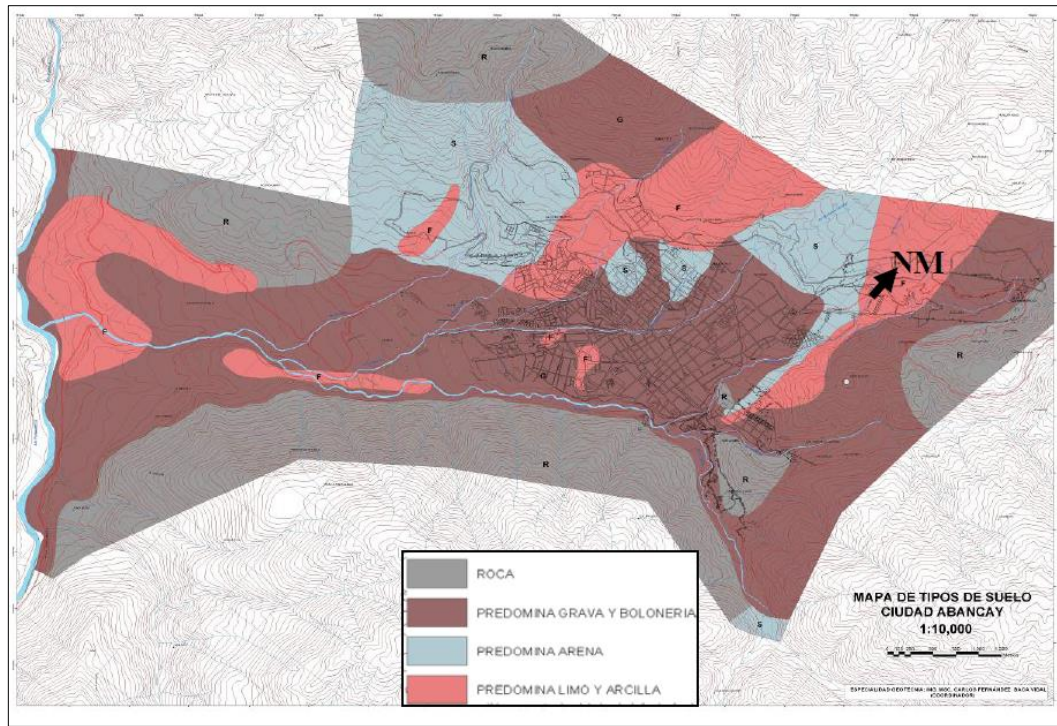
**Fuente:** Ciudades Sostenibles – Mapa de Peligros de la Ciudad de Abancay, Baca Vidal, C. F., Benavente Velasquez, R., Loayza Schiaffino, C., & Acurio Cruz.

**PRESENTADO POR:**

- Danny Daniel Saavedra Oré.
- Danilo Saavedra Oré.

El Estudio de Ciudades Sostenibles también desarrollo el plano de tipos de suelos en el ámbito urbano y sus alrededores de la ciudad de Abancay, en donde se puede observar que el proyecto está conformado por un suelo que predomina la grava y boloneria, como se muestra a continuación.

**GRAFICO N° 9:** Mapa de tipos de suelos.



**Fuente:** Ciudades Sostenibles – Mapa de Peligros de la Ciudad de Abancay, Baca Vidal, C. F., Benavente Velasquez, R., Loayza Schiaffino, C., & Acurio Cruz.

## 15. VOLUMEN DE ALUVIÓN Y DESLIZAMIENTOS.

El Modelo de cálculo del volumen del aluvión se ha desarrollado considerando las características estrictamente particulares del Nevado Ampay y sus alrededores y de la Cuenca del Río Chinchichaca, por donde se desarrolla el presente modelo que finalmente culmina en el punto de interés.

### 15.1. PARÁMETROS DE DESARROLLOS.

En base a los modelos de este estudio, se han desarrollado los diferentes parámetros de diseño para la cuenca de Chinchichaca. A continuación se muestra los posibles eventos de deslizamientos que puedan ocurrir, su inicio y final del diseño.

#### PRESENTADO POR:

- Danny Daniel Saavedra Oré.
- Danilo Saavedra Oré.



**CUADRO N° 4:** Aluviones y deslizamientos ocurridos y proyectados.

<b>EVENTOS Y SUPOSICIONES</b>	<b>VOLUMEN INICIAL (m3)</b>	<b>FUENTE DE INFORMACIÓN</b>
Aluvión ocurrido en 1951	45000000	Ing. Amézquita, 1994
Aluvión ocurrido el 2012	1800000	Dirección de Geología Ambiental y Riesgo Geológico - INGEMMET, 2012
Desbordamiento de la laguna de Uspaycocha	130000	Programa de Ciudades Sostenibles - Abancay, 2007
Desbordamiento de la laguna Ancascococha	450000	Programa de Ciudades Sostenibles - Abancay, 2007
Avalancha	875000	Programa de Ciudades Sostenibles - Abancay, 2007

**Elaboración:** Propia.

### 15.2. COEFICIENTE DE ABRASIÓN.

Se basa en la siguiente expresión:

$$\partial = \partial 1 V^{1/4} \left( \frac{du + 15}{15} \right)$$

Donde:

$\partial 1$ : Coeficiente de Arrastre.

V: Velocidad del grano.

du: Rugosidad del material del tramo.

Para determinar el Coeficiente de Arrastre se utilizara el siguiente cuadro.

**CUADRO N° 5:** Coeficiente de Arrastre.

<b>MATERIAL</b>	<b>REDONDO</b>	<b>ANGULAR</b>
Arenisca	0.041	-
Arenisca grano fino	0.015	-
Piedra Caliza	0.005	-
Mármol	0.007	0.0095
Dolonita	0.004	0.006
Granito	0.002	0.0025
Basalto	0.001	-

**Fuente:** <https://es.wikipedia.org>.

**PRESENTADO POR:**

- Danny Daniel Saavedra Oré.
- Danilo Saavedra Oré.



A continuación se muestra el proceso de cálculo del coeficiente de Arrastre.

$$\partial = 0.041 (0.401)^{1/4} \left( \frac{12.092 + 15}{15} \right)$$
$$\partial = 0.05893$$

### 15.3. MÉTODO EXPONENCIAL.

Este método ayudara a determinar la disminución de peso o volumen de material el cual depende del grado de dureza y las diferentes distancias horizontales del tramo. Se basa en la siguiente expresión:

$$G(x) = G_0 e^{-\partial x}$$

Donde:

G(x): Cantidad de material después de recorrer un tramo determinado.

G<sub>0</sub>: Cantidad inicial de material.

∂: Coeficiente de abrasión.

### 15.4. MÉTODO POTENCIAL.

Este método ayudara a determinar la disminución de peso o volumen de material el cual depende del grado de dureza y las diferentes distancias horizontales del tramo. Se basa en la siguiente expresión:

$$G(x) = G_0 x^{-\partial x}$$

Donde:

G(x): Cantidad de material después de recorrer un tramo determinado.

G<sub>0</sub>: Cantidad inicial de material.

∂: Coeficiente de abrasión.

### 15.5. VOLUMEN DE ALUVIÓN Y DESLIZAMIENTOS EN LA QUEBRADA DEL OLIVO.

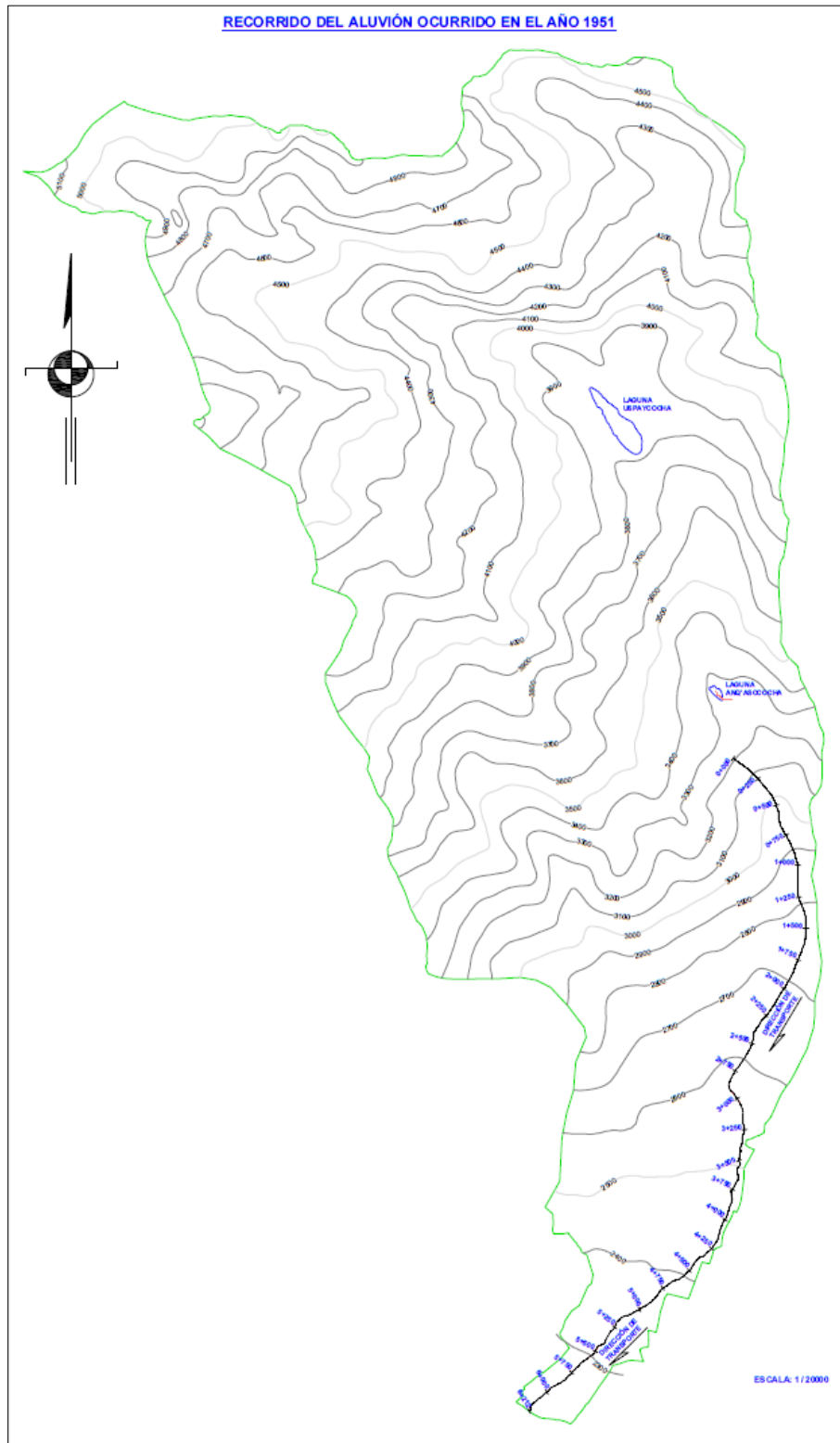
Se realizara modelos empíricos de diferentes eventos de aluviones que puedan afectar a la quebrada del olivo. Teniendo como base los eventos que ocurrieron y los que se pueden generarse en el futuro. La proyección se realizara hasta la ubicación del puente, mediante dos métodos, utilizando el caso más crítico A continuación se muestra los resultados.

#### PRESENTADO POR:

- Danny Daniel Saavedra Oré.
- Danilo Saavedra Oré.

- **ALUVIÓN OCURRIDO EN EL AÑO 1951.**

**GRAFICO N° 10:** Recorrido del Aluvión ocurrido en el año 1951.



**Elaboración:** Propia.

**PRESENTADO POR:**

- Danny Daniel Saavedra Oré.
- Danilo Saavedra Oré.



CUADRO N° 6: Aluvión ocurrido en el año 1951.

Distancia Recorrida (Km)	Volumen Proyectado (m <sup>3</sup> )		Volumen Máximo (m <sup>3</sup> )
	Método Potencial	Método Exponencial	
0+000	45000000	45000000	45000000
0+250	45928551	44341869	45928551
0+500	45928551	43693363	45928551
0+750	45575845	43054342	45575845
1+000	45000000	42424667	45000000
1+250	44266336	41804200	44266336
1+500	43415645	41192808	43415645
1+750	42476383	40590358	42476383
2+000	41469767	39996719	41469767
2+250	40412316	39411761	40412316
2+500	39317281	38835359	39317281
2+750	38195508	38267387	38267387
3+000	37056007	37707721	37707721
3+250	35906338	37156241	37156241
3+500	34752890	36612826	36612826
3+750	33601086	36077358	36077358
4+000	32455539	35549722	35549722
4+250	31320173	35029803	35029803
4+500	30198328	34517487	34517487
4+750	29092830	34012664	34012664
5+000	28006068	33515225	33515225
5+250	26940040	33025060	33025060
5+500	25896408	32542064	32542064
5+750	24876534	32066132	32066132
6+000	23881519	31597161	31597161
6+212	23057874	31204851	31204851

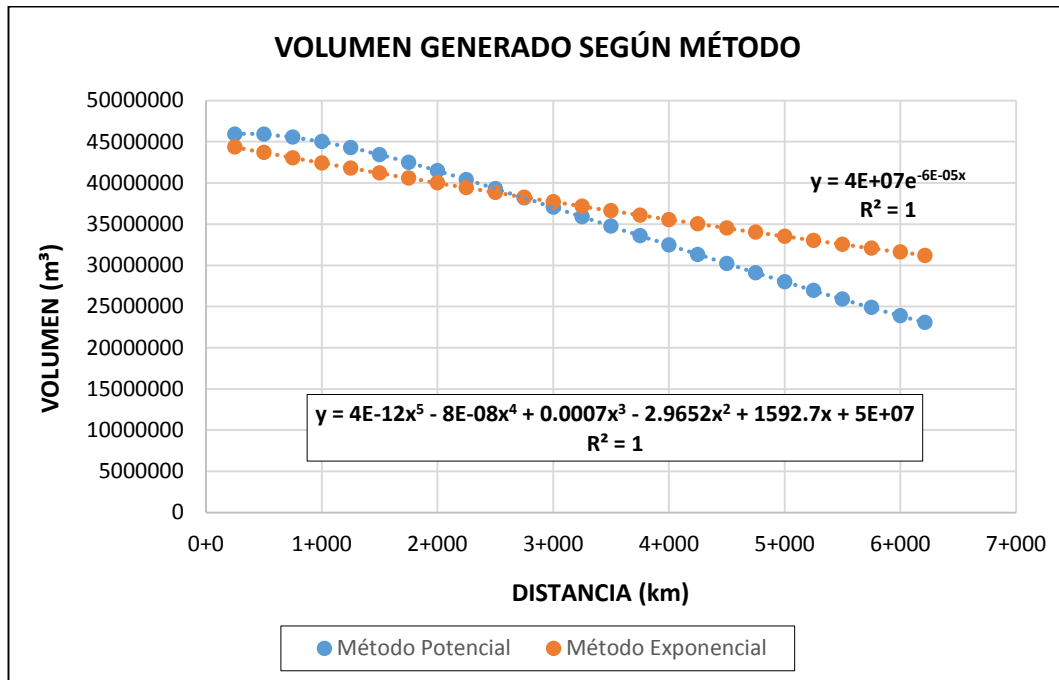
Elaboración: Propia.

PRESENTADO POR:

- Danny Daniel Saavedra Oré.
- Danilo Saavedra Oré.

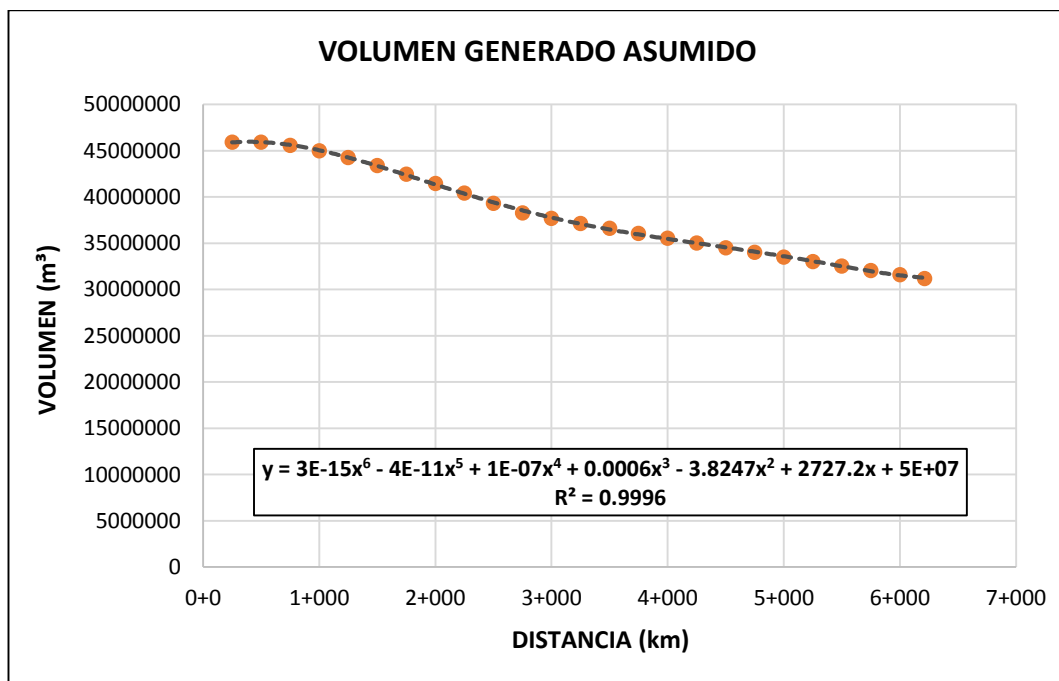


**GRAFICO N° 11:** Volumen por distancia recorrida del aluvión ocurrido en el año 1951 por método.



**Elaboración:** Propia.

**GRAFICO N° 12:** Volumen por distancia recorrida del aluvión ocurrido en el año 1951 seleccionado.



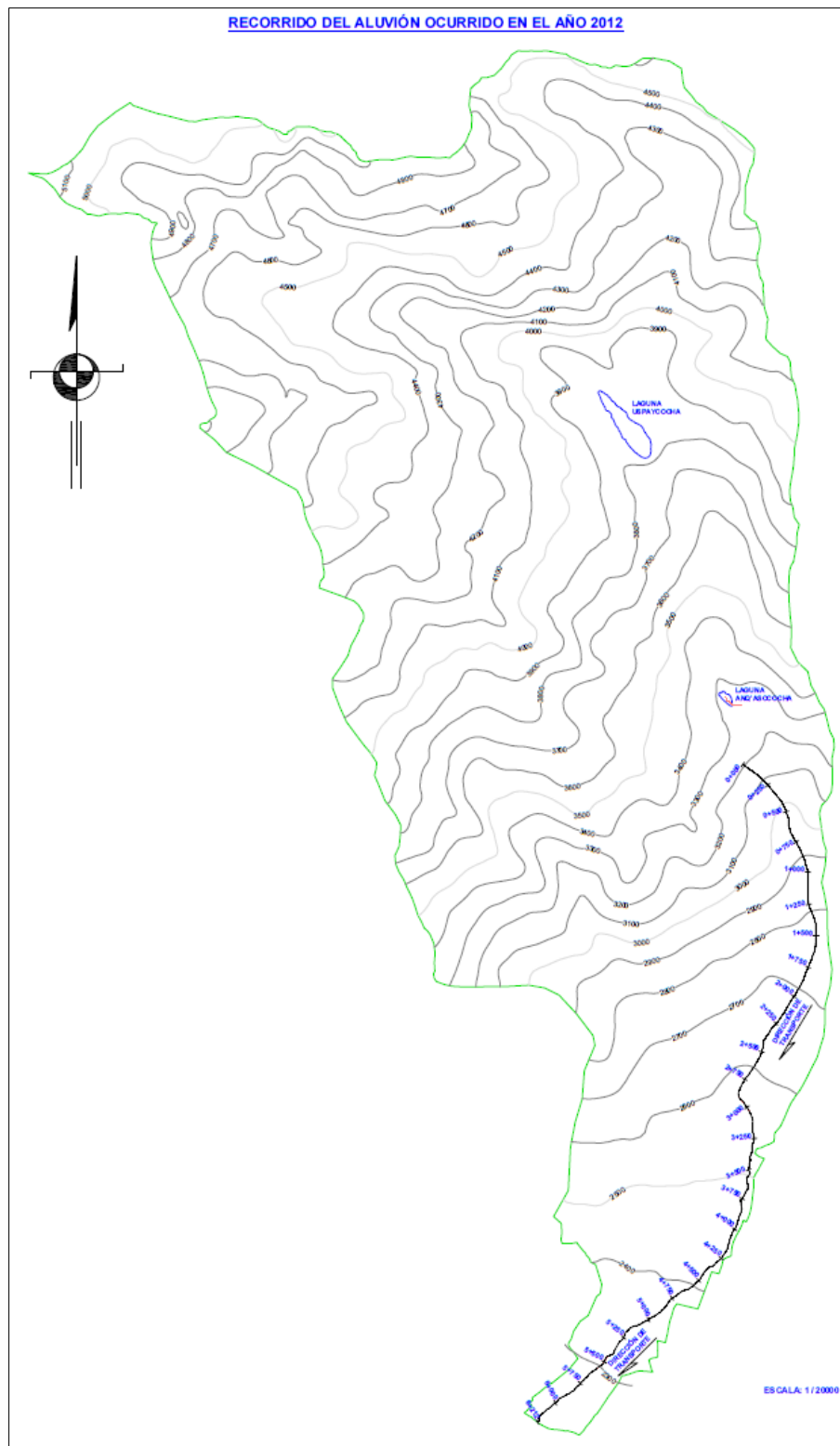
**Elaboración:** Propia.

**PRESENTADO POR:**

- Danny Daniel Saavedra Oré.
- Danilo Saavedra Oré.

- **ALUVIÓN OCURRIDO EN EL AÑO 2012.**

**GRAFICO N° 13:** Recorrido del Aluvión ocurrido en el año 2012.



**Elaboración:** Propia.

**PRESENTADO POR:**

- Danny Daniel Saavedra Oré.
- Danilo Saavedra Oré.



CUADRO N° 7: Aluvión ocurrido en el año 2012.

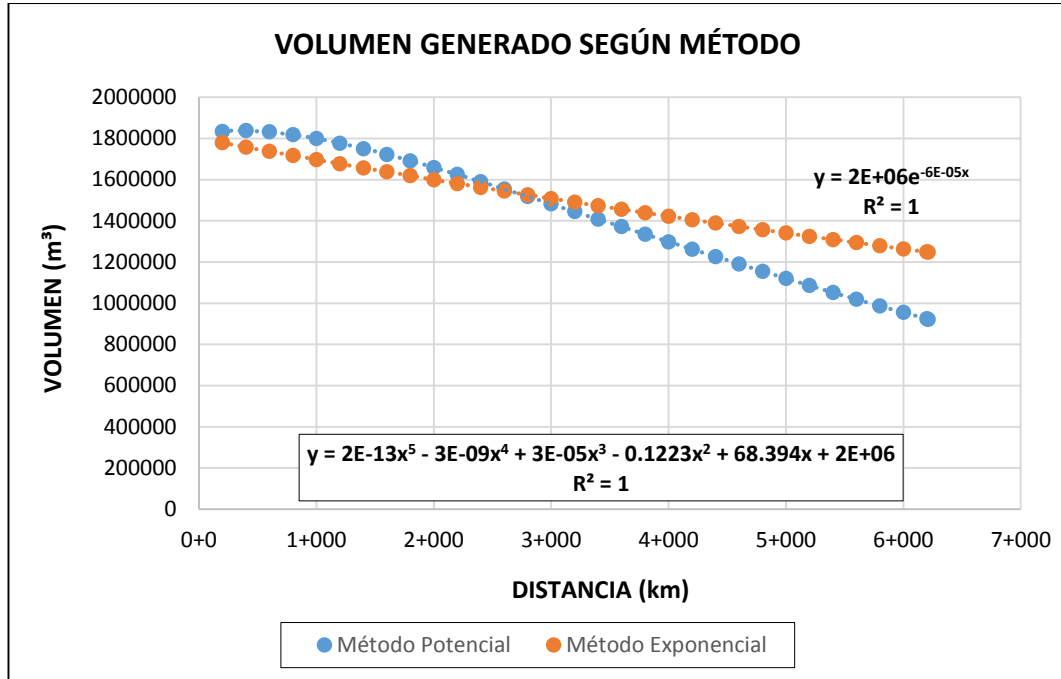
Distancia Recorrida (Km)	Volumen Proyectado (m <sup>3</sup> )		Volumen Máximo (m <sup>3</sup> )
	Método Potencial	Método Exponencial	
0+000	1800000	1800000	1800000
0+200	1834471	1778909	1834471
0+400	1839302	1758065	1839302
0+600	1832808	1737465	1832808
0+800	1819037	1717107	1819037
1+000	1800000	1696987	1800000
1+200	1776940	1677103	1776940
1+400	1750718	1657451	1750718
1+600	1721970	1638030	1721970
1+800	1691195	1618837	1691195
2+000	1658791	1599869	1658791
2+200	1625088	1581123	1625088
2+400	1590363	1562596	1590363
2+600	1554850	1544287	1554850
2+800	1518751	1526192	1526192
3+000	1482240	1508309	1508309
3+200	1445471	1490636	1490636
3+400	1408574	1473169	1473169
3+600	1371668	1455908	1455908
3+800	1334854	1438848	1438848
4+000	1298222	1421989	1421989
4+200	1261851	1405327	1405327
4+400	1225810	1388860	1388860
4+600	1190161	1372587	1372587
4+800	1154956	1356504	1356504
5+000	1120243	1340609	1340609
5+200	1086060	1324901	1324901
5+400	1052443	1309376	1309376
5+600	1019422	1294034	1294034
5+800	987020.5	1278871	1278871
6+000	955260.8	1263886	1263886
6+200	924159.8	1249077	1249077
6+212	922315	1248194	1248194

Elaboración: Propia.

PRESENTADO POR:

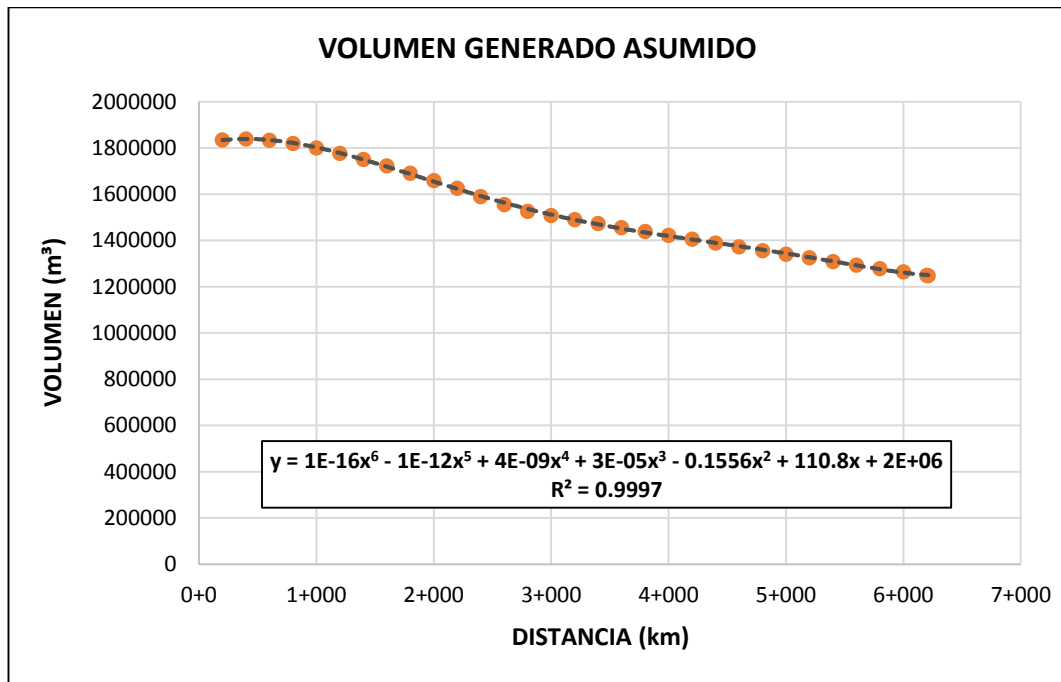
- Danny Daniel Saavedra Oré.
- Danilo Saavedra Oré.

**GRAFICO N° 14:** Volumen por distancia recorrida del aluvión ocurrido en el año 2012 por método.



Elaboración: Propia.

**GRAFICO N° 15:** Volumen por distancia recorrida del aluvión ocurrido en el año 2012 seleccionado.



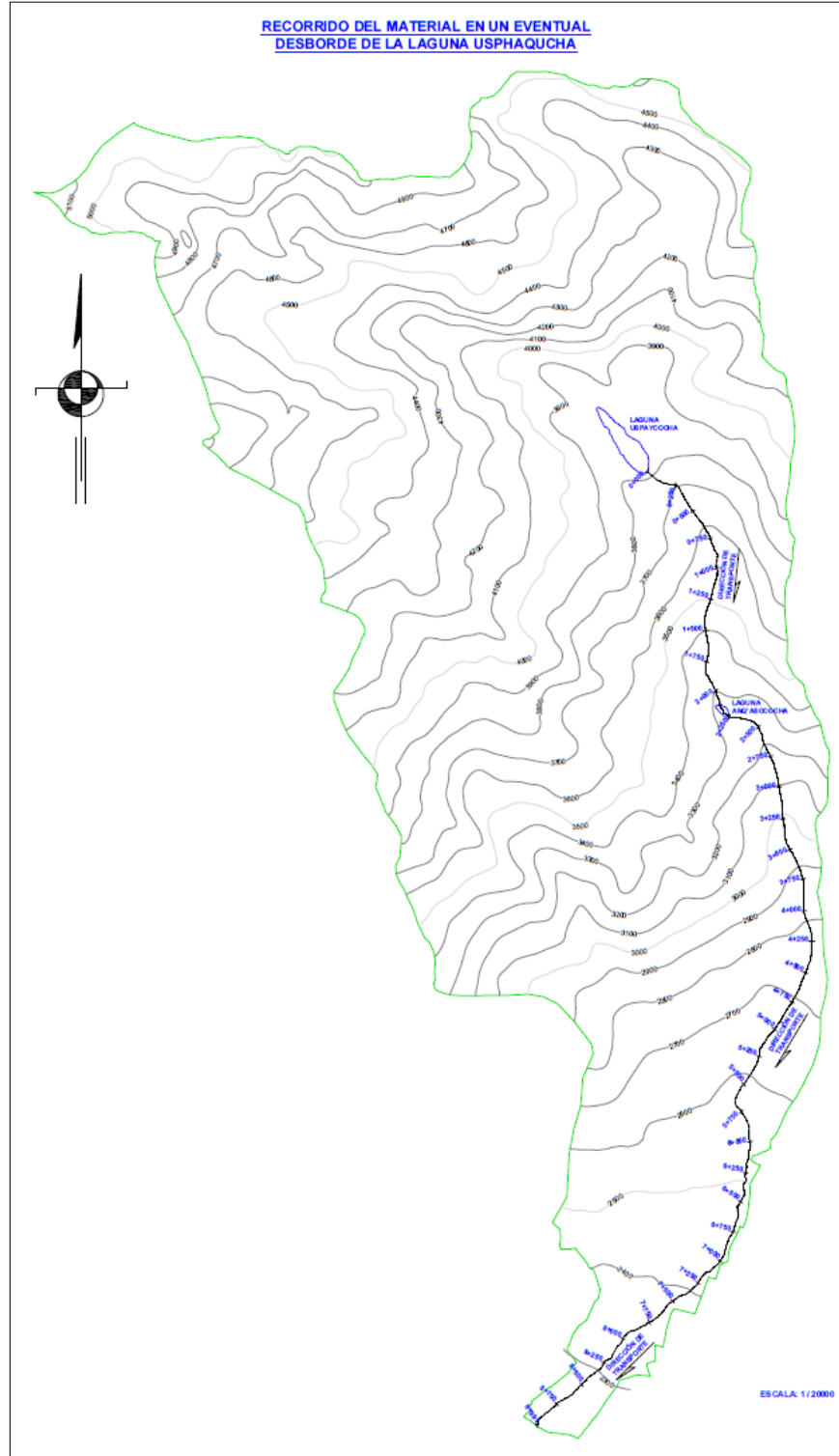
Elaboración: Propia.

**PRESENTADO POR:**

- Danny Daniel Saavedra Oré.
- Danilo Saavedra Oré.

- **ALUVIÓN GENERADO POR EL DESBORDE DE LA LAGUNA USPHAQUCHA.**

**GRAFICO N° 16:** Recorrido del Aluvión generado por el desborde de la Laguna Usphaqucha.



**Elaboración:** Propia.

**PRESENTADO POR:**

- Danny Daniel Saavedra Oré.
- Danilo Saavedra Oré.



**CUADRO N° 8:** Aluvión generado por el desborde de la laguna Usphaqucha.

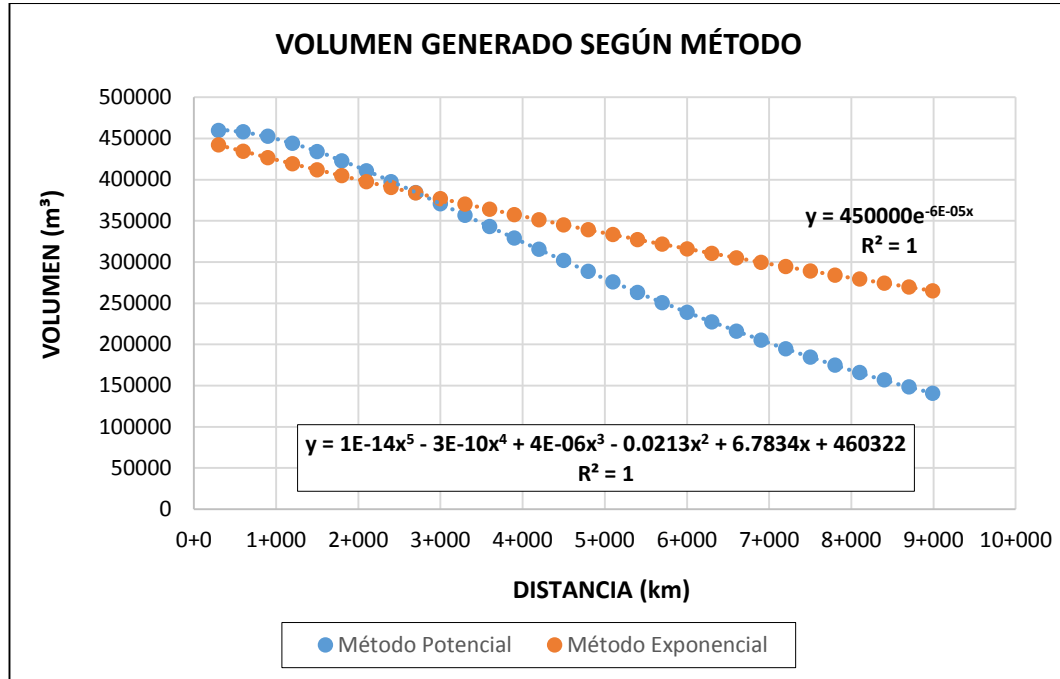
Distancia Recorrida (Km)	Volumen Proyectado (m <sup>3</sup> )		Volumen Máximo (m <sup>3</sup> )
	Método Potencial	Método Exponencial	
0+000	450000	450000	450000
0+300	459681.4	442114	459681.4
0+600	458202	434366.2	458202
0+900	452521.8	426754.2	452521.8
1+200	444235.1	419275.6	444235.1
1+500	434156.4	411928.1	434156.4
1+800	422798.6	404709.3	422798.6
2+100	410520.8	397617	410520.8
2+400	397590.6	390649	397590.6
2+700	384215.5	383803.1	384215.5
3+000	370560.1	377077.2	377077.2
3+300	356757.6	370469.2	370469.2
3+600	342917	363976.9	363976.9
3+900	329127.4	357598.4	357598.4
4+200	315462.6	351331.7	351331.7
4+500	301983.3	345174.9	345174.9
4+800	288739.1	339125.9	339125.9
5+100	275770.7	333182.9	333182.9
5+400	263110.8	327344.1	327344.1
5+700	250785.5	321607.6	321607.6
6+000	238815.2	315971.6	315971.6
6+300	227215.2	310434.4	310434.4
6+600	215996.6	304994.2	304994.2
6+900	205167	299649.4	299649.4
7+200	194730.6	294398.2	294398.2
7+500	184688.8	289239.1	289239.1
7+800	175041.1	284170.3	284170.3
8+100	165784.5	279190.4	279190.4
8+400	156914.6	274297.8	274297.8
8+700	148425.6	269490.9	269490.9
8+991	140548.3	264908.7	264908.7

**Elaboración:** Propia.

**PRESENTADO POR:**

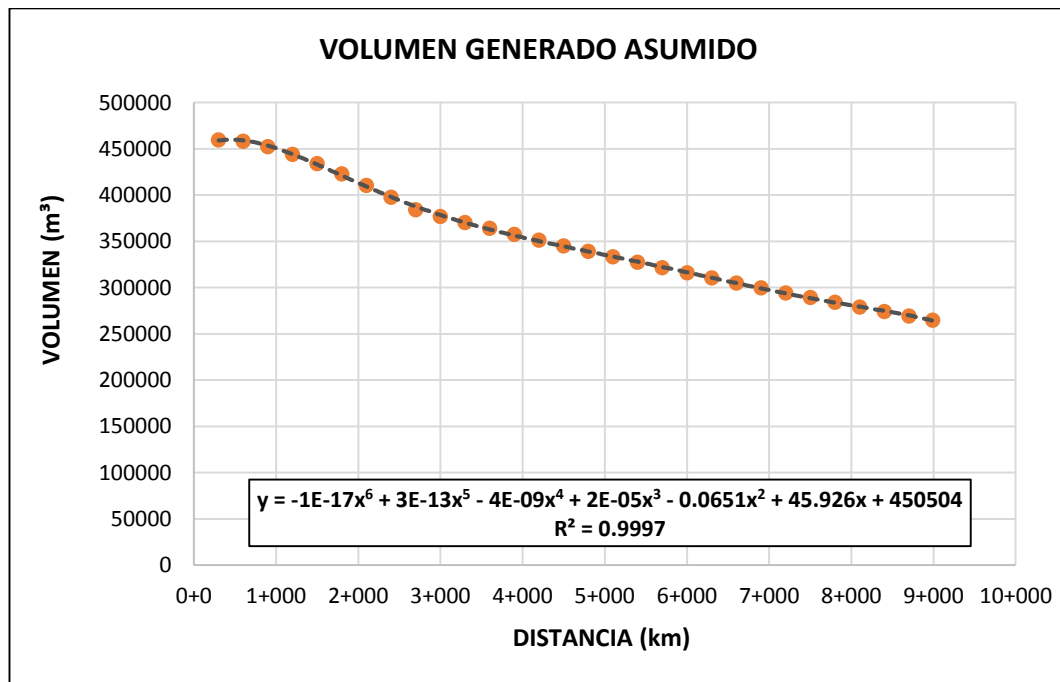
- Danny Daniel Saavedra Oré.
- Danilo Saavedra Oré.

**GRAFICO N° 17:** Volumen por distancia recorrida del aluvión generado por el desborde de la Laguna Usphaqucha por método.



**Elaboración:** Propia.

**GRAFICO N° 18:** Volumen por distancia recorrida del aluvión generado por el desborde de la Laguna Usphaqucha seleccionado.



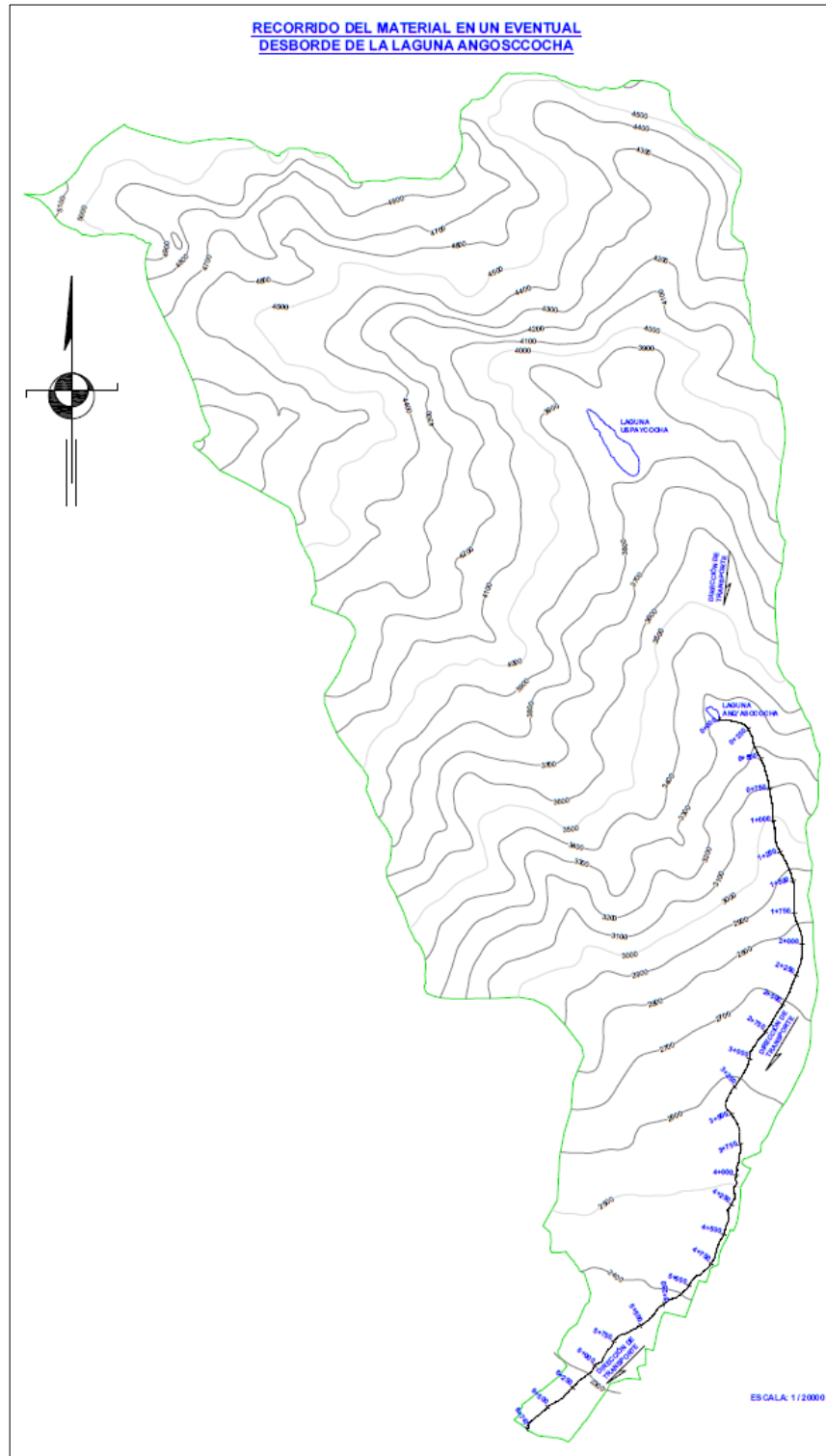
**Elaboración:** Propia.

**PRESENTADO POR:**

- Danny Daniel Saavedra Oré.
- Danilo Saavedra Oré.

- **ALUVIÓN GENERADO POR EL DESBORDE DE LA LAGUNA ANGOSCCOCHA.**

**GRAFICO N° 19:** Recorrido del Aluvión generado por el desborde de la Laguna Angosccochoa.



**Elaboración:** Propia.

**PRESENTADO POR:**

- Danny Daniel Saavedra Oré.
- Danilo Saavedra Oré.





CUADRO N° 9: Aluvión generado por el desborde de la laguna Angosccochoa.

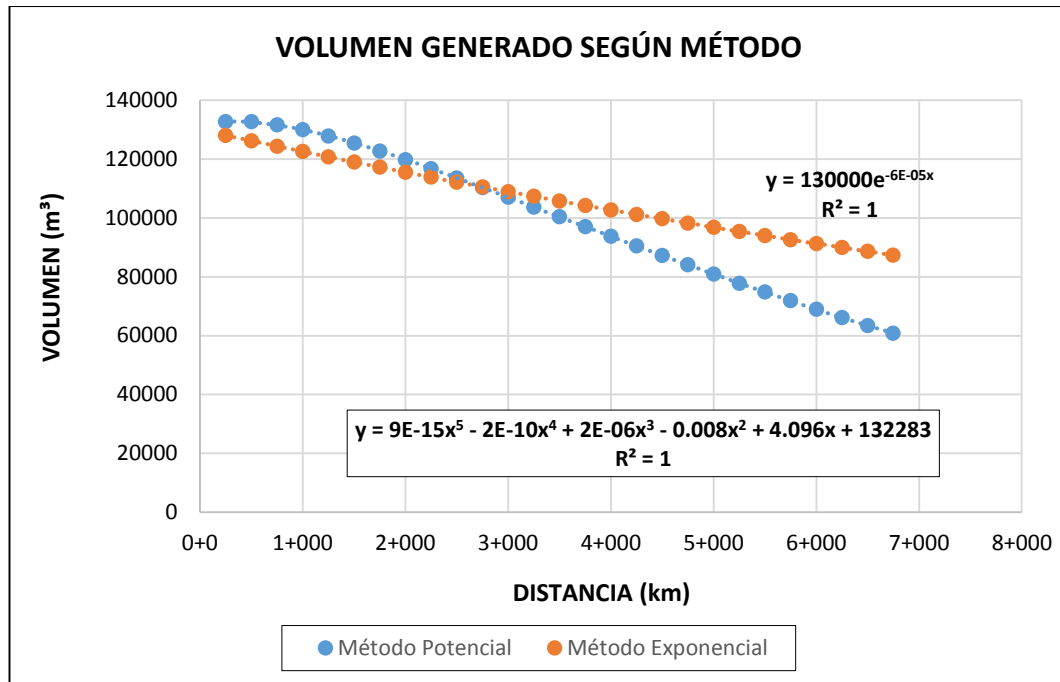
Distancia Recorrida (Km)	Volumen Proyectado (m <sup>3</sup> )		Volumen Máximo (m <sup>3</sup> )
	Método Potencial	Método Exponencial	
0+000	130000	130000	130000
0+250	132682.5	128098.7	132682.5
0+500	132682.5	126225.3	132682.5
0+750	131663.6	124379.2	131663.6
1+000	130000	122560.1	130000
1+250	127880.5	120767.7	127880.5
1+500	125423	119001.4	125423
1+750	122709.6	117261	122709.6
2+000	119801.5	115546.1	119801.5
2+250	116746.7	113856.2	116746.7
2+500	113583.3	112191	113583.3
2+750	110342.6	110550.2	110550.2
3+000	107050.7	108933.4	108933.4
3+250	103729.4	107340.3	107340.3
3+500	100397.2	105770.4	105770.4
3+750	97069.8	104223.5	104223.5
4+000	93760.44	102699.2	102699.2
4+250	90480.5	101197.2	101197.2
4+500	87239.61	99717.18	99717.18
4+750	84045.95	98258.81	98258.81
5+000	80906.42	96821.76	96821.76
5+250	77826.78	95405.73	95405.73
5+500	74811.84	94010.41	94010.41
5+750	71865.54	92635.49	92635.49
6+000	68991.05	91280.69	91280.69
6+250	66190.88	89945.69	89945.69
6+500	63466.94	88630.23	88630.23
6+747	60851.9	87349.44	87349.44

Elaboración: Propia.

PRESENTADO POR:

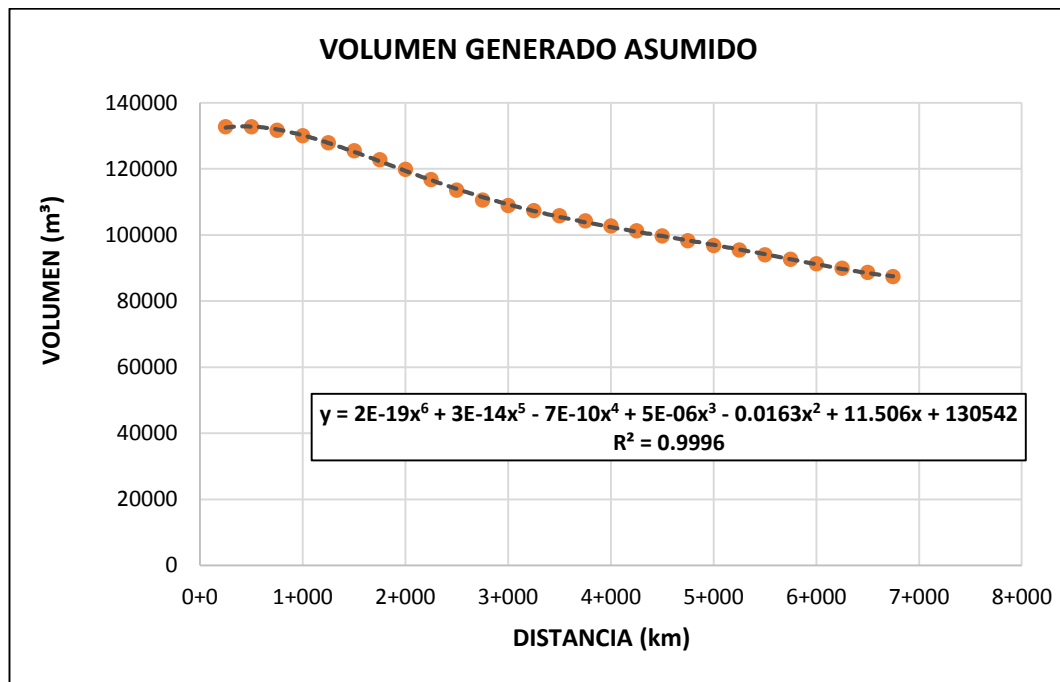
- Danny Daniel Saavedra Oré.
- Danilo Saavedra Oré.

**GRAFICO N° 20:** Volumen por distancia recorrida del aluvión generado por el desborde de la Laguna Angoscocha por método.



Elaboración: Propia.

**GRAFICO N° 21:** Volumen por distancia recorrida del aluvión generado por el desborde de la Laguna Angoscocha seleccionado.



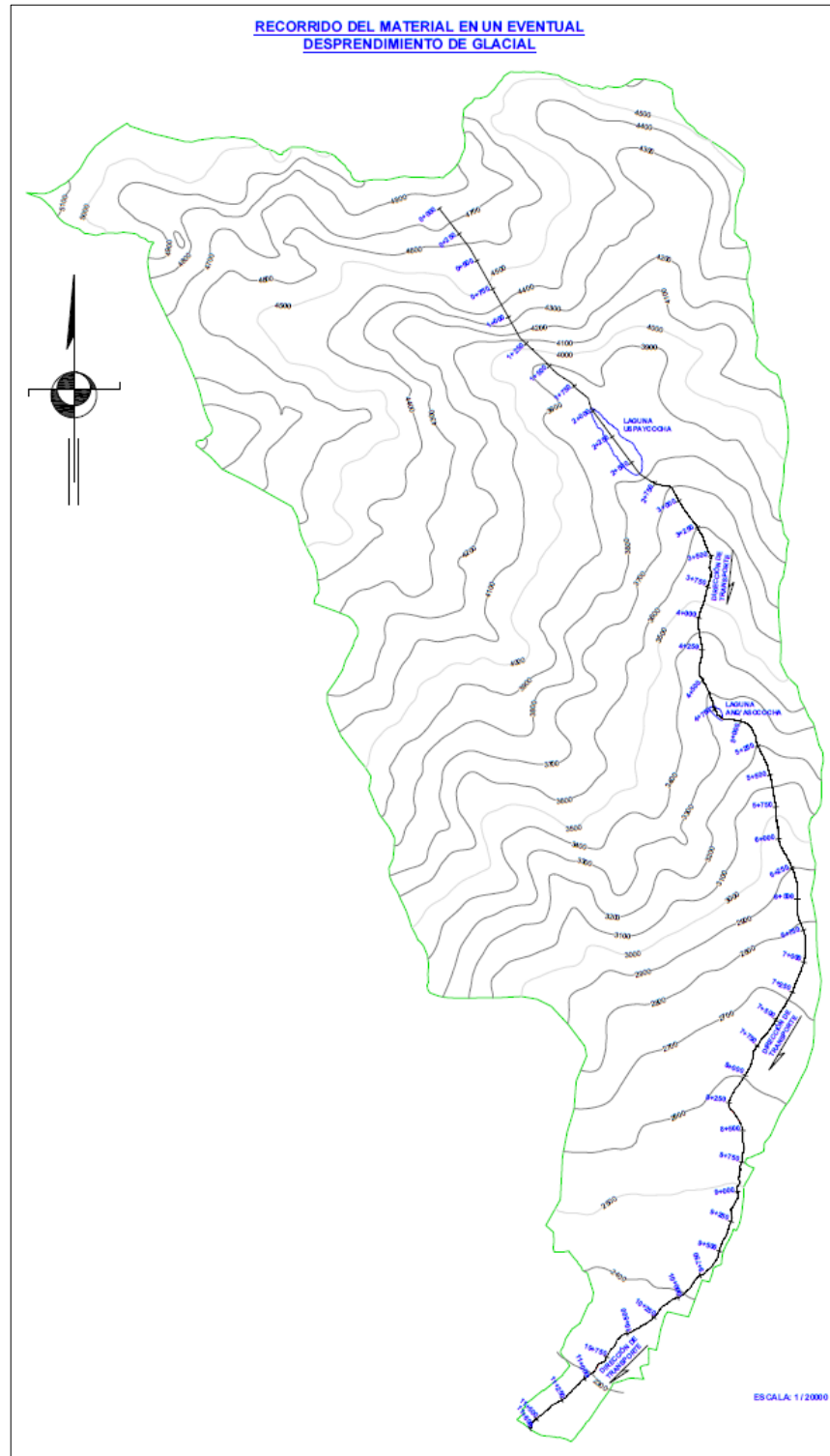
Elaboración: Propia.

**PRESENTADO POR:**

- Danny Daniel Saavedra Oré.
- Danilo Saavedra Oré.

- **ALUVIÓN GENERADO POR EL DESPRENDIMIENTO DEL GLACIAR EN EL NEVADO AMPAY.**

**GRAFICO N° 22:** Recorrido del Aluvión generado por el desprendimiento del glacial en el Nevado Ampay.



**Elaboración:** Propia.

**PRESENTADO POR:**

- Danny Daniel Saavedra Oré.
- Danilo Saavedra Oré.



**CUADRO N° 10:** Aluvión generado por el desprendimiento de glacial en el Nevado Ampay.

Distancia Recorrida (Km)	Volumen Proyectado (m <sup>3</sup> )		Volumen Máximo (m <sup>3</sup> )
	Método Potencial	Método Exponencial	
0+000	875000	875000	875000
0+150	889797.8	867299.2	889797.8
0+300	893824.8	859666.2	893824.8
0+450	893726.7	852100.3	893726.7
0+600	890948.3	844601	890948.3
0+750	886197	837167.8	886197
0+900	879903.4	829799.9	879903.4
1+050	872362.3	822496.9	872362.3
1+200	863790.5	815258.2	863790.5
1+350	854355.9	808083.1	854355.9
1+500	844193.1	800971.3	844193.1
1+650	833412.9	793922	833412.9
1+800	822108.4	786934.7	822108.4
1+950	810359.5	780009	810359.5
2+100	798234.9	773144.2	798234.9
2+250	785795	766339.8	785795
2+400	773092.9	759595.3	773092.9
2+550	760175.8	752910.2	760175.8
2+700	747085.6	746283.9	747085.6
2+850	733860.2	739715.9	739715.9
3+000	720533.5	733205.7	733205.7
3+150	707136	726752.8	726752.8
3+300	693695.4	720356.7	720356.7
3+450	680236.8	714016.9	714016.9
3+600	666783	707732.9	707732.9
3+750	653354.5	701504.2	701504.2
3+900	639970	695330.3	695330.3
4+050	626646.5	689210.8	689210.8
4+200	613399.6	683145.1	683145.1
4+350	600243.1	677132.8	677132.8
4+500	587189.7	671173.4	671173.4
4+650	574250.9	665266.4	665266.4
4+800	561437.1	659411.5	659411.5
4+950	548757.6	653608	653608
5+100	536220.8	647855.7	647855.7
5+250	523834.1	642153.9	642153.9
5+400	511604.3	636502.4	636502.4
5+550	499537.4	630900.6	630900.6
5+700	487638.5	625348.1	625348.1

**PRESENTADO POR:**

- Danny Daniel Saavedra Oré.
- Danilo Saavedra Oré.



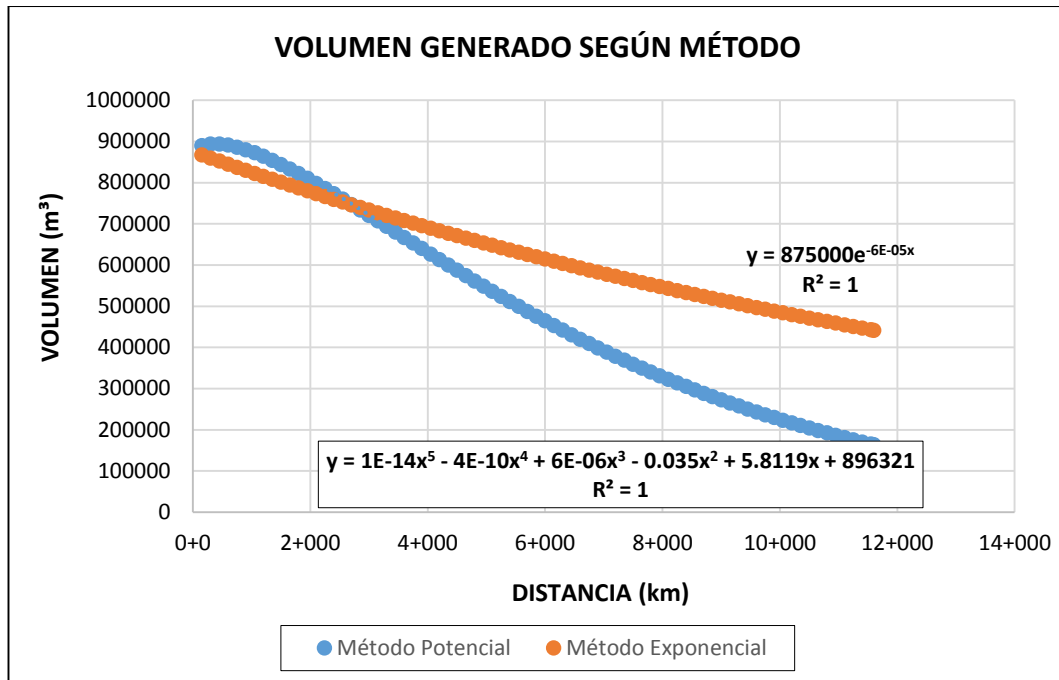
5+850	475912.3	619844.4	619844.4
6+000	464362.9	614389.2	614389.2
6+150	452993.5	608982	608982
6+300	441807.3	603622.4	603622.4
6+450	430806.6	598310	598310
6+600	419993.5	593044.3	593044.3
6+750	409369.5	587825	587825
6+900	398935.8	582651.6	582651.6
7+050	388693.4	577523.7	577523.7
7+200	378642.7	572441	572441
7+350	368784	567403	567403
7+500	359117.2	562409.3	562409.3
7+650	349641.9	557459.6	557459.6
7+800	340357.7	552553.4	552553.4
7+950	331263.6	547690.4	547690.4
8+100	322358.8	542870.2	542870.2
8+250	313642	538092.5	538092.5
8+400	305111.8	533356.8	533356.8
8+550	296766.8	528662.7	528662.7
8+700	288605.3	524010	524010
8+850	280625.4	519398.2	519398.2
9+000	272825.3	514827.1	514827.1
9+150	265202.9	510296.1	510296.1
9+300	257756.2	505805	505805
9+450	250482.8	501353.5	501353.5
9+600	243380.5	496941.1	496941.1
9+750	236446.9	492567.6	492567.6
9+900	229679.6	488232.5	488232.5
10+050	223076.2	483935.6	483935.6
10+200	216633.9	479676.5	479676.5
10+350	210350.4	475454.9	475454.9
10+500	204223	471270.5	471270.5
10+650	198249	467122.9	467122.9
10+800	192425.8	463011.8	463011.8
10+950	186750.8	458936.8	458936.8
11+100	181221.1	454897.8	454897.8
11+250	175834.2	450894.2	450894.2
11+400	170587.3	446926	446926
11+550	165477.7	442992.6	442992.6
11+600	163804.6	441689.2	441689.2

**Elaboración:** Propia.

**PRESENTADO POR:**

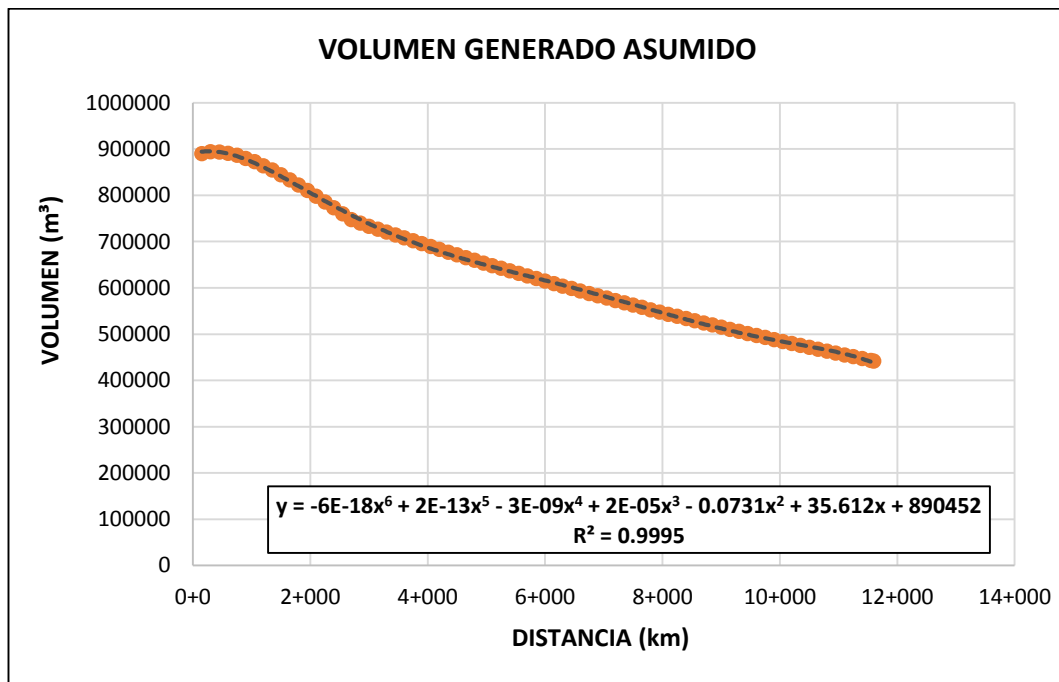
- Danny Daniel Saavedra Oré.
- Danilo Saavedra Oré.

**GRAFICO N° 23:** Volumen por distancia recorrida del aluvión generado por el desprendimiento de glacial en el Nevado Ampay por método.



**Elaboración:** Propia.

**GRAFICO N° 24:** Volumen por distancia recorrida del aluvión generado por el desprendimiento de glacial en el Nevado Ampay seleccionado.



**Elaboración:** Propia.

**PRESENTADO POR:**

- Danny Daniel Saavedra Oré.
- Danilo Saavedra Oré.



## **16. ESTUDIO GEOTÉCNICO.**

### **16.1. ENSAYOS DE LABORATORIO.**

Los métodos empleados para los ensayos de laboratorio se basan a la Norma Técnica Peruana (N.T.P.) y el Manual de Ensayos de Materiales del Ministerio de Transportes y Comunicaciones, Edición Mayo del 2016. Para el presente proyecto se realizaron los siguientes ensayos de laboratorio.

- Contenido de Humedad.
- Gravedad Específica.
- Distribución Granulométrica.
- Límite Líquido.
- Límite Plástico e índice de Plasticidad.
- Corte Directo.
- Ensayo de consolidación.

Con los resultados de Laboratorio se determinara lo siguiente.

- Perfil Estratigráfico.
- Angulo de fricción Interna.
- Cohesión del Suelo.
- Clasificación S.U.C.S.
- Capacidad de Carga Admisible.
- Asentamiento.

#### **16.1.1. CONTENIDO DE HUMEDAD (NTP 339.127 o ASTM D2216).**

- **Objetivos del Estudio.**

El presente modo operativo establece el método de ensayo para determinar el contenido de humedad de un suelo.

(Universidad Nacional de Ingeniería, 2006).

- **Definición.**

La humedad o contenido de humedad de un suelo es la relación, expresada como porcentaje, del peso de agua en una masa dada de suelo, al peso de las partículas sólidas (Universidad Nacional de Ingeniería, 2006).

#### **PRESENTADO POR:**

- Danny Daniel Saavedra Oré.
- Danilo Saavedra Oré.



- **Aparatos.**

- **Horno de secado:** Horno de secado termostáticamente controlado, capaz de mantener una temperatura de  $110 \pm 5$  °C (Universidad Nacional de Ingeniería, 2006).
- **Balanzas:** De capacidad conveniente y con las siguientes aproximaciones: de 0.1 g para muestras de menos de 200 g de 0. 1 g para muestras de más de 200 g (Universidad Nacional de Ingeniería, 2006).
- **Recipientes:** Recipientes apropiados fabricados de material resistente a la corrosión, y al cambio de peso cuando es sometido a enfriamiento o calentamiento continuo, exposición a materiales de pH variable, y a limpieza (Universidad Nacional de Ingeniería, 2006).
- **Utensilios para manipulación de recipientes:** Se requiere el uso de guantes, tenazas o un sujetador apropiado para mover y manipular los recipientes calientes después de que se hayan secado (Universidad Nacional de Ingeniería, 2006).
- **Otros utensilios:** Se requiere el empleo de cuchillos, espátulas, cucharas, lona para cuarteo, divisores de muestras, etc. (Universidad Nacional de Ingeniería, 2006).

- **Principio del Método.**

Se determina el peso de agua eliminada, secando el suelo húmedo hasta un peso constante en un horno controlado a  $110 \pm 5$  °C\*. El peso del suelo que permanece del secado en horno es usado como el peso de las partículas sólidas. La pérdida de peso debido al secado es considerado como el peso del agua (Universidad Nacional de Ingeniería, 2006).

- **Muestras.**

Las muestras serán preservadas y transportadas de acuerdo a la Norma ASTM D-4220, Grupos de suelos B, C ó D. Las muestras que se almacenen antes de ser ensayadas se mantendrán en contenedores herméticos no corroíbles a una temperatura entre aproximadamente 3 °C y 30 °C y en un área que prevenga el contacto directo con la luz solar. Las muestras alteradas se almacenarán en recipientes de tal manera que se prevenga ó minimice la condensación de humedad en el interior del contenedor (Universidad Nacional de Ingeniería, 2006).

**PRESENTADO POR:**

- Danny Daniel Saavedra Oré.
- Danilo Saavedra Oré.



La determinación del contenido de humedad se realizará tan pronto como sea posible después del muestreo, especialmente si se utilizan contenedores corroíbles (tales como tubos de acero de pared delgada, latas de pintura, etc.) o bolsas plásticas (Universidad Nacional de Ingeniería, 2006).

- **Espécimen de Ensayo.**

Para los contenidos de humedad que se determinen en conjunción con algún otro método ASTM, se empleará la cantidad mínima de espécimen especificada en dicho método si alguna fuera proporcionada (Universidad Nacional de Ingeniería, 2006).

La cantidad mínima de espécimen de material húmedo seleccionado como representativo de la muestra total, si no se toma la muestra total, será de acuerdo a lo siguiente:

**CUADRO N° 11:** Cantidad Mínima de Espécimen de material húmedo para determinar el Contenido Húmedo.

Máximo tamaño de partícula (pasa el 100%)	Tamaño de malla Estándar	Masa mínima recomendada de espécimen de ensayo húmedo para contenidos de humedad reportados a $\pm 0.1\%$	Masa mínima recomendada de espécimen de ensayo húmedo para contenidos de humedad reportados a $\pm 1\%$
2 mm o menos	2.00 mm (N° 10)	20 g	20 g*
4.75 mm	4.760 mm (N° 4)	100 g	20 g*
9.5 mm	9.525 mm (3/8")	500 g	50 g
19.0 mm	19.050 mm (3/4")	2.5 kg	250 g
37.5 mm	38.1 mm (1½")	10 kg	1 kg
75.0 mm	76.200 mm (3")	50 kg	5 kg

**Fuente:** Primer Taller de Mecánica de Suelos, 2006, Universidad Nacional de Ingeniería.

- Si se usa toda la muestra, ésta no tiene que cumplir los requisitos mínimos dados en la tabla anterior. En el reporte se indicará que se usó la muestra completa (Universidad Nacional de Ingeniería, 2006).

**PRESENTADO POR:**

- Danny Daniel Saavedra Oré.
- Danilo Saavedra Oré.



- El uso de un espécimen de ensayo menor que el mínimo indicado en 6.2 requiere discreción, aunque pudiera ser adecuado para los propósitos del ensayo. En el reporte de resultados deberá anotarse algún espécimen usado que no haya cumplido con estos requisitos (Universidad Nacional de Ingeniería, 2006).
- Cuando se trabaje con una muestra pequeña (menos de 200 g) que contenga partículas de grava relativamente grandes, no es apropiado incluirlas en la muestra de ensayo. Sin embargo en el reporte de resultados se mencionará y anotará el material descartado (Universidad Nacional de Ingeniería, 2006).
- Para aquellas muestras que consistan íntegramente de roca intacta, el espécimen mínimo tendrá un peso de 500 g. Porciones de muestra representativas pueden partirse en partículas más pequeñas, dependiendo del tamaño de la muestra, del contenedor y la balanza utilizada y para facilitar el secado a peso constante (Universidad Nacional de Ingeniería, 2006).
- 
- **SELECCIÓN DEL ESPÉCIMEN DE ENSAYO.**  
Cuando el espécimen de ensayo es una porción de una mayor cantidad de material, el espécimen seleccionado será representativo de la condición de humedad de la cantidad total de material. La forma en que se seleccione el espécimen de ensayo depende del propósito y aplicación del ensayo, el tipo de material que se ensaya, la condición de humedad, y el tipo de muestra (de otro ensayo, en bolsa, en bloque, y las demás) (Universidad Nacional de Ingeniería, 2006).  
Para muestras alteradas tales como las desbastadas, en bolsa, y otras, el espécimen de ensayo se obtiene por uno de los siguientes métodos (listados en orden de preferencia):
  - Si el material puede ser manipulado sin pérdida significativa de humedad, el material debe mezclarse y luego reducirse al tamaño requerido por cuarteo o por división (Universidad Nacional de Ingeniería, 2006).
  - Si el material no puede ser mezclado y/o dividido, deberá formarse una pila de material, mezclándolo tanto como sea posible. Tomar por lo menos

**PRESENTADO POR:**

- Danny Daniel Saavedra Oré.
- Danilo Saavedra Oré.



cinco porciones de material en ubicaciones aleatorias usando un tubo de muestreo, lampa, cuchara, frotacho, ó alguna herramienta similar apropiada para el tamaño de partícula máxima presente en el material. Todas las porciones se combinarán para formar el espécimen de ensayo (Universidad Nacional de Ingeniería, 2006).

- Si no es posible apilar el material, se tomarán tantas porciones como sea posible en ubicaciones aleatorias que representarán mejor la condición de humedad. Todas las porciones se combinarán para formar el espécimen de ensayo (Universidad Nacional de Ingeniería, 2006).
- En muestras intactas tales como bloques, tubos, muestreadores divididos y otros, el espécimen de ensayo se obtendrá por uno de los siguientes métodos dependiendo del propósito y potencial uso de la muestra (Universidad Nacional de Ingeniería, 2006).
- Se desbastará cuidadosamente por lo menos 3 mm de material de la superficie exterior de la muestra para ver si el material está estratificado y para remover el material que esté más seco o más húmedo que la porción principal de la muestra. Luego se desbastará por lo menos 5 mm, o un espesor igual al tamaño máximo de partícula presente, de toda la superficie expuesta o del intervalo que esté siendo ensayado (Universidad Nacional de Ingeniería, 2006).
- Se cortará la muestra por la mitad. Luego se desbastará cuidadosamente por lo menos 5 mm, o un espesor igual del tamaño máximo de partícula presente, de la superficie expuesta de una mitad o el intervalo ensayado. Deberá evitarse el material de los bordes que pueda encontrarse más húmedo o más seco que la porción principal de la muestra (Universidad Nacional de Ingeniería, 2006).

- **PROCEDIMIENTO.**

- Determinar y registrar la masa de un contenedor limpio y seco (y su tapa si es usada) (Universidad Nacional de Ingeniería, 2006).
- Seleccionar especímenes de ensayo representativos de acuerdo lo indicado en anteriormente (Universidad Nacional de Ingeniería, 2006).
- Colocar el espécimen de ensayo húmedo en el contenedor y, si se usa, colocar la tapa asegurada en su posición. Determinar el peso del contenedor y material húmedo usando una balanza (véase APARATOS)

**PRESENTADO POR:**

- Danny Daniel Saavedra Oré.
- Danilo Saavedra Oré.



seleccionada de acuerdo al peso del espécimen. Registrar este valor (Universidad Nacional de Ingeniería, 2006).

- Remover la tapa (si se usó) y colocar el contenedor con material húmedo en el horno. Secar el material hasta alcanzar una masa constante. Mantener el secado en el horno a  $110 \pm 5$  °C a menos que se especifique otra temperatura. El tiempo requerido para obtener peso constante variará dependiendo del tipo de material, tamaño de espécimen, tipo de horno y capacidad, y otros factores. La influencia de estos factores generalmente puede ser establecida por un buen juicio, y experiencia con los materiales que sean ensayados y los aparatos que sean empleados (Universidad Nacional de Ingeniería, 2006).
- Luego que el material se haya secado a peso constante, se removerá el contenedor del horno (y se le colocará la tapa si se usó). Se permitirá el enfriamiento del material y del contenedor a temperatura ambiente o hasta que el contenedor pueda ser manipulado cómodamente con las manos y la operación del balance no se afecte por corrientes de convección y/o esté siendo calentado. Determinar el peso del contenedor y el material secado al horno usando la misma balanza. Registrar este valor. Las tapas de los contenedores se usarán si se presume que el espécimen está absorbiendo humedad del aire antes de la determinación de su peso seco (Universidad Nacional de Ingeniería, 2006).

- **Cálculos.**

Se calcula el contenido de humedad de la muestra, mediante la siguiente fórmula:

$$W = \frac{W1 - W2}{W2 - Wt} \times 100 = \frac{W_w}{W_s} \times 100$$

Donde:

W: Contenido de humedad, (%).

Ww: Peso del agua.

Ws: Peso seco del material.

W1: es el peso de tara más el suelo húmedo, gr.

W2: es el peso de tara más el suelo secado en horno, gr.

Wt: es el peso de tara, gr.

**PRESENTADO POR:**

- Danny Daniel Saavedra Oré.
- Danilo Saavedra Oré.



- **Reporte.**

El reporte deberá incluir lo siguiente:

- La identificación de la muestra (material) ensayada, tal como el número de la perforación, número de muestra, número de ensayo, número de contenedor, etc. (Universidad Nacional de Ingeniería, 2006).
- El contenido de agua del espécimen con aproximación al 1% ó al 0.1%, como sea apropiado dependiendo de la mínima muestra usada. Si se usa este método conjuntamente con algún otro método, el contenido de agua del espécimen deberá reportarse al valor requerido por el método de ensayo para el cual se determinó el contenido de humedad (Universidad Nacional de Ingeniería, 2006).
- Indicar si el espécimen de ensayo tenía un peso menor que el Requerido (Universidad Nacional de Ingeniería, 2006).
- Indicar si el espécimen de ensayo contenía más de un tipo de material (estratificado, etc.) (Universidad Nacional de Ingeniería, 2006).
- Indicar el método de secado si es diferente del secado en horno a 110 °C más o menos 5 °C. Indicar sí se excluyó algún material del espécimen de ensayo (Universidad Nacional de Ingeniería, 2006).

- **Exactitud.**

No existe valor de referencia aceptado para este método de ensayo; por consiguiente, no puede determinarse la exactitud (Universidad Nacional de Ingeniería, 2006).

- **Precisión.**

Precisión de un Operador- Simple.- El coeficiente de variación de un operador simple se encontró en 2.7%. Por consiguiente, los resultados de dos ensayos conducidos apropiadamente por el mismo operador con el mismo equipo, no deberían ser considerados con sospecha si difieren en menos del 7.8 % de su media (Universidad Nacional de Ingeniería, 2006).

Precisión Multilaboratorio.- El coeficiente de variación multilaboratorio se encontró en 5.0%. Por consiguiente, los resultados de dos ensayos conducidos por diferentes operadores usando equipos diferentes no deberían ser considerados con sospecha a menos que difieran en más del 14.0 por ciento de su media (Universidad Nacional de Ingeniería, 2006).

**PRESENTADO POR:**

- Danny Daniel Saavedra Oré.
- Danilo Saavedra Oré.



- **Sugerencias.**

- Los recipientes y sus tapas deben ser herméticos a fin de evitar pérdida de humedad de las muestras antes de la pesada inicial y para prevenir la absorción de humedad de la atmósfera después del secado y antes de la pesada final. Se usa un recipiente para cada determinación (Universidad Nacional de Ingeniería, 2006).
- El cambio de humedad en suelos sin cohesión puede requerir que se muestre la sección completa. El material está estratificado (o se encuentra más de un tipo de material), se seleccionará un espécimen promedio, o especímenes individuales, o ambos. Los especímenes deben ser identificados apropiadamente en formatos, en cuanto a su ubicación, o lo que ellos representen (Universidad Nacional de Ingeniería, 2006).
- Para prevenir la mezcla de especímenes y la obtención de resultados incorrectos, todos los contenedores, y tapas si se usan, deberían ser enumerados y deberían registrarse los números de los contenedores en los formatos de laboratorio. Los números de las tapas deberían ser consistentes con los de los contenedores para evitar confusiones (Universidad Nacional de Ingeniería, 2006).
- Para acelerar el secado en horno de grandes especímenes de ensayo, ellos deberían ser colocados en contenedores que tengan una gran área superficial (tales como ollas) y el material debería ser fragmentado en agregados más pequeños (Universidad Nacional de Ingeniería, 2006).
- En la mayoría de los casos, el secado de un espécimen de ensayo durante toda la noche (de 12 a 16 horas) es suficiente. En los casos en los que hay duda sobre lo adecuado de un método de secado, deberá continuarse con el secado hasta que el cambio de peso después de dos períodos sucesivos (mayores de 1 hora) de secado sea insignificante (menos del 0.1 %). Los especímenes de arena pueden ser secados a peso constante en un período de 4 horas, cuando se use un horno de tiro forzado (Universidad Nacional de Ingeniería, 2006).
- Desde que algunos materiales secos pueden absorber humedad de especímenes húmedos, deberán retirarse los especímenes secos antes de colocar especímenes húmedos en el mismo horno. Sin embargo, esto no sería aplicable si los especímenes secados previamente permanecieran en

**PRESENTADO POR:**

- Danny Daniel Saavedra Oré.
- Danilo Saavedra Oré.



el horno por un período de tiempo adicional de 16 horas (Universidad Nacional de Ingeniería, 2006).

- Colocar las muestras en un desecador es más aceptable en lugar de usar las tapas herméticas ya que reduce considerablemente la absorción de la humedad de la atmósfera durante el enfriamiento especialmente en los contenedores sin tapa (Universidad Nacional de Ingeniería, 2006).

### **16.1.2. GRAVEDAD ESPECÍFICA.**

- **Objetivos.**

Este método de ensayo cubre la determinación de la gravedad específica de sólidos de suelo que pasan el tamiz de 4,75 mm (Nº 4) mediante un picnómetro de agua. Cuando el suelo contiene partículas más grandes que la malla de 4,75 mm, el Método de Ensayo MTC E 206 podrá ser usado para los sólidos de suelo retenidos en el tamiz de 4,75 mm y este método de ensayo podrá ser usado para los sólidos de suelo que pasen el tamiz de 4,75 mm (Ministerio de Transporte y Comunicaciones , 2016).

Los sólidos de suelo para estos métodos de ensayo no incluyen sólidos los cuales puedan ser alterados por estos métodos, contaminados con una sustancia que prohíba el uso de estos métodos, o que son sólidos de suelo altamente orgánicos, tales como materias fibrosas flotando en el agua (Ministerio de Transporte y Comunicaciones , 2016).

- **Finalidad y Alcance.**

La gravedad específica de los sólidos de suelo es usado en el cálculo de las relaciones de fase de suelos, tales como relación de vacíos y grado de saturación (Ministerio de Transporte y Comunicaciones , 2016).

La gravedad específica de sólidos de suelo es usado para calcular la densidad de los sólidos de suelo. Esto se logra multiplicando su gravedad específica por la densidad de agua (a una temperatura apropiada) (Ministerio de Transporte y Comunicaciones , 2016).

El término de sólidos de suelo es típicamente asumido a representar partículas minerales formadas naturalmente o suelo como partículas que no son solubles rápidamente en el agua. Por lo tanto, La gravedad específica de sólidos de suelo conteniendo material extraño, tal como cemento, limo, y como un material soluble en el agua, tal como cloruro de sodio, y suelos conteniendo material con una gravedad específica menor que el de él, típicamente requiere de un tratamiento especial o una definición calificada de su gravedad específica (Ministerio de Transporte y Comunicaciones , 2016).

Las balanzas, tamaños de picnómetro, y masas de espécimen son establecidos para obtener resultados de ensayo con tres dígitos significantes (Ministerio de Transporte y Comunicaciones , 2016).

#### **PRESENTADO POR:**

- Danny Daniel Saavedra Oré.
- Danilo Saavedra Oré.



Los procedimientos usados para especificar cómo los datos son colectados, registrados y calculados en esta norma estándar son los mismos que los de la industria estándar. En adición, ellos son representativos de los dígitos significantes que generalmente deberían ser empleados. Los procedimientos usados no consideran variación de material, proporcionado para la obtención de datos, estudios para propósitos especiales, o alguna de las consideraciones para los objetivos del usuario; y es práctica común incrementar o reducir los dígitos significantes de los datos reportados a ser conmensurados con estas consideraciones. Está más allá de los alcances de estos métodos de ensayo el considerar dígitos significantes usados en los métodos de análisis para diseños de ingeniería (Ministerio de Transporte y Comunicaciones , 2016).

- **Equipos, Materiales y Reactivos.**

EQUIPOS:

- **Picnómetro:** El agua del picnómetro podrá estar ya sea en un matraz taponado, matraz de yodo taponado, o un matraz volumétrico con una capacidad mínima de 250 mL, el volumen del picnómetro debe ser de 2 a 3 veces más grande que el volumen de la mezcla suelo-agua usada durante el desairado de la porción del ensayo (Ministerio de Transporte y Comunicaciones , 2016).
- **Balanza:** Que cumpla los requerimientos de la especificación D 4753, clase GP1. Esta balanza tiene una precisión de lectura de 0,01g y una capacidad de al menos 2000 g (Ministerio de Transporte y Comunicaciones , 2016).
- **Horno de Secado:** Un horno termostáticamente controlado, capaz de mantener una temperatura uniforme de  $110 \pm 5^{\circ}\text{C}$  en toda la cámara de secado. Estos requerimientos usualmente necesitan el uso de un horno a presión de aire (Ministerio de Transporte y Comunicaciones , 2016).
- **Secador:** Una cabina secadora o una jarra secadora grande de tamaño apropiado conteniendo sílica gel o sulfato de calcio anhídrido (Ministerio de Transporte y Comunicaciones , 2016).
- **Aparato para remover el aire entrampado:** Para remover el aire entrampado (proceso de desairado) (Ministerio de Transporte y Comunicaciones , 2016).
- **Contenedor aislado:** Un refrigerador de Styrofoam y su cubierta o un contenedor equivalente que pueda tener entre tres y seis picnómetros además de un vaso picudo, una botella de agua, y un termómetro. Esto es requerido para mantener una temperatura ambiente controlada donde los cambios serán uniformes y graduales (Ministerio de Transporte y Comunicaciones , 2016).

**PRESENTADO POR:**

- Danny Daniel Saavedra Oré.
- Danilo Saavedra Oré.





- **Picnómetro con tubo relleno de orificios de ventilación laterales (opcional):** Un mecanismo que asista en la adición de agua desairada al picnómetro sin disturbar la mezcla de suelo-agua. El mecanismo puede ser fabricado como sigue. Taponar un tubo de plástico de un diámetro de  $\frac{1}{4}$  a  $\frac{3}{8}$  de pulgada en uno de los extremos y cortar dos pequeños orificios (ranuras) justo sobre el tapón. Los orificios deberían ser perpendiculares al eje del tubo y diametralmente opuestos. Conectar una válvula al otro extremo del tubo y hacer funcionar una línea a la válvula desde un abastecedor de agua desairada (Ministerio de Transporte y Comunicaciones , 2016) (Ministerio de Transporte y Comunicaciones , 2016).
- **Equipamiento misceláneo:** Tales como una computadora o una calculadora (opcional), platos de especímenes, y guantes de aislamiento (Ministerio de Transporte y Comunicaciones , 2016).

#### MATERIALES:

- **Termómetro:** Un termómetro capaz de medir un rango de temperatura dentro del cual el ensayo está siendo realizado, legible con una aproximación de  $0,1^{\circ}\text{C}$  y una profundidad de inmersión que varíe entre los 25 y 80 mm. Los termómetros de inmersión completa no podrán ser usados. Ya sea un termómetro de mercurio o un termómetro digital con un rango de  $-1$  a  $57^{\circ}\text{C}$  cumplirán los propósitos generales de precisión requeridos (Ministerio de Transporte y Comunicaciones , 2016).
- **Embudo:** Un embudo de superficie lisa no corrosiva con un pico que se extienda pasando la marca de calibración del matraz volumétrico o un tapón de cierre en los matraces taponados. El diámetro del pico del embudo debe ser lo suficientemente grande para que permita el paso de los sólidos de suelo (Ministerio de Transporte y Comunicaciones , 2016).
- **Tamiz Nº 4 (4,75m):** Conforme a los requerimientos de la especificación E 11 (Ministerio de Transporte y Comunicaciones , 2016).

#### REACTIVOS:

- **Pureza del agua:** Agua destilada es usada en este método de ensayo. Esta agua puede ser comprada y está disponible en la mayoría de las tiendas de abarrotes; de aquí en adelante, el agua destilada será referida solo como agua (Ministerio de Transporte y Comunicaciones , 2016).

#### PRESENTADO POR:

- Danny Daniel Saavedra Oré.
- Danilo Saavedra Oré.



- **MUESTRA.**

El espécimen de ensayo puede ser suelo húmedo o secado al horno y podrá ser representativo de los sólidos de suelo que pasen la malla U.S. Estándar N° 4 en el total de la muestra (Ministerio de Transporte y Comunicaciones , 2016).

El siguiente cuadro da guías en cuanto a masas de suelo seco versus tipo de suelo y tamaño de picnómetro.

Dos importantes factores concernientes a la cantidad total de sólidos de suelo que estén siendo ensayados son los siguientes. Primero, la masa de los sólidos de suelo divididos por su peso específico tendrá cuatro dígitos significantes. Segundo, la mezcla de los sólidos de suelo y agua es una pasta aguada no un fluido altamente viscoso (pintura espesa) durante el proceso de desairado (Ministerio de Transporte y Comunicaciones , 2016).

**CUADRO N° 01:** Masa redondeada para el Especimen de Ensayo.

Tipo de suelo	Masa de espécimen seco (g) cuando se usa un Picnómetro de 250 mL	Masa de espécimen seco (g) cuando se usa un Picnómetro de 500 mL
SP, SP-SM	60 ± 10	100 ± 10
SP-SC, SM, SC	45 ± 10	75 ± 10
Limo o arcilla	35 ± 5	50 ± 10

**Fuente:** Manual de Ensayo de Materiales, Ministerio de Transporte y comunicaciones.

- **PROCEDIMIENTO.**

- **Preparación:**

Determinar la masa del picnómetro limpio y seco con una aproximación de 0,01g (típicamente 5 dígitos significantes). Repita esta determinación cinco veces. Una balanza debería ser usada para todas las mediciones de masa. Determinar y registrar el promedio y la desviación estándar. La desviación estándar podrá ser menor o igual que 0,02g. Si es mayor, probar con mediciones adicionales o usar una balanza más estable o precisa (Ministerio de Transporte y Comunicaciones , 2016).

Se llenara el picnómetro con agua desairada por encima o debajo de la marca de calibración dependiendo del tipo de picnómetro y la preferencia del laboratorio para añadir o remover agua (Ministerio de Transporte y Comunicaciones , 2016).

Se recomienda que el agua sea removida para llevar el nivel de agua a la marca de calibración (Ministerio de Transporte y Comunicaciones , 2016).

**PRESENTADO POR:**

- Danny Daniel Saavedra Oré.
- Danilo Saavedra Oré.



El agua debe estar desairada para asegurar que no hayan burbujas de aire en el agua. El agua puede ser desairada ya sea mediante ebullición, vacío, combinación de vacío y calentamiento, o un mecanismo de desairado. Esta agua desairada no debería ser usada hasta que se haya equilibrado la temperatura del cuarto (Ministerio de Transporte y Comunicaciones , 2016).

Más de seis picnómetros pueden ser calibrados concurrentemente en cada contenedor aislado. Poner el picnómetro(s) dentro del contenedor aislado y cubierto junto con el termómetro (en un vaso picudo de agua), tapón(es) (si un picnómetro taponado está siendo usado), y agua desairada en una botella junto con ya sea un gotero o una pipeta. Dejar el picnómetro(s) llegar al equilibrio termal (por al menos 3 horas). La temperatura de equilibrio debería estar dentro de 4°C de la temperatura del cuarto y entre 15 y 30°C (Ministerio de Transporte y Comunicaciones , 2016).

Se moverá el contenedor aislado cerca de la balanza o viceversa. Abrir el contenedor y remover un picnómetro. Solo la corona del picnómetro podrá ser tocada para prevenir el calentamiento por manipuleo cambiando el equilibrio termal. Trabajar ya sea en el contenedor o colocar el picnómetro en un bloque aislado (Styrofoam) mientras se realice los ajustes en el nivel del agua (Ministerio de Transporte y Comunicaciones , 2016).

Si se usa un matraz volumétrico como picnómetro, ajustar el agua a la marca de calibración, con la parte inferior del nivel de los meniscos en la marca. Si el agua tiene que ser añadida usar el agua termalmente equilibrada del contenedor aislado. Si el agua tiene que ser removida, usar un pequeño tubo de succión o una tolla de papel. Revisar y remover cualquier glóbulo de agua en el alma del picnómetro o en el exterior del matraz. Medir y registrar la masa del picnómetro y agua con una aproximación al 0,01g (Ministerio de Transporte y Comunicaciones , 2016).

Si un matraz taponado es usado, colocar el tapón en la botella, entonces remover el exceso de agua usando un gotero. Secar la punta o corona usando una toalla de papel. Estar seguro de que el exterior del matraz está seco por completo. Medir y registrar la masa del picnómetro y el agua con una aproximación al 0,01g (Ministerio de Transporte y Comunicaciones , 2016).

Se medirá y registrara la temperatura del agua con una aproximación de 0,1°C usando el termómetro que ha estado equilibrado termalmente en el contenedor aislado. Inserte el termómetro a una profundidad de inmersión apropiada. Regresar el picnómetro al contenedor aislado. Repetir las mediciones para todos los picnómetros en el contenedor (Ministerio de Transporte y Comunicaciones , 2016).

Se reajustara el nivel de agua en cada picnómetro para preparar la siguiente calibración y dejar que los picnómetros se equilibren termalmente (por al menos 3 horas). Repetir el procedimiento para obtener cinco mediciones independientes en cada picnómetro. Las temperaturas no

**PRESENTADO POR:**

- Danny Daniel Saavedra Oré.
- Danilo Saavedra Oré.



necesitan ajustarse a ningún rango de temperatura en particular (Ministerio de Transporte y Comunicaciones , 2016).

Usando cada uno de estos cinco puntos de dato, calcular el volumen calibrado de cada picnómetro,  $V_p$ , usando la siguiente ecuación:

$$V_p = \frac{M_{pw} - M_p}{\rho_w}$$

Donde:

$M_{pw}$ : Masa del picnómetro y agua a la temperatura de calibración, gr.

$M_p$ : Masa promedio del picnómetro a la calibración, gr.

$\rho_w$ : Densidad de masa del agua a la temperatura de calibración, g/mL.

Se calculara el promedio y la desviación estándar de los cinco volúmenes determinados. La desviación estándar podrá ser menor o igual a 0,05 mL (redondeado a 2 decimales). Si la desviación estándar es mayor que 0,05 mL, el procedimiento de calibración tiene mucha variabilidad y no guiará a determinaciones de peso específico precisas. Evaluar áreas de posible refinamiento (ajustar el volumen con la marca de calibración, lograr un mejor equilibrio de temperatura, medición de la temperatura, método de desairado o cambiar los matraces taponados) y revisar el procedimiento hasta que la desviación estándar sea menor o igual que 0,05 mL (Ministerio de Transporte y Comunicaciones , 2016).

- **PROCEDIMIENTO OPERATORIO.**

- **Masa del picnómetro:** Usando la misma balanza usada para calibrar el picnómetro, verificar que la masa del picnómetro está entre 0,06 g de la masa promedio calibrada. Si no lo está, re calibrar la masa seca del picnómetro (Ministerio de Transporte y Comunicaciones , 2016).

- **Método A:** Procedimiento para especímenes húmedos:

Determinar el contenido de agua de una porción de muestra de acuerdo con el Método de ensayo D 2216. Usando este contenido de agua, calcular el rango de masas húmedas para el peso específico del espécimen. De la muestra, obtener un espécimen dentro de este rango. No muestrear para obtener una masa exacta predeterminada (Ministerio de Transporte y Comunicaciones , 2016).

Se dispersara el suelo usando un mezclador o mecanismo equivalente para dispersar el suelo. Añadir al suelo alrededor de 100 mL de agua. El volumen mínimo de pasta aguada que puede ser preparado para este equipamiento requerirá típicamente el uso de un picnómetro de 500 mL (Ministerio de Transporte y Comunicaciones , 2016).

Usando el embudo, verter la pasta aguada en el picnómetro. Enjuagar cualquier partícula de suelo remanente en el embudo dentro del picnómetro usando un spray de lavado en una botella a presión (Ministerio de Transporte y Comunicaciones , 2016).

**PRESENTADO POR:**

- Danny Daniel Saavedra Oré.
- Danilo Saavedra Oré.



- **Método B:** Procedimiento para especímenes secados al horno:

Se secará el espécimen hasta una masa constante en un horno manteniéndose a  $110 \pm 5^\circ\text{C}$ . Desmenuzar algunos terrones de suelo usando un mortero y mano. Si el suelo no se dispersara fácilmente después del secado o ha cambiado su composición, use el Método de Ensayo A (Ministerio de Transporte y Comunicaciones , 2016).

Se colocará el embudo en el picnómetro. El pico del embudo debe extenderse pasando la marca de calibración o sello del tapón. Vierta directamente los sólidos de suelo en el embudo. Enjuagar cualquier partícula de suelo remanente en el embudo dentro del picnómetro usando un spray de lavado en una botella a presión (Ministerio de Transporte y Comunicaciones , 2016).

- **Preparando la pasta aguada de suelo:** Se añadirá agua hasta que el nivel del agua esté entre  $1/3$  y  $1/2$  de la profundidad del cuerpo principal del picnómetro. Agite el agua hasta que la pasta aguada se forme. Enjuagar cualquier suelo adherido al picnómetro en la pasta (Ministerio de Transporte y Comunicaciones , 2016).

Si la pasta aguada no está formada pero si una pasta viscosa, use un picnómetro teniendo un volumen mayor (Ministerio de Transporte y Comunicaciones , 2016).

- **Desairando la pasta aguada de suelo:** El aire atrapado en la pasta de aguada de suelo puede ser removido usando ya sea calor (ebullición), vacío o calor y vacío combinados (Ministerio de Transporte y Comunicaciones , 2016).

Cuando se usa solo el calor (ebullición), use una duración de al menos 2 horas después de que la mezcla suelo – agua llegue a hervir completamente. Use solo suficiente calor para lograr que la pasta aguada hierva. Agite la pasta aguada como una necesidad de prevenir que alguna partícula de suelo esté pegada o secada en el vidrio por encima de la superficie de la pasta aguada (Ministerio de Transporte y Comunicaciones , 2016).

Si solo el vacío es usado, el picnómetro debe ser continuamente agitado bajo un vacío de al menos 2 horas. Continuarmente agitado significa que los sólidos de suelos limo / arcillosos permanecerán en suspensión, y que la pasta aguada esté en constante movimiento. El vacío debe permanecer relativamente constante y ser lo suficiente para causar burbujeo al inicio del proceso de desairado (Ministerio de Transporte y Comunicaciones , 2016).

Si la combinación de vacío y calor es usada, los picnómetros pueden ser colocados en un baño de agua templada (no más de  $40^\circ\text{C}$ ) mientras se aplique el vacío. El nivel de agua en el baño debería estar ligeramente por

**PRESENTADO POR:**

- Danny Daniel Saavedra Oré.
- Danilo Saavedra Oré.



debajo del nivel de agua en el picnómetro, si el vidrio del picnómetro se calienta, el suelo se pegará y secará típicamente al vidrio. La duración del vacío y el calor deben ser de al menos 1 hora después de iniciada la ebullición. Durante el proceso, la pasta aguada debería ser agitada como una necesidad de mantener la ebullición y prevenir que el suelo se seque en el picnómetro (Ministerio de Transporte y Comunicaciones , 2016).

- **Llenado del picnómetro con agua:** llenara el picnómetro con agua desairada introduciendo el agua a través de una pieza de tubo de diámetro pequeño con su extremo puesto justo debajo de la superficie de la pasta aguada en el picnómetro o usando el tubo de llenado del picnómetro. Si el tubo de llenado del picnómetro es usado, llene el tubo con agua, y cierre la válvula, coloque el tubo tal que los hoyos de drenaje estén justo en la superficie de la pasta aguada. Abrir la válvula ligeramente para permitir que el agua fluya sobre la superficie de la pasta aguada. Al desarrollarse la capa de agua limpia, subir el tubo e incrementar la velocidad de flujo. Si el agua añadida se torna nublosa, no añada agua sobre la marca de calibración o en el área del sello del tapón. Añada el agua remanente el siguiente día (Ministerio de Transporte y Comunicaciones , 2016).  
Si usa el matraz de yodo taponado, llene el matraz, tal que la base del tapón esté sumergida en agua. Entonces apoye el tapón en ángulo en el cuello acampanado para prevenir aire entrampado debajo del tapón. Si usa un matraz volumétrico o taponado, llene el matraz por encima o por debajo de la marca de calibración dependiendo de la preferencia (Ministerio de Transporte y Comunicaciones , 2016).

Si el calor ha sido usado, deje el espécimen enfriar hasta aproximadamente la temperatura del cuarto (Ministerio de Transporte y Comunicaciones , 2016).

- **Equilibrio termal:** Se pondrá el picnómetro(s) en el contenedor aislado. El termómetro (en un vaso picudo de agua), y algo de agua desairada en una botella junto con ya sea un gotero o una pipeta que debería también ser colocada en el contenedor aislado. Deje este ítem en el contenedor cerrado toda la noche para lograr el equilibrio termal (Ministerio de Transporte y Comunicaciones , 2016).

Determinación de la masa del picnómetro – Si el contenedor aislado no está posicionado cerca de una balanza, mover el contenedor aislado cerca de la balanza o viceversa. Abra el contenedor y saque el picnómetro. Solo toque la punta o la corona del picnómetro porque el calor de las manos puede cambiar el equilibrio termal. Coloque el picnómetro en un bloque aislado (Styrofoam o un equivalente) (Ministerio de Transporte y Comunicaciones , 2016).

Si el matraz taponado es usado, se colocara el tapón en la botella mientras remueve el exceso de agua usando un gotero. Seque la corona usando un papel toalla. Se debe estar seguro de que el exterior del matraz esté seco (Ministerio de Transporte y Comunicaciones , 2016).

**PRESENTADO POR:**

- Danny Daniel Saavedra Oré.
- Danilo Saavedra Oré.



Se medirá y registrara la masa del picnómetro, suelo, y agua con una aproximación de 0,01g usando la misma balanza usada para la calibración del picnómetro (Ministerio de Transporte y Comunicaciones , 2016).

- **Temperatura del picnómetro:** Se medirá y registrara la temperatura de la mezcla pastosa aguada de suelo agua con una aproximación de 0,1°C usando el termómetro y el método usado durante la calibración. Esta es la temperatura de ensayo, Tt.
- **Masa del suelo seco:** Se determinara la masa de una tara o paltillo con una aproximación de 0,01g. Transfiera el suelo pastoso aguado a la tara o paltillo. Es imperativo que todo el suelo sea transferido. El agua puede ser añadida. Secar el espécimen hasta una masa constante en un horno manteniéndolo a  $110 \pm 5^\circ\text{C}$  y enfriarlo en un secador. Si la tara puede ser sellada de manera que el suelo no pueda absorber humedad durante el enfriamiento, un secador no será necesario. Mida la masa seca de los sólidos de suelo con la tara con una aproximación de 0,01 g usando la balanza designada, calcule y registre la masa de los sólidos de suelo secos con una aproximación de 0,01 g (Ministerio de Transporte y Comunicaciones , 2016).

- **CÁLCULOS.**

Se calculara la masa del picnómetro y agua a la temperatura de ensayo como sigue:

$$M_{pw} = M_p + (V_p \times \rho_w)$$

Donde:

$M_{pw}$ : Masa del picnómetro y agua a la temperatura, gr.

$M_p$ : Masa promedio calibrada del picnómetro seco, gr.

$V_p$ : Volumen promedio calibrado del picnómetro, mL.

$P_w$ : Densidad del agua a la temperatura de ensayo, gr/mL.

Se calculara el peso específico de los sólidos de suelo a la temperatura de ensayo,  $G_t$  como sigue:

$$G_t = \frac{\rho_s}{\rho_w} = \frac{M_s}{M_{pw} - (M_{pws} - M_s)}$$

Donde:

$\rho_s$ : Densidad del sólidos de suelo, gr/cm<sup>3</sup>.

$P_w$ : Densidad del agua a la temperatura de ensayo, gr/cm<sup>3</sup>.

$M_s$ : Masa de los sólidos de suelo secadas al horno (g).

**PRESENTADO POR:**

- Danny Daniel Saavedra Oré.
- Danilo Saavedra Oré.



Mpws: Masa del picnómetro, agua, y sólidos de suelo a la temperatura de ensayo, gr.

Se calculara la gravedad específica de los sólidos de suelo a la a 20°C como sigue:

$$G_{20^{\circ}C} = KxGt$$

Donde:

K: el coeficiente de temperatura.

Para sólidos de suelo conteniendo partículas más grandes que el tamiz de 4,75 mm (Nº 4) para el cual el Método de Ensayo ASTM C 127 fue usado para determinar el peso específico de estas partículas, calcule un peso específico promedio. El método de ensayo ASTM C 127 requiere que el ensayo sea realizado a  $23 \pm 1,7$  °C y no requiere que el dato de peso específico sea corregido a 20 °C (Ministerio de Transporte y Comunicaciones , 2016).

Use la siguiente ecuación para calcular el peso específico promedio:

$$G_{avg@20^{\circ}C} = \frac{1}{\frac{R}{100 \times G_{1@20^{\circ}C}} + \frac{P}{100 \times G_{2@20^{\circ}C}}}$$

Donde:

R: Porcentaje de suelo retenido en la malla 4,75mm.

P: Porcentaje de suelo que pasa la malla 4,75mm.

G<sub>1@20°C</sub>: Peso específico de suelos retenido en el tamiz 4,75mm como fue determinado por el método de ensayo ASTM C 127, corregido a 20°C.

G<sub>2@20°C</sub>: Peso específico de suelos que pasan el tamiz 4,75mm como fue determinado por estos métodos de ensayo.

### 16.1.3. DISTRIBUCIÓN GRANULOMÉTRICA.

- **Objeto.**

Determinar cuantitativamente la distribución de tamaños de partículas de suelo (Ministerio de Transporte y Comunicaciones , 2016).

- **Finalidad y Alcance.**

Este Modo Operativo describe el método para determinar los porcentajes de suelo que pasan por los distintos tamices de la serie empleada en el ensayo, hasta el de 74 mm (Nº 200) (Ministerio de Transporte y Comunicaciones , 2016).

Este Modo Operativo no propone los requisitos concernientes a seguridad. Es responsabilidad del usuario establecer las cláusulas de seguridad y salubridad correspondientes, y determinar además las obligaciones de su uso e interpretación (Ministerio de Transporte y Comunicaciones , 2016).

#### PRESENTADO POR:

- Danny Daniel Saavedra Oré.
- Danilo Saavedra Oré.



- **Equipos.**

Dos balanzas. Una con sensibilidad de 0,01 g para pesar material que pase el tamiz de 4,760 mm (N° 4). Otra con sensibilidad de 0,1% del peso de la muestra, para pesar los materiales retenidos en el tamiz de 4,760 mm (N° 4). Estufa. Capaz de mantener temperaturas uniformes y constantes hasta de  $110 \pm 5$  °C (Ministerio de Transporte y Comunicaciones , 2016).

- **Material.**

Se debe usar una serie de tamices que, al dibujar la gradación, dé una separación uniforme entre los puntos del gráfico; esta serie estará integrada como mínimo por los siguientes tamices de malla cuadrada:

**CUADRO N° 12:** Requerimiento mínimo de Tamices para el análisis granulométrico.

TAMICES	ABERTURA (mm)
3''	75.000
1 1/2''	38.100
3/4''	19.000
3/8''	9.500
N° 4	4.760
N° 8	2.360
N° 16	1.100
N° 30	0.590
N° 50	0.297
N° 100	0.149
N° 200	0.075

**Fuente:** Manual de Ensayo de Materiales, Ministerio de Transporte y comunicaciones.

También se utilizara:

- Envases. Adecuados para el manejo y secado de las muestras.
- Cepillo y brocha. Para limpiar las mallas de los tamices.

- **Muestra.**

Según sean las características de los materiales finos de la muestra, el análisis con tamices se hace, bien con la muestra entera, o bien con parte de ella después de separar los finos por lavado. Si la necesidad del lavado no se puede determinar por examen visual, se seca en el horno una pequeña porción húmeda del material y luego se examina su resistencia en seco rompiéndola entre los dedos. Si se puede romper fácilmente y el material fino se pulveriza bajo la presión de aquellos, entonces el análisis con tamices se puede efectuar sin previo lavado (Ministerio de Transporte y Comunicaciones , 2016).

**PRESENTADO POR:**

- Danny Daniel Saavedra Oré.
- Danilo Saavedra Oré.

Prepárese una muestra para el ensayo como se describe en la preparación de muestras para análisis granulométrico (MTC E 106), la cual estará constituida por dos fracciones: una retenida sobre el tamiz de 4,760 mm (Nº 4) y otra que pasa dicho tamiz. Ambas fracciones se ensayaran por separado (Ministerio de Transporte y Comunicaciones , 2016).

El peso del suelo secado al aire y seleccionado para el ensayo, como se indica en el modo operativo MTC E 106, será suficiente para las cantidades requeridas para el análisis mecánico, como sigue:

- Para la porción de muestra retenida en el tamiz de 4,760 mm (Nº 4) el peso dependerá del tamaño máximo de las partículas de acuerdo al siguiente cuadro:

**CUADRO N° 13:** Proporción de muestra retenida en la malla Nº 4 de acuerdo al tamaño máximo.

Diámetro nominal de las partículas más grandes mm (pulg)	Peso mínimo aproximado de la porción (g)
9.5 (3/8")	500
19.6 (3/4")	1000
25.7 (1")	2000
37.5 (1 1/2")	3000
50.0 (2")	4000
75.0 (3")	5000

**Fuente:** Manual de Ensayo de Materiales, Ministerio de Transporte y comunicaciones.

- El tamaño de la porción que pasa tamiz de 4,760 mm (Nº 4) será aproximadamente de 115 g para suelos arenosos y de 65 g para suelos arcillosos y limosos (Ministerio de Transporte y Comunicaciones , 2016).

En el modo operativo MTC E 106 se dan indicaciones para la pesada del suelo secado al aire y seleccionado para el ensayo, así como para la separación del suelo sobre el tamiz de 4,760 mm (Nº 4) por medio del tamizado en seco, y para el lavado y pesado de las fracciones lavadas y secadas retenidas en dicho tamiz. De estos dos pesos, los porcentajes, retenido y que pasa el tamiz de 4,760 mm (Nº 4) (Ministerio de Transporte y Comunicaciones , 2016).

Se puede tener una comprobación de los pesos, así como de la completa pulverización de los terrones, pesando la porción de muestra que pasa el tamiz de 4,760 mm (Nº 4) y agregándole este valor al peso de la porción de muestra lavada y secada en el horno, retenida en el tamiz de 4,760 mm (Nº 4) (Ministerio de Transporte y Comunicaciones , 2016).

**PRESENTADO POR:**

- Danny Daniel Saavedra Oré.
- Danilo Saavedra Oré.

- **Procedimiento.**

- **Análisis por medio de tamizado de la fracción retenida en el tamiz de 4,760 mm (Nº 4).**

Sepárese la porción de muestra retenida en el tamiz de 4,760 mm (Nº 4) en una serie de fracciones usando los tamices de:

**CUADRO N° 14:** Tamices con Aberturas mayores.

TAMICES	ABERTURA (mm)
3"	75.000
2"	50.800
1 ½"	38.100
1"	25.400
¾"	19.000
⅜"	9.500
Nº 4	4.760

**Fuente:** Manual de Ensayo de Materiales, Ministerio de Transporte y comunicaciones.

En la operación de tamizado manual se mueve el tamiz o tamices de un lado a otro y recorriendo circunferencias de forma que la muestra se mantenga en movimiento sobre la malla. Debe comprobarse al desmontar los tamices que la operación está terminada; esto se sabe cuándo no pasa más del 1 % de la parte retenida al tamizar durante un minuto, operando cada tamiz individualmente. Si quedan partículas apesadas en la malla, deben separarse con un pincel o cepillo y reunir las con lo retenido en el tamiz (Ministerio de Transporte y Comunicaciones , 2016).

Cuando se utilice una tamizadora mecánica, se pondrá a funcionar por diez minutos aproximadamente, el resultado se puede verificar usando el método manual (Ministerio de Transporte y Comunicaciones , 2016).

Se determina el peso de cada fracción en una balanza con una sensibilidad de 0,1 %. La suma de los pesos de todas las fracciones y el peso, inicial de la muestra no debe diferir en más de 1 % (Ministerio de Transporte y Comunicaciones , 2016).

- **Análisis Granulométrico de la Fracción Fina.**

El análisis granulométrico de la fracción que pasa el tamiz de 4,760 mm (Nº 4), se hará por tamizado y/o sedimentación según las características de la muestra y según la información requerida (Ministerio de Transporte y Comunicaciones , 2016).

Los materiales arenosos que contengan muy poco limo y arcilla, cuyos terrones en estado seco se desintegren con facilidad, se podrán tamizar en seco (Ministerio de Transporte y Comunicaciones , 2016).

**PRESENTADO POR:**

- Danny Daniel Saavedra Oré.
- Danilo Saavedra Oré.



Los materiales limo-arcillosos, cuyos terrones en estado seco no rompan con facilidad, se procesarán por la vía húmeda (Ministerio de Transporte y Comunicaciones , 2016).

Si se requiere la curva granulométrica completa incluyendo la fracción de tamaño menor que el tamiz de 0,074 mm (Nº 200), la gradación de ésta se determinará por sedimentación, utilizando el hidrómetro para obtener los datos necesarios. Ver Modo Operativo MTC E 109-2009 (Ministerio de Transporte y Comunicaciones , 2016).

Se puede utilizar procedimientos simplificados para la determinación del contenido de partículas menores de un cierto tamaño, según se requiera (Ministerio de Transporte y Comunicaciones , 2016).

La fracción de tamaño mayor que el tamiz de 0,074 mm (Nº 200), se analizará por tamizado en seco, lavando la muestra previamente sobre el tamiz de 0,074 mm (Nº 200) (Ministerio de Transporte y Comunicaciones , 2016).

Procedimiento para el análisis granulométrico por lavado sobre el tamiz de 0,074 mm (Nº 200) (Ministerio de Transporte y Comunicaciones , 2016).

Se separan mediante cuarteo, 115 g para suelos arenosos y 65 gr para suelos arcillosos y limosos, pesándolos con exactitud de 0,01 gr (Ministerio de Transporte y Comunicaciones , 2016).

Humedad higroscópica. Se pesa una porción de 10 a 15 g de los cuarteos anteriores y se seca en el horno a una temperatura de  $110 \pm 5$  °C. Se pesan de nuevo y se anotan los pesos (Ministerio de Transporte y Comunicaciones , 2016).

Se coloca la muestra en un recipiente apropiado, cubriéndola con agua y se deja en remojo hasta que todos los terrones se ablanden (Ministerio de Transporte y Comunicaciones , 2016).

Se lava a continuación la muestra sobre el tamiz de 0,074 mm Nº 200), con abundante agua, evitando frotarla contra el tamiz y teniendo mucho cuidado de que no se pierda ninguna partícula de las retenidas en él (Ministerio de Transporte y Comunicaciones , 2016).

Se recoge lo retenido en un recipiente, se seca en el horno a una temperatura de  $110 \pm 5$  °C y se pesa (Ministerio de Transporte y Comunicaciones , 2016).

Posteriormente se tamizara en seco siguiendo los procedimientos anteriores.

**PRESENTADO POR:**

- Danny Daniel Saavedra Oré.
- Danilo Saavedra Oré.



- **Cálculos.**

- **Valores de análisis de tamizado para la porción retenida en el tamiz de 4,760 mm (Nº4).**

Se calcula el porcentaje que pasa el tamiz de 4,760 mm (Nº 4), dividiendo el peso que pasa dicho tamiz por el del suelo originalmente tomado y se multiplica el resultado por 100. Para obtener el peso de la porción retenida en el mismo tamiz, réstese del peso original, el peso del pasante por el tamiz de 4,760 mm (Nº 4) (Ministerio de Transporte y Comunicaciones , 2016).

Para comprobar el material que pasa por el tamiz de 9,52 mm (3/8”), se agrega al peso total del suelo que pasa por el tamiz de 4,760 mm (Nº4), el peso de la fracción que pasa el tamiz de 9,52 mm (3/8”) y que queda retenida en el de 4,760 mm (Nº4). Para los demás tamices continúese el cálculo de la misma manera (Ministerio de Transporte y Comunicaciones , 2016).

Para determinar el porcentaje total que pasa por cada tamiz, se divide el peso total que pasa entre el peso total de la muestra y se multiplica el resultado por 100 (Ministerio de Transporte y Comunicaciones , 2016).

- **Valores del análisis por tamizado para la porción que pasa el tamiz de 4,760 mm (Nº 4).**

Se calcula el porcentaje de material que pasa por el tamiz de 0,074 mm (Nº 200) de la siguiente forma:

$$\% \text{ Pasa } 0,074 = \frac{\text{Peso Total} - \text{Peso Retenido en el Tamiz de } 0,074}{\text{Peso Total}} \times 100$$

Se calcula el porcentaje retenido sobre cada tamiz en la siguiente forma:

$$\% \text{ Retenido} = \frac{\text{Peso Retenido en el Tamiz}}{\text{Peso Total}} \times 100$$

Se calcula el porcentaje más fino. Restando en forma acumulativa de 100 % los porcentajes retenidos sobre cada tamiz.

$$\% \text{ Pasa} = 100 - \% \text{ Retenido acumulado}$$

**PRESENTADO POR:**

- Danny Daniel Saavedra Oré.
- Danilo Saavedra Oré.



#### 16.1.4. LIMITE LÍQUIDO.

- **Objetivos.**

Es el contenido de humedad, expresado en porcentaje, para el cual el suelo se halla en el límite entre los estados líquido y plástico. Arbitrariamente se designa como el contenido de humedad al cual el surco separador de dos mitades de una pasta de suelo se cierra a lo largo de su fondo en una distancia de 13 mm (1/2 pulg) cuando se deja caer la copa 25 veces desde una altura de 1 cm a razón de dos caídas por segundo (Ministerio de Transporte y Comunicaciones , 2016).

- **Finalidad Y Alcance.**

Este método de ensayo es utilizado como una parte integral de varios sistemas de clasificación en ingeniería para caracterizar las fracciones de grano fino de suelos véase anexos de clasificación de este manual. (SUCS y AASHTO) y para especificar la fracción de grano de materiales de construcción (véase especificación ASTM D1241). El límite líquido, el límite plástico, y el índice de plasticidad de suelos con extensamente usados, tanto individual como en conjunto, con otras propiedades de suelo para correlacionarlos con su comportamiento ingenieril tal como la compresibilidad, permeabilidad, compactibilidad, contracción-expansión y resistencia al corte (Ministerio de Transporte y Comunicaciones , 2016).

El límite líquido y plástico de un suelo pueden utilizar con el contenido de humedad natural de un suelo para expresar su consistencia relativa o índice de liquidez y puede ser usado con el porcentaje más fino que  $2\mu\text{m}$  para determinar su número de actividad (Ministerio de Transporte y Comunicaciones , 2016).

Frecuentemente se utilizan tres métodos para evaluar las características de intemperización de materiales compuestos por arcilla-lutita. Cuando se someten a ciclos repetidos de humedecimiento y secado, los límites de estos materiales tienden a incrementarse. La magnitud del incremento se considera ser una medida de la susceptibilidad de la lutitas a la intemperización (Ministerio de Transporte y Comunicaciones , 2016).

#### PRESENTADO POR:

- Danny Daniel Saavedra Oré.
- Danilo Saavedra Oré.



El límite líquido de un suelo que contiene cantidades significativas de materia orgánica decrece dramáticamente cuando el suelo es secado al horno antes de ser ensayado. La comparación del límite líquido de una muestra antes y después del secado al horno puede por consiguiente ser usada como una medida cualitativa del contenido de materia orgánica de un suelo (Ministerio de Transporte y Comunicaciones , 2016).

- **Equipos.**

- Recipiente para Almacenaje. Una vasija de porcelana de 115 mm (4 ½") de diámetro aproximadamente.
- Aparato del límite líquido (o de Casagrande).
- De operación manual. Es un aparato consistente en una taza de bronce con sus aditamentos.
- De operación mecánica. Es un aparato equipado con motor para producir la altura y el número de golpes. El aparato debe dar los mismos valores para el límite líquido que los obtenidos con el aparato de operación manual.
- Calibrador. Ya sea incorporado al ranurador o separado, de acuerdo con la dimensión crítica "d", y puede ser, si fuere separada, una barra de metal de  $10,00 \pm 0,2$  mm ( $0,394 \pm 0,008$ ") de espesor y de 50 mm (2") de largo, aproximadamente.
- Recipientes o Pesa Filtros. De material resistente a la corrosión, y cuya masa no cambie con repetidos calentamientos y enfriamientos. Deben tener tapas que cierren bien, sin costuras, para evitar las pérdidas de humedad de las muestras antes de la pesada inicial y para evitar la absorción de humedad de la atmósfera tras el secado y antes de la pesada final.
- Balanza. Una balanza con sensibilidad de 0,01 g.
- Estufa. Termostáticamente controlado y que pueda conservar temperaturas de  $110 \pm 5^\circ\text{C}$  para secar la muestra.

- **Materiales.**

Espátula. De hoja flexible de unos 75 a 100 mm (3"– 4") de longitud y 20 mm (¾") de ancho aproximadamente (Ministerio de Transporte y Comunicaciones , 2016).

**PRESENTADO POR:**

- Danny Daniel Saavedra Oré.
- Danilo Saavedra Oré.



- **Muestra.**

Se obtiene una porción representativa de la muestra total suficiente para proporcionar 150 g a 200 g de material pasante del tamiz 425  $\mu\text{m}$  (N° 40). Las muestras que fluyen libremente pueden ser reducidas por los métodos de cuarteo o división de muestras. Las muestras cohesivas deben ser mezcladas totalmente en un recipiente con una espátula, o cuchara y se obtendrá una porción representativa de la masa total extrayéndola dos veces con la cuchara.

- **Procedimiento.**

- **Multipunto.**

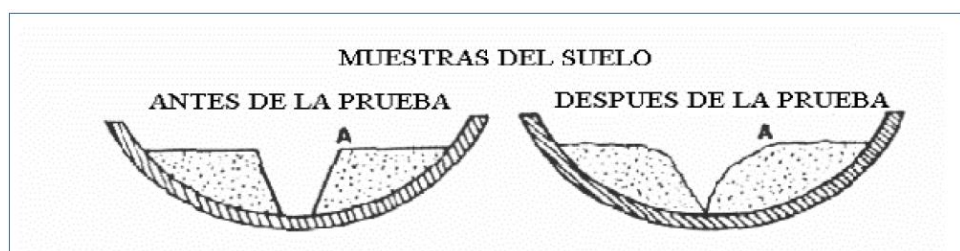
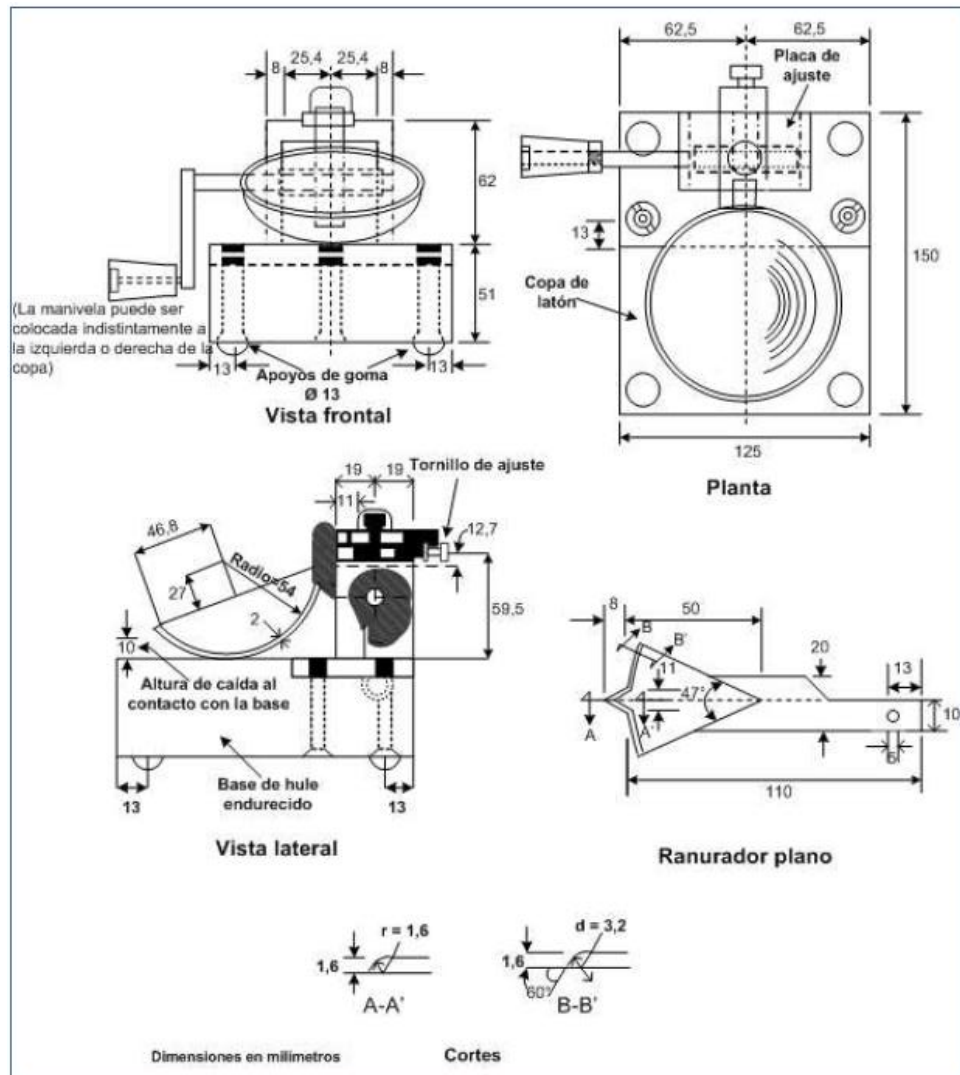
Colocar una porción del suelo preparado, en la copa del dispositivo de límite líquido en el punto en que la copa descansa sobre la base, presionándola, y esparciéndola en la copa hasta una profundidad de aproximadamente 10 mm en su punto más profundo, formando una superficie aproximadamente horizontal. Tener cuidado en no dejar burbujas de aire atrapadas en la pasta con el menor número de pasadas de espátula como sea posible. Mantener el suelo no usado en el plato de mezclado. Cubrir el plato de mezclado con un paño húmedo (o por otro medio) para retener la humedad en la muestra (Ministerio de Transporte y Comunicaciones , 2016).

**PRESENTADO POR:**

- Danny Daniel Saavedra Oré.
- Danilo Saavedra Oré.



**GRAFICO N° 25:** Aparato manual para límite líquido.



**Fuente:** Manual de Ensayo de Materiales, Ministerio de Transporte y comunicaciones.

Utilizando el acanalador, dividir la muestra contenida en la copa, haciendo una ranura a través del suelo siguiendo una línea que una el punto más alto y el punto más bajo sobre el borde de la copa. Cuando se corte la ranura, mantener el acanalador contra la superficie de la copa y trazar un

**PRESENTADO POR:**

- Danny Daniel Saavedra Oré.
- Danilo Saavedra Oré.



arco, manteniendo la corriente perpendicular a la superficie de la copa en todo su movimiento. En los suelos en los que no se puede hacer la ranura en una sola pasada sin desgarrar el suelo, cortar la ranura con varias pasadas del acanalador. Como alternativa, puede cortarse la ranura a dimensiones ligeramente menores que las requeridas, con una espátula y usar la del acanalador las dimensiones finales de la ranura (Ministerio de Transporte y Comunicaciones , 2016).

Verificar que no existen restos de suelo por debajo de la copa. Levantar y soltar la copa girando el manubrio a una velocidad de 1,9 a 2,1 golpes por segundo hasta que las dos mitades de suelo estén en contacto en la base de la ranura una longitud de 13 mm (1/2 pulg) (Ministerio de Transporte y Comunicaciones , 2016).

Verificar que no se haya producido el cierre prematuro de la ranura debido a burbujas de aire, observando que ambos lados de la ranura se hayan desplazado en conjunto aproximadamente con la misma forma. Si una burbuja hubiera causado el cierre prematuro de la ranura, formar nuevamente el suelo en la copa, añadiendo una pequeña cantidad de suelo para compensar la pérdida en la operación de ranuración y repetir el procedimiento a un contenido más elevado. Si luego de varias pruebas a contenidos de humedad sucesivamente más altos, la pasta de suelo se sigue deslizando en la copa o si el número de golpes necesarios para cerrar la ranura es siempre menor de 25, se registrará que el límite no pudo determinarse, y se reportará al suelo como no plástico sin realizar el ensayo de límite plástico (Ministerio de Transporte y Comunicaciones , 2016).

Registrar el número de golpes, N, necesario para cerrar la ranura. Tomar una tajada de suelo de aproximadamente de ancho de la espátula, extendiéndola de extremo a extremo de la torta de suelo en ángulos rectos a la ranura e incluyendo la porción de la ranura en la cual el suelo se deslizó en conjunto, colocarlo en un recipiente de peso conocido, y cubrirlo (Ministerio de Transporte y Comunicaciones , 2016)

**PRESENTADO POR:**

- Danny Daniel Saavedra Oré.
- Danilo Saavedra Oré.



Regresar el suelo remanente en la copa al plato de mezclado. Lavar y secar la copa y el acanalador y fijar la copa nuevamente a su soporte como preparación para la siguiente prueba (Ministerio de Transporte y Comunicaciones , 2016).

Mezclar nuevamente todo el espécimen de suelo en el plato de mezclado añadiéndole agua destilada para aumentar su contenido de humedad y disminuir el número de golpes necesarios para cerrar la ranura. Repetir el procedimiento para al menos dos pruebas adicionales produciendo números de golpes sucesivamente más bajos para cerrar la ranura. Una de estas pruebas se realizará para un cierre que requiera de 25 a 35 golpes, una para un cierre entre 20 y 30 golpes, y una prueba para un cierre que requiera de 15 a 25 golpes (Ministerio de Transporte y Comunicaciones , 2016).

Determinar el contenido de humedad, del espécimen de suelo de cada prueba de acuerdo al método de ensayo NTP 339.127. Los pesos iniciales deben determinarse inmediatamente después de terminar el ensayo. Si el ensayo se interrumpe por más de 15 minutos, el espécimen ya obtenido debe pesarse en el momento de la interrupción (Ministerio de Transporte y Comunicaciones , 2016).

- **Un punto.**

El ensayo se efectúa de la misma manera pero solo una vez, es decir un solo resultado.

• **Cálculos.**

- **Multipunto.**

Representar la relación entre el contenido de humedad,  $W_n$ , y el número de golpes correspondientes,  $N$ , de la copa sobre un gráfico semilogarítmico con el contenido de humedad como ordenada sobre la escala aritmética, y el número de golpes como abscisa en escala logarítmica. Trazar la mejor línea recta que pase por los tres puntos o más puntos graficados.

**PRESENTADO POR:**

- Danny Daniel Saavedra Oré.
- Danilo Saavedra Oré.



Tomar el contenido de humedad correspondiente a la intersección de la línea con la abscisa de 25 golpes como el límite líquido del suelo. El método gráfico puede sustituir los métodos de ajuste para encontrar una línea recta con los datos, para encontrar el límite líquido.

- **Un punto.**

Determinar el límite líquido para cada espécimen para contenido de humedad usando una de las siguientes ecuaciones:

$$LL = W^n \left( \frac{N}{25} \right)^{0.121} \quad \text{o} \quad LL = k W^n$$

Donde:

N: Números de golpes requeridos para cerrar la ranura para el contenido de humedad.

Wn: Contenido de humedad del suelo.

K: factor del Limite Liquido.

**CUADRO N° 15:** Factor para Limite Liquido por Número de Golpes.

N (Numero de golpes)	K (Factor para límite líquido)
20	0.974
21	0.979
22	0.985
23	0.990
24	0.995
25	1.000
26	1.005
27	1.009
28	1.014
29	1.018
30	1.022

**Fuente:** Manual de Ensayo de Materiales, Ministerio de Transporte y comunicaciones.

**PRESENTADO POR:**

- Danny Daniel Saavedra Oré.
- Danilo Saavedra Oré.



CUADRO N° 16: Factor para Limite Líquido por Número de Golpes.

Índice de precisión y tipo de ensayo	Desviación Estándar	Rango Aceptable de dos resultados
Precisión de un operador simple		
Límite Líquido	0.8	2.4
Precisión Multilaboratorio		
Límite Líquido	3.5	9.9

**Fuente:** Manual de Ensayo de Materiales, Ministerio de Transporte y comunicaciones.

#### 16.1.5. LIMITE PLÁSTICO E ÍNDICE DE PLASTICIDAD.

- **Objetivos.**

Determinar en el laboratorio el límite plástico de un suelo y el cálculo del índice de plasticidad (I.P.) si se conoce el límite líquido (L.L.) del mismo suelo.

- **Finalidad y Alcance.**

Se denomina límite plástico (L.P.) a la humedad más baja con la que pueden formarse barritas de suelo de unos 3,2 mm (1/8") de diámetro, rodando dicho suelo entre la palma de la mano y una superficie lisa (vidrio esmerilado), sin que dichas barritas se desmoronen (Ministerio de Transporte y Comunicaciones , 2016).

Este método de ensayo es utilizado como una parte integral de varios sistemas de clasificación en ingeniería para caracterizar las fracciones de grano fino de suelos (véase anexos de clasificación SUCS y AASHTO) y para especificar la fracción de grano de materiales de construcción (véase especificación ASTM D1241). El límite líquido, el límite plástico, y el índice de plasticidad de suelos con extensamente usados, tanto individual como en conjunto, con otras propiedades de suelo para correlacionarlos con su comportamiento ingenieril tal como la compresibilidad, permeabilidad, compactibilidad, contracción-expansión y resistencia al corte (Ministerio de Transporte y Comunicaciones , 2016).

**PRESENTADO POR:**

- Danny Daniel Saavedra Oré.
- Danilo Saavedra Oré.



Los plásticos de un suelo pueden utilizar con el contenido de humedad natural de un suelo para expresar su consistencia relativa o índice de liquidez y puede ser usado con el porcentaje más fino que  $2\mu\text{m}$  para determinar su número de actividad (Ministerio de Transporte y Comunicaciones , 2016).

- **Equipos.**

- Espátula, de hoja flexible, de unos 75 a 100 mm (3" – 4") de longitud por 20 mm (3/4") de ancho.
- Recipiente para Almacenaje, de porcelana o similar, de 115 mm (4 1/2") de diámetro.
- Balanza, con aproximación a 0,01 g.
- Horno o Estufa, termostáticamente controlado regulable a  $110 \pm 5$  °C.
- Tamiz, de 426  $\mu\text{m}$  (N° 40).
- Agua destilada.
- Vidrios de reloj, o recipientes adecuados para determinación de humedades.
- Superficie de rodadura. Comúnmente se utiliza un vidrio grueso esmerilado.

- **Muestra.**

Si se quiere determinar sólo el L.P., se toman aproximadamente 20 g de la muestra que pase por el tamiz de 426  $\mu\text{m}$  (N° 40), preparado para el ensayo de límite líquido. Se amasa con agua destilada hasta que pueda formarse con facilidad una esfera con la masa de suelo. Se toma una porción de 1,5 g a 2,0 g de dicha esfera como muestra para el ensayo (Ministerio de Transporte y Comunicaciones , 2016).

El secado previo del material en horno o estufa, o al aire, puede cambiar (en general, disminuir), el límite plástico de un suelo con material orgánico, pero este cambio puede ser poco importante (Ministerio de Transporte y Comunicaciones , 2016).

**PRESENTADO POR:**

- Danny Daniel Saavedra Oré.
- Danilo Saavedra Oré.



Si se requieren el límite líquido y el límite plástico, se toma una muestra de unos 15 g de la porción de suelo humedecida y amasada, preparada de acuerdo con la Norma MTC E 110 (determinación del límite líquido de los suelos). La muestra debe tomarse en una etapa del proceso de amasado en que se pueda formar fácilmente con ella una esfera, sin que se pegue demasiado a los dedos al aplastarla. Si el ensayo se ejecuta después de realizar el del límite líquido y en dicho intervalo la muestra se ha secado, se añade más agua (Ministerio de Transporte y Comunicaciones , 2016).

- **Procedimiento.**

Se moldea la mitad de la muestra en forma de elipsoide y, a continuación, se rueda con los dedos de la mano sobre una superficie lisa, con la presión estrictamente necesaria para formar cilindros (Ministerio de Transporte y Comunicaciones , 2016).

Si antes de llegar el cilindro a un diámetro de unos 3,2 mm (1/8") no se ha desmoronado, se vuelve a hacer una elipsoide y a repetir el proceso, cuantas veces sea necesario, hasta que se desmora aproximadamente con dicho diámetro. El desmoronamiento puede manifestarse de modo distinto, en los diversos tipos de suelo: En suelos muy plásticos, el cilindro queda dividido en trozos de unos 6 mm de longitud, mientras que en suelos plásticos los trozos son más pequeños (Ministerio de Transporte y Comunicaciones , 2016).

Porción así obtenida se coloca en vidrios de reloj o pesa-filtros tarados, se continúa el proceso hasta reunir unos 6 g de suelo y se determina la humedad de acuerdo con la norma MTC E 108 (Ministerio de Transporte y Comunicaciones , 2016).

- **Cálculos.**

El límite plástico es el promedio de las humedades de ambas determinaciones. Se expresa como porcentaje de humedad, con aproximación a un entero y se calcula así:

$$\text{Límite Plástico} = \frac{\text{Peso de agua}}{\text{Peso de suelo secado al horno}} \times 100$$

**PRESENTADO POR:**

- Danny Daniel Saavedra Oré.
- Danilo Saavedra Oré.



- **Cálculo del Índice de Plasticidad.**

Se puede definir el índice de plasticidad de un suelo como la diferencia entre su límite líquido y su límite plástico.

$$I.P. = L.L. - L.P.$$

Donde:

L.L.: Límite Líquido

P.L.: Límite Plástico

#### 16.1.6. CORTE DIRECTO.

- **Objetivos.**

Tiene por objeto establecer el procedimiento de ensayo para determinar la resistencia al corte de una muestra de suelo consolidada y drenada, por el método del corte directo. Este ensayo puede realizarse sobre todos los tipos de suelos, con muestras inalteradas y remoldeadas (Ingeniería, 2006).

- **Aparatos.**

- **Dispositivo de carga.**

El dispositivo de carga debe ceñirse a lo siguiente.

Sostener la probeta con seguridad entre dos piedras porosas colocadas una en cada cara, de tal manera que no se presenten movimientos de torsión sobre ella (Ingeniería, 2006).

Estar provisto de los dispositivos necesarios para:

- Aplicar una fuerza normal en las caras de la muestra (Ingeniería, 2006).
- Determinar los cambios en el espesor de la muestra (Ingeniería, 2006).
- Drenar el agua a través de las piedras porosas (Ingeniería, 2006).
- Sumergir la muestra en agua (Ingeniería, 2006).
- Ser capaz de aplicar una fuerza de corte para hacer fallar la muestra a lo largo de un determinado plano (corte único) o de planos (corte doble) paralelos a las caras de la muestra (Ingeniería, 2006).
- Los marcos que sostienen la probeta deben ser lo suficientemente rígidos para evitar su deformación durante el corte (Ingeniería, 2006).
- Las diferentes partes del dispositivo deben ser de un material resistente a la corrosión por sustancias contenidas en el suelo o por la humedad del mismo (Ingeniería, 2006).

#### PRESENTADO POR:

- Danny Daniel Saavedra Oré.
- Danilo Saavedra Oré.





### **Piedras porosas.**

Las piedras porosas deben ceñirse a lo siguiente:

- Deben ser de carburo de silicio, óxido de aluminio o de un metal que no sea susceptible a la corrosión por sustancias contenidas en el suelo o la humedad del mismo (Ingeniería, 2006).
- Dependiendo del tipo de suelo que se va a ensayar, las piedras porosas deben tener la calidad adecuada para desarrollar el contacto necesario con la muestra y, además, deben evitar la intrusión excesiva de partículas de suelo dentro de sus poros (Ingeniería, 2006).
- Para ensayos con suelos normales, la calidad de las piedras debe permitir una permeabilidad de 0.5 mm/s a 1 mm/s (Ingeniería, 2006).

### **Dispositivo para la aplicación de la fuerza normal.**

Debe estar capacitado para aplicar rápidamente la fuerza especificada sin excederla y para mantenerla con una variación máxima de  $\pm 1$  % durante el proceso de ensayo (Ingeniería, 2006).

### **Dispositivo para la aplicación de la fuerza de corte.**

- La capacidad depende más que todo del tipo de control: con control de deformaciones o con control de esfuerzos. Se prefiere generalmente el primero por la facilidad para determinar, tanto el esfuerzo último, como la carga máxima (Ingeniería, 2006).
- El equipo con control de deformaciones debe tener la capacidad para cortar la muestra a una velocidad de desplazamiento uniforme, con una desviación de  $\pm 10$  % y debe permitir el ajuste de la velocidad de desplazamiento dentro de un rango más o menos amplio (Ingeniería, 2006).
- La velocidad de aplicación de la carga, depende de las características de consolidación del suelo. Se logra usualmente por medio de un motor con caja de transmisión y la fuerza de corte se determina por medio de un indicador de carga (Ingeniería, 2006).
- Si se usa el equipo con control de esfuerzos, debe ser capaz de aplicar la fuerza de corte sobre la muestra con incrementos de carga y grado de precisión (Ingeniería, 2006).

#### **PRESENTADO POR:**

- Danny Daniel Saavedra Oré.
- Danilo Saavedra Oré.



- Equipo para el corte de la muestra. Debe ser adecuado para tallar la muestra de acuerdo con las dimensiones interiores de la caja de corte con un mínimo de alteración. Puede necesitarse un soporte exterior para mantener en alineamiento axial una serie de 2 o 3 anillos (Ingeniería, 2006).

### **Otros**

- Balanza. Debe tener una sensibilidad de 0.1 g o 0.1 % del peso de la probeta (Ingeniería, 2006).
- Deformímetros o diales. Deben ser adecuados para medir los cambios en el espesor de la muestra con una sensibilidad de 0.002 mm (0.0001") y la deformación con sensibilidad de 0.02 mm (0.001") (Ingeniería, 2006).
- Estufa u Horno de secado. Capaz de mantenerse a  $110 \pm 5$  °C ( $230 \pm 9$  °F) (Ingeniería, 2006).
- Recipientes para muestras de humedad (Ingeniería, 2006).
- Equipo para el remoldeo o compactación de probetas (Ingeniería, 2006).
- Misceláneos. Incluyen: cronómetro, sierra de alambre, espátula, cuchillos, enrasadores, agua destilada y demás elementos necesarios (Ingeniería, 2006).
- 
- **Preparación de los Especímenes.**
  - Si se usa una muestra inalterada, debe ser suficientemente grande para proveer un mínimo de tres muestras idénticas (Ingeniería, 2006).
  - La preparación de la muestra debe efectuarse de tal manera que la pérdida de humedad sea insignificante (Ingeniería, 2006).
  - La muestra se talla sobre medida para las dimensiones del dispositivo de corte directo (Ingeniería, 2006).
  - Para muestras inalteradas de suelos sensibles, debe tenerse extremo cuidado al labrar las muestras, para evitar la alteración de su estructura natural (Ingeniería, 2006).
  - Se determina el peso inicial de la muestra para el cálculo posterior del contenido inicial de humedad de acuerdo con la norma (Ingeniería, 2006).
  - Si se utilizan muestras de suelos compactados, la compactación debe hacerse con las condiciones de humedad y peso unitario deseados. Se puede efectuar directamente en el dispositivo de corte, en un molde de

### **PRESENTADO POR:**

- Danny Daniel Saavedra Oré.
- Danilo Saavedra Oré.



dimensiones iguales a las del dispositivo de corte o en un molde mayor para recortarlas (Ingeniería, 2006).

- El diámetro mínimo de las muestras circulares o el ancho mínimo para muestras rectangulares debe ser alrededor de 50 mm (2"). Para minimizar las alteraciones causadas por el muestreo, el diámetro de las muestras obtenidas de tubos saca muestras debe ser, por lo menos, 5 mm (1/5") menor que el diámetro del tubo (Ingeniería, 2006).
  - El espesor mínimo de la muestra de ensayo, debe ser alrededor de 12 mm (½"), pero no menor de un sexto el tamaño máximo de las partículas del suelo (Ingeniería, 2006).
  - La relación mínima diámetro/espesor o ancho/espesor, según la muestra, debe ser 2:1 (Ingeniería, 2006).
- **Procedimiento de Ensayo.**
    - Se ensambla la caja de corte con los marcos alineados y se bloquea. Se aplica una capa de grasa entre los marcos para lograr impermeabilidad durante la consolidación y reducir la fricción durante el corte (Ingeniería, 2006).
    - Se introduce la muestra de ensayo con sumo cuidado. Se conecta el dispositivo de carga y se ajusta el dial para medir tanto la deformación durante el corte, como el cambio del espesor de la muestra y luego se determina el espesor inicial. La costumbre de humedecer las piedras porosas antes de la colocación y aplicación de la fuerza normal sobre las muestras, dependerá del tipo de problema en estudio. Para muestras inalteradas obtenidas bajo el nivel freático, deben humedecerse las piedras (Ingeniería, 2006).
    - Para suelos expansivos se debe efectuar el humedecimiento después de la aplicación de la fuerza normal, para evitar expansiones que no son representativas de las condiciones de campo (Ingeniería, 2006).
    - Se debe permitir una consolidación inicial de la muestra bajo una fuerza normal adecuada. Después de aplicar la fuerza normal predeterminada, se llena el depósito de agua hasta un nivel por encima de la muestra, permitiendo el drenaje y una nueva consolidación de la misma. El nivel del agua se debe mantener durante la consolidación y en las fases siguientes

**PRESENTADO POR:**

- Danny Daniel Saavedra Oré.
- Danilo Saavedra Oré.



de corte de tal manera que la muestra esté saturada en todo momento (Ingeniería, 2006).

- La fuerza normal que se aplique a cada una de las muestras depende de la información requerida. Un solo incremento de ella puede ser apropiado para suelos relativamente firmes. Para los demás suelos pueden ser necesarios varios incrementos con el objeto de prevenir el daño de la muestra. El primer incremento dependerá de la resistencia y de la sensibilidad del suelo. En general, esta fuerza no debe ser tan grande que haga fluir el material constitutivo de la muestra por fuera del dispositivo de corte (Ingeniería, 2006).
- Durante el proceso de la consolidación deben registrarse las lecturas de deformación normal, en tiempos apropiados, antes de aplicar un nuevo incremento de la fuerza (Ingeniería, 2006).
- Cada incremento de la fuerza normal debe durar hasta que se complete la consolidación primaria. El incremento final debe completar la fuerza normal especificada (Ingeniería, 2006).
- Se representan gráficamente las lecturas de la deformación normal contra el tiempo (Ingeniería, 2006).
- Corte de la muestra. Luego de terminada la consolidación se deben soltar los marcos separándolos aproximadamente 0.25 mm (0.01"), para permitir el corte de la muestra (Ingeniería, 2006).
- Se debe aplicar la fuerza de corte lentamente para permitir la disipación completa del exceso de presión de poros (Ingeniería, 2006).

Se continúa el ensayo hasta que el esfuerzo de corte sea constante, o hasta que se logre una deformación del 10 % del diámetro o de la longitud original (Ingeniería, 2006).

En el ensayo con control de esfuerzos, se comienza con incrementos de la fuerza de corte de aproximadamente un 10 % de la máxima estimada (Ingeniería, 2006).

Antes de aplicar un nuevo incremento, se permitirá por lo menos un 95 % de consolidación bajo el incremento anterior.

**PRESENTADO POR:**

- Danny Daniel Saavedra Oré.
- Danilo Saavedra Oré.



Cuando se ha aplicado del 50 % al 70 % de la fuerza de falla estimada, los nuevos incrementos serán de la mitad del valor de los aplicados hasta ese momento, o sea el 5 % de la máxima fuerza de corte (Ingeniería, 2006).

En la proximidad de la falla, los incrementos de la fuerza pueden ser iguales a un cuarto del incremento inicial (2.5 % de la fuerza normal de corte estimada) (Ingeniería, 2006).

Se debe llevar registro de la fuerza de corte aplicada y la deformación normal y de corte para intervalos convenientes de tiempo. Con preferencia, el incremento de la fuerza de corte debe ser continuo (Ingeniería, 2006).

Terminado el ensayo, se remueve la muestra completa de la caja de corte, se seca en la estufa y se determina el peso de los sólidos (Ingeniería, 2006).

- **Cálculos.**

Calcúlense los siguientes valores:

- Contenido inicial de humedad.
- Peso unitario seco inicial y peso unitario húmedo inicial.
- Esfuerzos de corte.
- Relación de vacíos antes y después de la consolidación y después del ensayo de corte, si se desea.
- Los grados de saturación inicial y final, si se desea.

- **Observaciones.**

- Se deben registrar todos los datos básicos del ensayo, incluyendo el esfuerzo normal, desplazamiento de corte y los valores correspondientes de la resistencia al corte máximo y residual cuando se indique, así como los cambios de espesor del espécimen (Ingeniería, 2006).
- Para cada probeta de ensayo se debe elaborar la curva esfuerzo de corte y deformación unitaria en un gráfico con escalas aritméticas (Ingeniería, 2006).
- Debe prepararse, igualmente, un gráfico que incluya los valores para las tres probetas de las fuerzas normales contra la resistencia al corte y

**PRESENTADO POR:**

- Danny Daniel Saavedra Oré.
- Danilo Saavedra Oré.



determinar, a partir del mismo, los valores efectivos del ángulo de fricción  $\phi$  y de la cohesión,  $c$  (Ingeniería, 2006).

- En el mismo gráfico anterior podrán incluirse los valores de las resistencias al corte residuales e indicar el ángulo de fricción interna residual; y de la cohesión si la hubiere (Ingeniería, 2006).
- Se debe incluir el plan general de procedimiento, así como secuencias especiales de carga o requisitos especiales de humedad (Ingeniería, 2006).

#### 16.1.7. CONSOLIDACIÓN UNIDIMENSIONAL.

- **Objetivo.**

Este método de ensayo comprende los procedimientos para determinar la magnitud y velocidad de consolidación del suelo cuando está confinado lateralmente y drenado axialmente mientras está sujeto a carga de esfuerzos controlados, aplicada incrementalmente. Se proporcionan dos procedimientos alternativos:

- Método de ensayo A: Este método es desarrollado con incrementos de carga constante de 24h de duración, o múltiplos de éstos. Se requieren lecturas de tiempo de deformación en un mínimo de dos incrementos de carga (Ministerio de Transporte y Comunicaciones , 2016).
- Método de ensayo B: Se requieren las lecturas tiempo-deformación en todos los incrementos de carga. Se aplicarán incrementos de carga sucesivos después de alcanzar el 100% de la consolidación primaria, o a incrementos de tiempo constantes como se describe en el Método de Ensayo A (Ministerio de Transporte y Comunicaciones , 2016).

- **Finalidad y Alcance.**

Los resultados del ensayo de consolidación se utilizan para estimar la magnitud y velocidad de los asentamientos diferencial y total de una estructura o relleno. Las estimaciones de este tipo son de gran importancia en el diseño de estructuras ingenieriles y en la evaluación de su comportamiento (Ministerio de Transporte y Comunicaciones , 2016).

#### PRESENTADO POR:

- Danny Daniel Saavedra Oré.
- Danilo Saavedra Oré.



Los resultados del ensayo pueden ser afectados grandemente por la disturbación de la muestra. Se exigen la selección y preparación cuidadosa de especímenes de ensayo para minimizar la disturbación (Ministerio de Transporte y Comunicaciones , 2016).

Los resultados del ensayo de consolidación son dependientes de la magnitud de los incrementos de carga (Ministerio de Transporte y Comunicaciones , 2016).

Los resultados del ensayo de consolidación son dependientes de la duración de cada incremento de carga. Tradicionalmente, la duración de la carga es la misma para cada incremento e igual a 24h. Para algunos suelos, la velocidad de consolidación es tal que la consolidación completa (disipación del exceso de presión de poros) requerirá más de 24h. El aparato de uso general no está provisto para verificar la disipación de presión de poros. Es necesario usar una técnica de interpretación que indirectamente determine que la consolidación se ha completado (Ministerio de Transporte y Comunicaciones , 2016).

- **Equipos.**

- **Equipo de carga Dispositivo apropiado para aplicar la carga vertical (o esfuerzos totales) al espécimen:** El dispositivo deberá ser capaz de mantener cargas específicas durante períodos largos de tiempo con una exactitud de  $\pm 0,5$  % de la carga aplicada y debe permitir la aplicación rápida de un incremento de carga dado sin impacto significativo (Ministerio de Transporte y Comunicaciones , 2016).
- **Consolidómetro:** Dispositivo para mantener el espécimen dentro de un anillo, ya sea fijo a la base o flotante (sostenido por fricción en la periferia del espécimen) con discos con discos porosos en cada cara del espécimen. El diámetro interior del anillo será determinado con una tolerancia de 0,075 mm (0,003 pulg). El consolidómetro deberá disponer de medios para sumergir el espécimen, para aplicar la carga vertical concéntrica a los discos porosos, y para medir el cambio en altura del espécimen (Ministerio de Transporte y Comunicaciones , 2016).

**PRESENTADO POR:**

- Danny Daniel Saavedra Oré.
- Danilo Saavedra Oré.



- **Diámetro mínimo del espécimen:** El diámetro mínimo del espécimen muestra será de 50mm (2,00 pulgadas) (Ministerio de Transporte y Comunicaciones , 2016).
- **Altura mínima del espécimen:** La altura mínima inicial del espécimen será de 12mm (0,5 pulgadas), pero no será menos de diez veces el diámetro del tamaño máximo de partícula (Ministerio de Transporte y Comunicaciones , 2016).
- **Relación mínima diámetro-altura del espécimen:** La relación mínima diámetro-altura del espécimen deberá ser de 2,5 (Ministerio de Transporte y Comunicaciones , 2016).
- **Rigidez del anillo del espécimen:** La rigidez del anillo deberá ser tal que, bajo las condiciones de esfuerzo hidrostáticos en el espécimen, el cambio en el diámetro del anillo no excederá de 0,03 % del diámetro bajo la mayor carga aplicada (Ministerio de Transporte y Comunicaciones , 2016).
- **Material del anillo del espécimen:** El anillo deberá ser hecho de un material que no sea corroído por el suelo ensayado. La superficie interior deberá ser muy pulida o deberá estar cubierta con un material de baja fricción. Se recomienda la grasa de silicona o bisulfato de molibdeno; el politetrafluoroetileno es recomendado para suelos no arenosos (Ministerio de Transporte y Comunicaciones , 2016).
- **Discos porosos:** Los discos porosos deberán ser de carburo de silicona, óxido de aluminio, o de un material similar no corrosivo. El grado de los discos deberá ser lo suficientemente fino para prevenir la intrusión del suelo en los poros. Si es necesario, puede utilizarse un papel filtro para prevenir la intrusión del suelo en los discos. Sin embargo, la permeabilidad, de los discos, y el papel de filtro, si es usado, deberá ser como mínimo de un orden de magnitud más alto que las de espécimen (Ministerio de Transporte y Comunicaciones , 2016).

**PRESENTADO POR:**

- Danny Daniel Saavedra Oré.
- Danilo Saavedra Oré.





- **Diámetro:** El diámetro del disco superior será de 0,2 mm a 0,5mm (0,01 pulg a 0,02 pulg) menor que el diámetro interior del anillo. Si se usa un anillo flotante, el disco inferior tendrá el mismo diámetro que el disco superior (Ministerio de Transporte y Comunicaciones , 2016).
- **Espesor:** El espesor de los discos será suficiente, para prevenir la rotura. El disco superior será cargado a través de un plato resistente a la corrosión y suficientemente rígido para prevenir la rotura del disco (Ministerio de Transporte y Comunicaciones , 2016).
- **Indicador de deformación:** Para medir el cambio de altura del espécimen, con una aproximación de 0,0025 mm (0,0001 pulgada) (Ministerio de Transporte y Comunicaciones , 2016).
- **Equipo misceláneo:** Incluye cronómetro con lecturas de aproximación de 1s, destilador o desmineralizador de agua, espátulas, cuchillo, y sierras de alambre, usados para preparar el espécimen (Ministerio de Transporte y Comunicaciones , 2016).
- **Balanzas:** de acuerdo con el MTC E-108.
- **Horno de secado:** de acuerdo con el MTC E-108.
- **Recipientes para el contenido de agua:** de acuerdo con el MTC E-108.
- **Medio ambiente:** Los ensayos se realizarán en un ambiente donde las fluctuaciones de la temperatura serán menores que  $\pm 4^{\circ}$  C y sin ninguna exposición directa a la luz del sol (Ministerio de Transporte y Comunicaciones , 2016).

**PRESENTADO POR:**

- Danny Daniel Saavedra Oré.
- Danilo Saavedra Oré.



- **Calibración.**

Las medidas de las deformaciones verticales deberán corregirse por la flexibilidad del aparato siempre que la corrección de la calibración exceda el 5% de la deformación medida y en todos los ensayos donde son usados los discos de papel filtro (Ministerio de Transporte y Comunicaciones , 2016).

Coloque en el consolidómetro un disco de acero duro o de cobre de aproximadamente la misma altura que el espécimen del ensayo y 1 mm (0,04 pulgada) de diámetro menor que el anillo, en lugar de la muestra. Humedezca los discos porosos. Si se usan papeles de filtro, ellos deben humedecerse y debe permitirse un tiempo suficiente (un mínimo de 2 min) para que la humedad salga de ellos en cada incremento del proceso de calibración (Ministerio de Transporte y Comunicaciones , 2016).

Cargar y descargar el consolidómetro como en el ensayo y medir la deformación para cada incremento de carga aplicada. Cuando se usan papeles de filtro es indispensable que se realice la calibración siguiendo la secuencia exacta de cargas y descargas. Esto es debido a las características de deformación inelástica del papel de filtro. La recalibración de los ensayos sin papel de filtro sólo se hace anualmente, o después del reemplazo y reensamblaje de los componentes del aparato (Ministerio de Transporte y Comunicaciones , 2016).

En cada carga aplicada, graficar o tabular las correcciones a ser aplicadas a la deformación medida del espécimen del ensayo. Nótese que el disco de metal también se deformará; sin embargo, la corrección debido a esta deformación será despreciable para todos menos para suelos sanamente duros. Si es necesario, se puede calcular la compresión del disco de metal, aplicando las correcciones (Ministerio de Transporte y Comunicaciones , 2016).

- **Muestras.**

Los especímenes pueden ser remoldeados a la densidad y condiciones de humedad estipuladas por el solicitante del ensayo (Ministerio de Transporte y Comunicaciones , 2016).

**PRESENTADO POR:**

- Danny Daniel Saavedra Oré.
- Danilo Saavedra Oré.



Las muestras inalteradas destinadas al ensayo de acuerdo con este método serán preservadas, manejadas y transportadas de acuerdo con las prácticas para muestras del Grupo C y D de la NTP 339.151. Las muestras para especímenes remoldeados deben ser manejadas y transportadas de acuerdo con la práctica para las muestras del Grupo B (Ministerio de Transporte y Comunicaciones , 2016).

El almacenamiento de muestras selladas deben ser tal que estas no pierdan humedad durante el almacenamiento (Ministerio de Transporte y Comunicaciones , 2016).

- **Preparación del Espécimen.**

- Tallar el espécimen e insertar en el anillo de consolidación. Cuando los especímenes provienen de suelos inalterados empleando tubos de muestreo, el diámetro interior del tubo será por lo menos 5 mm (0,25 pulgada) mayor que el diámetro interior del anillo de consolidación (Ministerio de Transporte y Comunicaciones , 2016).
- Tallar el espécimen al ras con los extremos planos del anillo. El espécimen puede retirarse ligeramente debajo de la parte superior del anillo, para facilitar el centrado de la piedra inferior, por expulsión parcial y tallada de la superficie inferior. Para suelos medios y blandos, se puede usar una sierra de alambre para tallar la parte superior e inferior del espécimen para minimizar daños (Ministerio de Transporte y Comunicaciones , 2016).
- Se puede usar una regla con un borde cortante afilado para obtener el tallado final después de descartar el exceso de suelo con la sierra de alambre. Para suelos rígidos, se puede usar una regla afilada para tallar la parte superior e inferior. Si una pequeña partícula se encuentra en cualquier superficie de tallado se debe quitar y rellenar el vacío con suelo (Ministerio de Transporte y Comunicaciones , 2016).

**PRESENTADO POR:**

- Danny Daniel Saavedra Oré.
- Danilo Saavedra Oré.



- Determine la masa húmeda inicial del espécimen,  $M_{to}$  en el anillo de consolidación pesando la masa del anillo con el espécimen y sustrayendo la masa del anillo (Ministerio de Transporte y Comunicaciones , 2016).
- Determinar la altura inicial,  $H_o$ , del espécimen con aproximación a 0,025mm (0,001 pulg) tomando el promedio de por lo menos cuatro medidas uniformemente espaciadas sobre las superficies superior e inferior del espécimen, usando un dial comparador u otro dispositivo de medición conveniente (Ministerio de Transporte y Comunicaciones , 2016).
- Calcular el volumen inicial,  $V_o$  del espécimen con 0,25 cm<sup>3</sup> de aproximación (0,015 pulg<sup>3</sup>) del diámetro del anillo y la altura inicial del espécimen.
- Obtener dos o tres determinaciones de contenido de humedad natural de acuerdo a El MTC E-108, con el material tallado adyacente al espécimen del ensayo, si el material disponible es suficiente (Ministerio de Transporte y Comunicaciones , 2016).
- Cuando el solicitante especifique las propiedades índice, conservar las muestras restantes de las talladas tomadas alrededor del espécimen y calificadas como similares en un recipiente sellado (Ministerio de Transporte y Comunicaciones , 2016).
- **Determinación de las propiedades índice de los Suelos.**
  - **La determinación de las propiedades índice es importante pero no es un requisito del ensayo de consolidación:** Cuando el solicitante especifique estas determinaciones, se deben hacer con el material más representativo posible. Cuando se ensaya materiales uniformes, todos los ensayos pueden realizarse con materiales remanentes del tallado recolectados. Cuando las muestras son heterogéneas o existe poco material del tallado, deben realizarse ensayos índice con el material del espécimen del ensayo más las muestras representativas coleccionadas (Ministerio de Transporte y Comunicaciones , 2016).

**PRESENTADO POR:**

- Danny Daniel Saavedra Oré.
- Danilo Saavedra Oré.



- **Gravedad específica:** La gravedad específica será determinada de acuerdo con el MTC E-113 en material procedente de la muestra. La gravedad específica puede ser evaluada de otra muestra similar al espécimen del ensayo para los cálculos del punto siempre que no se necesite la relación de vacíos exacta (Ministerio de Transporte y Comunicaciones , 2016).
  
- **Límites de Atterberg:** Se determinará el límite líquido, límite plástico e índice de plasticidad de acuerdo con el MTC E-110. Usando material de la muestra. La determinación de los límites de Atterberg es necesaria para la clasificación apropiada del material pero no es un requisito de este método de ensayo (Ministerio de Transporte y Comunicaciones , 2016).
  
- **Distribución de tamaño de partículas:** La distribución de tamaño de partículas se determinará de acuerdo con el MTC E-109, (excepto el requisito de tamaño de muestra mínimo) en una porción del espécimen del ensayo como se obtiene en el punto 6.7. Un análisis de tamaño de partículas puede ser útil cuando la inspección visual indica que el espécimen contiene gran parte de material de grano grueso, pero no es un requisito de este método de ensayo (Ministerio de Transporte y Comunicaciones , 2016).
  
- **Procedimiento.**

La preparación de los discos porosos y otros aparatos dependerá del espécimen a ensayarse. El consolidómetro debe ensamblarse de tal manera que se prevenga el cambio en el contenido de humedad del espécimen. Se deben usar los discos porosos y filtros secos para suelos secos, muy expansivos y pueden usarse con otros suelos. Pueden usarse discos húmedos para suelos parcialmente saturados. Pueden usarse discos saturados cuando el espécimen está saturado y se conoce que tienen una afinidad baja por el agua. Ensamblar el anillo con el espécimen, los discos porosos, los discos de filtro (cuando es necesario) y el consolidómetro. Si el espécimen no se inunda inmediatamente después de la aplicación de la carga de asiento, cierre el consolidómetro con un plástico apropiado o

**PRESENTADO POR:**

- Danny Daniel Saavedra Oré.
- Danilo Saavedra Oré.



membrana de caucho para prevenir el cambio en volumen del espécimen debido a la evaporación (Ministerio de Transporte y Comunicaciones , 2016).

Ponga el consolidómetro en el dispositivo de carga y aplique una presión de asiento de 5 kPa (100 lbf/pie<sup>2</sup>). Inmediatamente después de la aplicación de la carga de asiento, ajuste el indicador de deformación y registre la lectura inicial cero, do. Si es necesario, agregar carga adicional para impedir la expansión del espécimen. Por otro lado, si se anticipa que una carga de 5 kPa (100 lbf/pie<sup>2</sup>) causará consolidación significativa al espécimen, reducir la presión de asiento a 2 kPa ó 3 kPa (aproximadamente 50 lbf/pie<sup>2</sup>) o menos (Ministerio de Transporte y Comunicaciones , 2016).

El programa de carga normal consistirá en una proporción de incremento de carga (LIR) de uno, que es obtenido con la presión deseada en el suelo para obtener valores de aproximadamente 12

kPa, 25 kPa, 50 kPa, 100 Kpa, 200 kPa, etc. (250 lbf/pie<sup>2</sup>, 500 lbf/pie<sup>2</sup>, 1000 lbf/pie<sup>2</sup> , 2000 lbf/pie<sup>2</sup>, 4000 lbf/pie<sup>2</sup>, etc.) (Ministerio de Transporte y Comunicaciones , 2016).

El programa de descarga debe ser seleccionado dividiendo en dos la presión del suelo. Sin embargo, si se desea, cada carga sucesiva puede ser sólo un cuarto de la carga anterior, es decir, saltando un decremento (Ministerio de Transporte y Comunicaciones , 2016).

- **Ensayo Método A:** La duración del incremento de carga normal será de 24h. . Por lo menos en dos incrementos de carga, incluyendo al menos un incremento de carga después de haber excedido la presión de pre consolidación, se registra la altura o cambio de altura,  $d$  , en los intervalos de tiempo de aproximadamente 0,1 min; 0,25 min.; 0,5 min; 1min; 2min; 4 min; 8 min; 15min y 30min, y 1h; 2h; 4h; 8h y 24h (ó 0,09 min; 0,25min; 0,49min; 1 min; 4 min; 9 min etc. Para presentar los datos de tiempo deformación), medidos del tiempo de aplicación de cada incremento de presión. Tomas suficientes lecturas cerca del final del período de incremento de presión, para verificar que la consolidación primaria sea completa. Para algunos suelos, un período de más de 24 h puede ser

**PRESENTADO POR:**

- Danny Daniel Saavedra Oré.
- Danilo Saavedra Oré.



necesario para alcanzar el final de la consolidación primaria. En tales casos, la duración de los incrementos de carga será mayor de 24 h. Normalmente se tomará la duración de los incrementos de carga para estos ensayos a algún múltiplo de 24 h y deberá ser la duración normal para todos los incrementos de carga del ensayo en la experiencia con un tipo de suelo en particular. Sin embargo, si hay la pregunta acerca de que si un período de 24 h es adecuado, debe hacerse un registro de altura o cambio de altura con el tiempo para los incrementos de carga iniciales para verificar la adecuación de un período de 24 h (Ministerio de Transporte y Comunicaciones , 2016).

Las duraciones de incrementos de carga diferentes a las 24 h debe ser anotados en el informe. Para los incrementos de presión donde no se requieren los datos de tiempo versus deformación, mantener el espécimen cargado por el mismo tiempo, en que se toma las lecturas de tiempo versus deformación (Ministerio de Transporte y Comunicaciones , 2016).

- **Ensayo Método B** : Para cada incremento, registrar la altura o cambio de altura,  $d$ , en intervalos de tiempo de aproximadamente 0,1 mín.; 0,25 min; 0,5 min; 1min; 2 min; 4 min; 8 min; 15 min; 30 min; y 1h; 2h; 4 h; 8 h; y 24 h (ó 0,09 min; 0,25 min; 0,49 min; 1 min, 4 min, 9 min, etc.), medidos del tiempo de cada incremento de presión aplicado. La duración del incremento de la carga normal deberá exceder el tiempo requerido para la determinación de la consolidación primaria. Para cada incremento donde es imposible verificar la finalización de la consolidación primaria (por ejemplo, bajo LIR o consolidación rápida), la duración del incremento de carga deberá ser constante y excederá el tiempo requerido para la consolidación primaria de un incremento aplicado después de la presión de preconsolidación y a lo largo de la curva virgen de compresión. Donde deba evaluarse la consolidación secundaria, aplicar las presiones por períodos más largos. El informe contendrá la duración de cada incremento de carga (Ministerio de Transporte y Comunicaciones , 2016).

**PRESENTADO POR:**

- Danny Daniel Saavedra Oré.
- Danilo Saavedra Oré.



Para minimizar la expansión durante el desmontaje, carga el espécimen hasta la carga de asiento (5 kPa). Una vez que los cambios de altura han cesado (normalmente al día siguiente), desmonte rápidamente después de retirar la carga pequeña final en el espécimen. Remueva el espécimen y el anillo del consolidómetro y limpie el agua libre del anillo y espécimen. Determine la masa del espécimen el anillo y reste la masa del anillo para obtener la masa húmeda final del espécimen,  $M_{tf}$ . La determinación más exacta de la masa seca del espécimen y el contenido de agua se encuentra secando el espécimen total al final del ensayo. Si la muestra de suelo es homogénea y hay suficiente material disponible, realizar los ensayos índices especificados, determine el contenido de agua final,  $w_f$  de acuerdo con el MTC E-108 y la masa seca de sólidos,  $M_d$  usando el espécimen total. Si los suelos son heterogéneos o se requiere mayor material para los ensayos índices especificados, determinen el volumen de agua final,  $w_{fp}$  de acuerdo con el MTC E-108 usando una pequeña muestra del espécimen. El material restante no secado debe ser usado para los ensayos índices especificados (Ministerio de Transporte y Comunicaciones , 2016).

- **Calculo.**

- **Propiedades del espécimen.**

Obtenga la masa seca total del espécimen,  $M_d$  por medida directa o para el caso donde parte del espécimen es usado para los ensayos índices, calcular la masa seca como sigue:

$$M_d = \frac{M_{tf}}{1 + w_{fp}}$$

Donde:

$M_{tf}$ : la masa seca total del espécimen después del ensayo, g o Mg.

$w_{fp}$ : contenido de agua (forma decimal) extremo del espécimen tomado después del ensayo.

Calcular el contenido de agua inicial y final, en porcentaje, como sigue:

Contenido de agua inicial:

$$W_o = \frac{M_{T_o} - M_d}{M_d} \times 100$$

**PRESENTADO POR:**

- Danny Daniel Saavedra Oré.
- Danilo Saavedra Oré.





Contenido de agua final:

$$Wf = \frac{MTf - Md}{Md} \times 100$$

Donde:

Md = masa seca del espécimen, g o Mg.

MTo = masa húmeda del suelo antes de la prueba, g o Mg.

MTf = masa húmeda del suelo después de la prueba, g o Mg.

Cálculo de la densidad seca inicial del espécimen como sigue:

$$\rho d = \frac{Md}{V_o}$$

Donde:

pd = densidad seca del espécimen, g/cm<sup>3</sup>, ó Mg/m<sup>3</sup> y

Vo = volumen inicial del espécimen, cm<sup>3</sup> ó m<sup>3</sup>.

Cálculo del peso seco unitario del espécimen como sigue:

$$Yd = 9,8 \text{ pd, en kN/m}^3$$

$$Yd = 62,43 \text{ pd, en lbf/pe}^3$$

Cálculo del volumen de sólidos como sigue:

$$Vs = \frac{Md}{G \cdot \rho w}$$

Donde:

G = gravedad específica de los sólidos, y

pw = densidad del agua, 1,0 g/cm<sup>3</sup> o Mg/m<sup>3</sup>

Desde que el área transversal del espécimen es constante a lo largo del ensayo, es conveniente para los cálculos subsecuentes introducir los términos "altura equivalente de sólidos", definido como sigue:

$$Hs = \frac{Vs}{A}$$

Donde:

A = área del espécimen, cm<sup>2</sup> o m<sup>2</sup>.

Cálculo de la relación de vacíos antes y después del ensayo como sigue:

Relación de vacíos antes del ensayo:

$$eo = \frac{Ho - Hs}{Hs}$$

**PRESENTADO POR:**

- Danny Daniel Saavedra Oré.
- Danilo Saavedra Oré.



Relación de vacíos después del ensayo:

$$ef = \frac{H_f - H_s}{H_s}$$

Donde:

$H_o$  = altura inicial del espécimen, cm ó m, y

$H_f$  = altura final del espécimen, cm ó m.

Cálculo del grado de saturación, en porcentaje, antes y después del ensayo como sigue:

Grado de saturación inicial:

$$S_o = \frac{MT_o - Md}{A \rho_w (H_o - H_s)} \times 100$$

Grado de saturación final:

$$S_o = \frac{MT_f - Md}{A \rho_w (H_f - H_s)} \times 100$$

- **Propiedades tiempo - deformación:** De los incrementos de carga donde se obtienen las lecturas tiempo – deformación, se proporcionan dos procedimientos alternativos para presentar los datos. Determinar la final de las consolidaciones primaria y calcular la velocidad de consolidación. Alternativamente, el solicitante puede especificar un método diferente y todavía estar en conformidad con el método de ensayo (Ministerio de Transporte y Comunicaciones , 2016).

Las lecturas de deformación pueden presentarse como deformación medida, deformación corregida por la compresibilidad del aparato o deformación unitaria convertida (Ministerio de Transporte y Comunicaciones , 2016).

Grafique las lecturas de deformación,  $d$ , versus log de tiempo (normalmente en minutos) para cada incremento de carga (Ministerio de Transporte y Comunicaciones , 2016).

Primero dibuje una línea recta a través de los puntos que representan las lecturas finales las cuales presentan una tendencia a la línea recta y pendiente constante (C). Dibuje una segunda línea recta que sea tangente

**PRESENTADO POR:**

- Danny Daniel Saavedra Oré.
- Danilo Saavedra Oré.



en la parte más abrupta de la curva de formación - log de tiempo (D). La intersección representa la deformación  $d_{100}$  y el tiempo,  $t_{100}$ , correspondiendo al 100% de consolidación primaria (E). La compresión en exceso del estimado 100% de consolidación primaria es definida como compresión secundaria (Ministerio de Transporte y Comunicaciones , 2016).

Encontrar la deformación que representa el 0% de consolidación primaria seleccionando cualquiera de dos puntos que tienen una proporción de tiempo de 1 a 4. La deformación al mayor de los tiempos debe ser mayor que  $\frac{1}{4}$ , pero menor de  $\frac{1}{2}$  de la deformación total para el incremento de carga. La deformación correspondiente al 0% de la consolidación primaria es igual a la deformación del tiempo menor, menos la diferencia de deformación para los dos tiempos seleccionados (Ministerio de Transporte y Comunicaciones , 2016).

La deformación,  $d_{50}$ , correspondiente al 50% de la consolidación primaria es igual al promedio de la deformación correspondiente al 0% y 100% de deformaciones. El tiempo,  $t_{50}$ , requerido para 50% de consolidación puede determinarse gráficamente de la curva deformación-log de tiempo observando en la curva el tiempo que corresponde al 50% de la consolidación primaria (Ministerio de Transporte y Comunicaciones , 2016).

Grafique las lecturas de deformación,  $d$ , versus la raíz cuadrada del tiempo (normalmente en minutos) para cada incremento de carga (Ministerio de Transporte y Comunicaciones , 2016).

Primero dibuje una línea recta a través de los puntos que representan las lecturas iniciales que presentan una tendencia de línea recta. Extrapole la línea hacia atrás para  $t=0$  y obtenga la ordenada de la deformación que representa al 0% de consolidación primaria (Ministerio de Transporte y Comunicaciones , 2016).

**PRESENTADO POR:**

- Danny Daniel Saavedra Oré.
- Danilo Saavedra Oré.



Dibuje una segunda línea recta a través de la ordenada 0% de modo que la abscisa de esta línea sea 1,15 veces la abscisa de la primera línea recta a través de los datos. La intersección de esta segunda línea con la curva deformación-raíz cuadrada de tiempo es la deformación,  $d_{90}$  y el tiempo,  $t_{90}$  corresponde al 980% de consolidación primaria (Ministerio de Transporte y Comunicaciones , 2016).

La deformación al 100% de consolidación es  $1/9$  más que la diferencia en deformación entre 0% y 90% de consolidación. El tiempo de consolidación primaria,  $t_{100}$ , puede tomarse en la intersección de la curva deformación-raíz cuadrada de tiempo y esta ordenada de deformación (Ministerio de Transporte y Comunicaciones , 2016).

La deformación,  $d_{50}$ , que corresponde al 50% de consolidación es igual a la deformación a  $5/9$  de la diferencia entre 0% y 90% de consolidación (Ministerio de Transporte y Comunicaciones , 2016).

Calcule el coeficiente de consolidación para cada incremento de carga usando la ecuación siguiente y valores apropiados al método escogido de interpretación:

$$Cv = \frac{T HD50^2}{t}$$

Donde:

T: factor de tiempo adimensional:

T: tiempo correspondiente al grado de consolidación particular, s o min;

HD50: longitud del camino de drenaje al 50% de consolidación, cm o m para drenaje doble HD50 es la mitad de la altura del espécimen al incremento apropiado y para un drenaje simple, HD es la altura total del espécimen.

- **Propiedades de carga-Deformación:** Tabular la deformación o cambio de deformación,  $df$ , lecturas que corresponden al final de cada incremento y si se usa el Método de Ensayo B, correspondiente al final de la consolidación primaria,  $d_{100}$  (Ministerio de Transporte y Comunicaciones , 2016).

**PRESENTADO POR:**

- Danny Daniel Saavedra Oré.
- Danilo Saavedra Oré.



Calcule el cambio de lectura,  $\Delta H = d - d_0$  relativo a la altura inicial del espécimen para cada lectura. Si es necesario, corregir la deformación por flexibilidad del aparato sustrayendo el valor de calibración (Ministerio de Transporte y Comunicaciones , 2016).

Represente los resultados de deformación en uno de los formatos siguientes.

Calcule la relación de vacíos como sigue:

$$e = e_0 - \frac{\Delta H}{H_s}$$

Alternativamente, calcule la deformación vertical, en porcentaje, como sigue:

$$\varepsilon = \frac{\Delta H}{H_0} \times 100$$

Calcule el esfuerzo vertical como sigue:

$$\sigma_v = \frac{P}{A}$$

Donde:

P: carga aplicada en N.

$\sigma_v$ : esfuerzo vertical en kPa.

**PRESENTADO POR:**

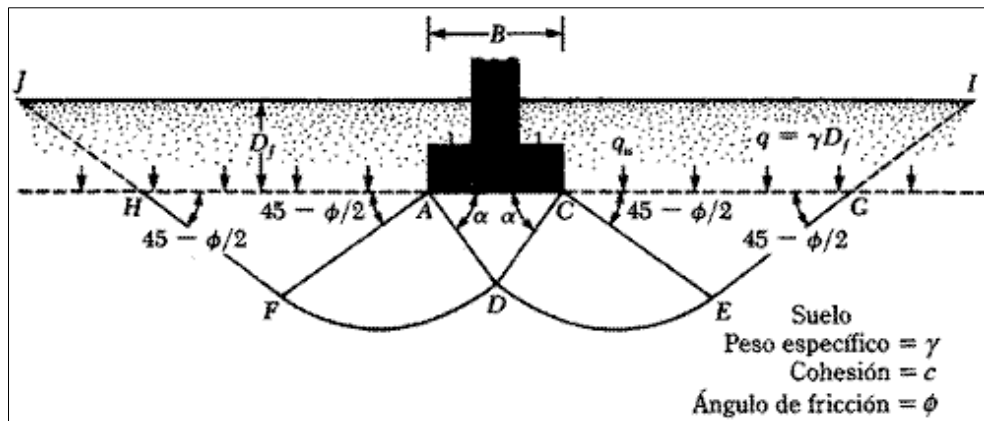
- Danny Daniel Saavedra Oré.
- Danilo Saavedra Oré.

## 16.2. CAPACIDAD DE CARGA ADMISIBLE.

### 16.2.1. CAPACIDAD DE CARGA ADMISIBLE PARA CIMENTACIONES SUPERFICIALES.

Para determinar la capacidad de carga para cimentaciones superficiales se utilizara el método de Terzaghi que se basa en la falla por capacidad de carga que se muestra a continuación:

**GRAFICO N° 26:** Falla por capacidad de carga en un suelo bajo una cimentación.



**Fuente:** Braja M. Das, Fundamentos de ingeniería de cimentaciones.

Realizando un análisis de equilibrio se obtiene la ecuación para determinar la capacidad de carga para cimientos corridos se tiene la siguiente ecuación:

$$q_u = c' N_c + q N_q + \frac{1}{2} \gamma B N_\gamma$$

Para cimientos cuadrados se tiene la siguiente ecuación:

$$q_u = 1.3 c' N_c + q N_q + 0.4 \gamma B N_\gamma$$

Donde:

$q_u$ : capacidad de carga.

$c'$ : cohesión del suelo.

$\gamma$ : peso específico del suelo.

$q$ : Presión del suelo.

$B$ : Acho de zapata.

$N_c, N_q, N_\gamma$ : factor de capacidad de carga.

Para determinar los factores de capacidad de carga se utilizara las siguientes ecuaciones.

$$N_q = \frac{e^{2\left(\frac{3\pi}{4} - \frac{\phi'}{2}\right)\tan\phi'}}{2 \cos^2\left(45 + \frac{\phi'}{2}\right)}$$

#### PRESENTADO POR:

- Danny Daniel Saavedra Oré.
- Danilo Saavedra Oré.

$$N_c = \cot \phi' (N_q - 1)$$

$$N_\gamma = \frac{1}{2} \left( \frac{Kp\gamma}{\cos^2 \phi'} - 1 \right) \tan \phi'$$

Donde:

$\phi'$ : Angulo de fricción interna.

$Kp\gamma$ : Coeficiente de presión pasiva.

La capacidad de carga admisible se determinara de acuerdo a la siguiente ecuación:

$$q_{adm} = \frac{qu}{F_s}$$

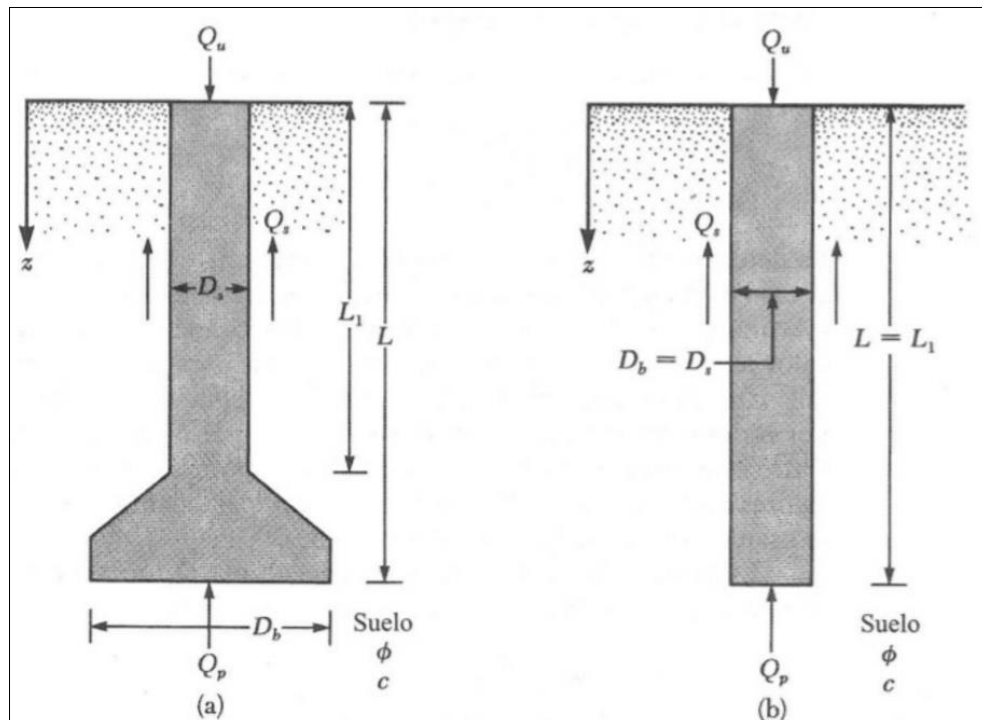
Donde:

$F_s$ : Factor de seguridad, igual a 3.

### 16.2.2. CAPACIDAD DE CARGA ADMISIBLE PARA CIMENTACIONES PROFUNDAS TIPO PILA.

La capacidad de carga en cimentaciones profundas se basa en el siguiente gráfico:

**GRAFICO N° 27:** Capacidad de carga ultima de pilas perforadas.



**Fuente:** Braja M. Das, Fundamentos de ingeniería de cimentaciones.

**PRESENTADO POR:**

- Danny Daniel Saavedra Oré.
- Danilo Saavedra Oré.

De acuerdo al gráfico se obtiene la siguiente ecuación:

$$Q_u = Q_p + Q_s$$

Donde:

$Q_u$ : Carga.

$Q_p$ : Capacidad de carga última en la base.

$Q_s$ : resistencia superficial por fricción.

La capacidad de carga en la base se determinara con la siguiente ecuación:

$$Q_p = A_p (c N_c^* + q' N_q^* + 0.3 \gamma D_b N_\gamma^*)$$

Donde:

$N_c^*, N_q^*, N_\gamma^*$ : Factores de capacidad de carga.

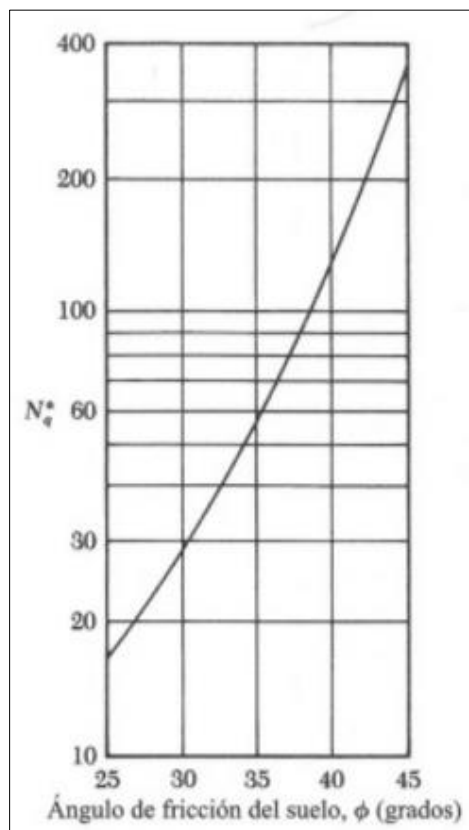
$q'$ : Esfuerzo vertical efectivo al nivel del fondo del pilar.

$D_b$ : Diámetro externo de la pila.

El factor de carga  $N_c^*$  será igual a 9, de acuerdo a Whitaker y Cooke, 1996.

Para determinar el factor de carga  $N_q^*$  se determinara con el siguiente gráfico.

**GRAFICO N° 28:** Factor de capacidad de carga de Vesic, para cimientos corridos.



**Fuente:** Braja M. Das, Fundamentos de ingeniería de cimentaciones.

**PRESENTADO POR:**

- Danny Daniel Saavedra Oré.
- Danilo Saavedra Oré.





La resistencia superficial por fricción se determinara de acuerdo a la siguiente ecuación:

$$Q_s = \pi D_s L_1 c_u \alpha^*$$

Donde:

Ds: Diámetro interior de la pila.

L1: Longitud de la parte interior.

cu: Cohesión no drenado.

$\alpha^*$ : Constante de corrección, se considerara igual a 0.4.

Para determinar Ds se utilizara la siguiente ecuación:

$$f_c = 0.25 f'_c = \frac{Q_w}{A_{gs}} = \frac{Q_w}{\frac{\pi}{4} D_s^2}$$

$$D_s = \sqrt{\frac{Q_w}{\left(\frac{\pi}{4}\right) (0.25) f'_c}}$$

$$D_s = 2.257 \sqrt{\frac{Q_w}{f'_c}}$$

La capacidad de carga admisible se determinara de acuerdo a la siguiente ecuación:

$$q_{adm} = \frac{Q_u}{F_s}$$

Donde:

Fs: Factor de seguridad, igual a 4.

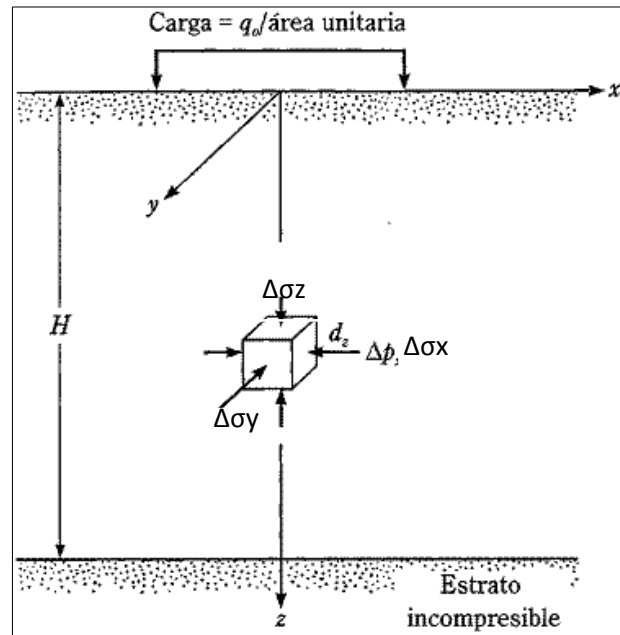
### 16.3. ASENTAMIENTO.

El asentamiento se basara en la teoría de la elasticidad, de acuerdo al siguiente gráfico:

#### PRESENTADO POR:

- Danny Daniel Saavedra Oré.
- Danilo Saavedra Oré.

**GRAFICO N° 29:** Asentamiento elástico de una cimentación superficial.



**Fuente:** Braja M. Das, Fundamentos de ingeniería de cimentaciones.  
 De acuerdo al gráfico y a la ley de Hooke se obtiene la siguiente ecuación:

$$S_e = \int_0^H \varepsilon_z dz = \frac{1}{E_s} \int_0^H (\Delta\sigma_z - \mu_s \Delta\sigma_x - \mu_s \Delta\sigma_y) dz$$

Donde:

$S_e$ : Asentamiento elástico.

$E_s$ : Modulo de elasticidad del suelo.

$H$ : Espesor del estrato del suelo.

$\mu_s$ : Relación de Poisson del suelo.

$\Delta\sigma_z, \Delta\sigma_x, \Delta\sigma_y$ : Incremento del esfuerzo debido a la carga neta aplicada sobre la cimentación en la dirección X, Y y Z.

Si la cimentación es considerada teóricamente como perfectamente flexible, de acuerdo a Bowles, el asentamiento se puede calcular con la siguiente ecuación:

$$S_e = q_0 (\alpha B') \frac{1 - \mu_s^2}{E_s} I_s I_f$$

Donde:

$q_0$ : Presión neta aplicada sobre la cimentación.

$\mu_s$ : Relación de Poisson del suelo.

$E_s$ : Modulo de elasticidad del suelo.

$B'$ :  $B/2$  para el centro de cimentación.

$I_s$ : Factor de forma.

**PRESENTADO POR:**

- Danny Daniel Saavedra Oré.
- Danilo Saavedra Oré.

## 16.4. RESULTADOS DE LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS.

### 16.4.1. DESCRIPCIÓN DE LA ZONA DE ESTUDIO.

La zona de estudio se ubica en la parte sur de la Ciudad de Abancay, en la quebrada el Olivo entre las Urbanizaciones Manuel Escorza y Patibamba Baja. Mediante la inspección de campo se pudo apreciar que la quebrada estaba compuesto principalmente por material de relleno, el cual era producido por el arrastre de sedimentos que produce el río y a la vez por la acumulación de desmorte por parte de los vecinos y personas ajenas a la quebrada. La erosión de la ribera del río es evidente, aunque la quebrada sea estacionaria, por lo cual mayor parte del año se encuentra seca.

Teniendo en cuenta el pre dimensionamiento del Puente se plantearon el desarrollo de dos calicatas una en cada estribo y una refracción sísmica en la parte central donde va ubicado el pilar.

Para las calicatas en los estribos se aprovechó los taludes existentes en cada lado del río, a la vez zanjas abiertas por los pobladores de profundidades de 2.50m.

### 16.4.2. UBICACIÓN DE LAS CALICATAS.

#### - Ubicación de Calicata 01.

Se encuentra ubicada en el estribo izquierdo aguas abajo, en las siguientes coordenadas:

ESTE: 727804.48 m

NORTE: 8490685.07 m

COTA: 2279.56 msnm

**GRAFICO N° 30:** Ubicación de la Calicata 01.



**Elaboración:** Propia, basadas en imágenes Satelitales de Google Earth.

#### - Ubicación de Calicata 02.

Se encuentra ubicado en el estribo derecho aguas abajo, en las siguientes coordenadas:

### PRESENTADO POR:

- Danny Daniel Saavedra Oré.
- Danilo Saavedra Oré.

ESTE: 727747.99 m  
 NORTE: 8490718.02 m  
 COTA: 2280.35 msnm

**GRAFICO N° 31:** Ubicación de la Calicata 02.



**Elaboración:** Propia, basada en imágenes de Google Earth.

**16.4.3. RESUMEN DE RESULTADOS**

**16.4.3.1. CALICATA N°01**

La calicata se realizó a tajo abierto a una profundidad de 16m de profundidad donde se pudieron visualizar 3 estratos, los cuales tiene las siguientes características:

**CUADRO N° 17:** Resumen de resultados del estrato N°01, calicata 01.

<b>NOMBRE DEL ENSAYO</b>	<b>NORMA APLICABLE</b>	<b>RESULTADO</b>	<b>PROPÓSITO DEL ENSAYO</b>
<b>Contenido de Humedad</b>	ASTM D2216 NTP 339.127	4.85%	Para determinar el agua que tiene el suelo.
<b>Limite Liquido</b>	AASHTO T89 ASTM D4318 NTP 339.129	25.45%	Hallar el contenido de agua entre los estados Líquidos y Plásticos.
<b>Limite Plástico</b>	AASHTO T89 ASTM D4318 NTP 339.129	19.55%	Hallar el contenido de agua entre los estados plásticos y semi sólido.
<b>Índice Plástico</b>	AASHTO T89 ASTM D4318 NTP 339.129	5.90%	Hallar el rango de contenido de agua por encima del cual, el suelo está en un estado plástico.
<b>Densidad Relativa de los Solidos Finos</b>	ASTM D4253 ASTM D4254 NTP 339.137 NTP 339.138	2.54	Nos permite la obtención del volumen de sólidos, cuando se calculan las relaciones gravimétricas y volumétricas de un suelo.
<b>Densidad Relativa de</b>	ASTM D4253 ASTM D4254	2.65	Nos permite la obtención del volumen de sólidos, cuando se calculan las

**PRESENTADO POR:**

- Danny Daniel Saavedra Oré.
- Danilo Saavedra Oré.



<b>los Solidos Gruesos</b>	NTP 339.137 NTP 339.138		relaciones gravimétricas y volumétricas de un suelo.
<b>Clasificación del Suelo según SUCS</b>	ASTM D2487 NTP 339.134	OL (Arcilla Orgánica Arenosa con Grava)	Es utilizada para describir la textura y el tamaño de las partículas de un suelo.
<b>Angulo de fricción interna.</b>	ASTM D3080 NTP 339.171	21.44°	Es la resistencia al deslizamiento causado por la fricción que hay entre las superficies de contacto de las partículas y de su densidad.
<b>Cohesión</b>	ASTM D3080 NTP 339.171	0.06 kp/cm2	Es la atracción entre partículas, originadas por las fuerzas moleculares y las películas de agua.
<b>Capacidad Admisible de Carga</b>	Norma Técnica E 050	1.61 kp/cm2	Se ha calculado la capacidad admisible de carga para el área en estudio de acuerdo al tipo de infraestructura.

**Elaboración:** Propia.

**CUADRO N° 18:** Resumen de resultados del estrato N°02, calicata 01.

<b>NOMBRE DEL ENSAYO</b>	<b>NORMA APLICABLE</b>	<b>RESULTADO</b>	<b>PROPOSITO DEL ENSAYO</b>
<b>Contenido de Humedad</b>	ASTM D2216 NTP 339.127	3.42%	Para determinar el agua que tiene el suelo.
<b>Limite Liquido</b>	AASHTO T89 ASTM D4318 NTP 339.129	33.82%	Hallar el contenido de agua entre los estados Líquidos y Plásticos.
<b>Limite Plástico</b>	AASHTO T89 ASTM D4318 NTP 339.129	15.71%	Hallar el contenido de agua entre los estados plásticos y semi sólido.
<b>Índice Plástico</b>	AASHTO T89 ASTM D4318 NTP 339.129	18.11%	Hallar el rango de contenido de agua por encima del cual, el suelo está en un estado plástico.
<b>Densidad Relativa de los Solidos Finos</b>	ASTM D4253 ASTM D4254 NTP 339.137 NTP 339.138	2.58	Nos permite la obtención del volumen de sólidos, cuando se calculan las relaciones gravimétricas y volumétricas de un suelo.
<b>Densidad Relativa de los Solidos Gruesos</b>	ASTM D4253 ASTM D4254 NTP 339.137 NTP 339.138	2.68	Nos permite la obtención del volumen de sólidos, cuando se calculan las relaciones gravimétricas y volumétricas de un suelo.
<b>Clasificación del Suelo según SUCS</b>	ASTM D2487 NTP 339.134	SC (Arena Arcillosa con Grava)	Es utilizada para describir la textura y el tamaño de las partículas de un suelo.
<b>Angulo de fricción interna.</b>	ASTM D3080 NTP 339.171	25.69°	Es la resistencia al deslizamiento causado por la fricción que hay entre las superficies de contacto de las partículas y de su densidad.
<b>Cohesión</b>	ASTM D3080 NTP 339.171	0.01 kp/cm2	Es la atracción entre partículas, originadas por las fuerzas moleculares y las películas de agua.

**PRESENTADO POR:**

- Danny Daniel Saavedra Oré.
- Danilo Saavedra Oré.



<b>Capacidad Admisible de Carga</b>	Norma Técnica E 050	1.61 kp/cm <sup>2</sup>	Se ha calculado la capacidad admisible de carga para el área en estudio de acuerdo al tipo de infraestructura.
-------------------------------------	---------------------	-------------------------	--

Elaboración: Propia.

**CUADRO N° 19:** Resumen de resultado del estrado N°03, calicata 01.

<b>NOMBRE DEL ENSAYO</b>	<b>NORMA APLICABLE</b>	<b>RESULTADO</b>	<b>PROPOSITO DEL ENSAYO</b>
<b>Contenido de Humedad</b>	ASTM D2216 NTP 339.127	3.33%	Para determinar el agua que tiene el suelo.
<b>Limite Liquido</b>	AASHTO T89 ASTM D4318 NTP 339.129	27.12%	Hallar el contenido de agua entre los estados Líquidos y Plásticos.
<b>Limite Plástico</b>	AASHTO T89 ASTM D4318 NTP 339.129	17.95%	Hallar el contenido de agua entre los estados plásticos y semi sólido.
<b>Índice Plástico</b>	AASHTO T89 ASTM D4318 NTP 339.129	9.17%	Hallar el rango de contenido de agua por encima del cual, el suelo está en un estado plástico.
<b>Densidad Relativa de los Solidos Finos</b>	ASTM D4253 ASTM D4254 NTP 339.137 NTP 339.138	2.60	Nos permite la obtención del volumen de sólidos, cuando se calculan las relaciones gravimétricas y volumétricas de un suelo.
<b>Densidad Relativa de los Solidos Gruesos</b>	ASTM D4253 ASTM D4254 NTP 339.137 NTP 339.138	2.62	Nos permite la obtención del volumen de sólidos, cuando se calculan las relaciones gravimétricas y volumétricas de un suelo.
<b>Clasificación del Suelo según SUCS</b>	ASTM D2487 NTP 339.134	SC (Arena Bien Graduada con Arcilla y Grava)	Es utilizada para describir la textura y el tamaño de las partículas de un suelo.
<b>Angulo de fricción interna.</b>	ASTM D3080 NTP 339.171	28.37°	Es la resistencia al deslizamiento causado por la fricción que hay entre las superficies de contacto de las partículas y de su densidad.
<b>Cohesión</b>	ASTM D3080 NTP 339.171	0.01 kp/cm <sup>2</sup>	Es la atracción entre partículas, originadas por las fuerzas moleculares y las películas de agua.
<b>Capacidad Admisible de Carga</b>	Norma Técnica E 050	1.61 kp/cm <sup>2</sup>	Se ha calculado la capacidad admisible de carga para el área en estudio de acuerdo al tipo de infraestructura.

Elaboración: Propia.

**16.4.3.2. CALICATA N°02**

La calicata se realizó a tajo abierto a una profundidad de 16m de profundidad donde se pudieron visualizar 2 estratos, los cuales tiene las siguientes características:

**PRESENTADO POR:**

- Danny Daniel Saavedra Oré.
- Danilo Saavedra Oré.



CUADRO N° 20: Resumen de resultados del estrado N°01, Calicata 02.

NOMBRE DEL ENSAYO	NORMA APLICABLE	RESULTADO	PROPOSITO DEL ENSAYO
Contenido de Humedad	ASTM D2216 NTP 339.127	3.66%	Para determinar el agua que tiene el suelo.
Limite Liquido	AASHTO T89 ASTM D4318 NTP 339.129	26.33%	Hallar el contenido de agua entre los estados Líquidos y Plásticos.
Limite Plástico	AASHTO T89 ASTM D4318 NTP 339.129	15.68%	Hallar el contenido de agua entre los estados plásticos y semi sólido.
Índice Plástico	AASHTO T89 ASTM D4318 NTP 339.129	10.65%	Hallar el rango de contenido de agua por encima del cual, el suelo está en un estado plástico.
Densidad Relativa de los Solidos Finos	ASTM D4253 ASTM D4254 NTP 339.137 NTP 339.138	2.59	Nos permite la obtención del volumen de sólidos, cuando se calculan las relaciones gravimétricas y volumétricas de un suelo.
Densidad Relativa de los Solidos Gruesos	ASTM D4253 ASTM D4254 NTP 339.137 NTP 339.138	2.64	Nos permite la obtención del volumen de sólidos, cuando se calculan las relaciones gravimétricas y volumétricas de un suelo.
Clasificación del Suelo según SUCS	ASTM D2487 NTP 339.134	SC (Arena Arcillosa con Grava)	Es utilizada para describir la textura y el tamaño de las partículas de un suelo.
Angulo de fricción interna.	ASTM D3080 NTP 339.171	27.04°	Es la resistencia al deslizamiento causado por la fricción que hay entre las superficies de contacto de las partículas y de su densidad.
Cohesión	ASTM D3080 NTP 339.171	0.01 kp/cm <sup>2</sup>	Es la atracción entre partículas, originadas por las fuerzas moleculares y las películas de agua.
Capacidad Admisible de Carga	Norma Técnica E 050	1.65 kp/cm <sup>2</sup>	Se ha calculado la capacidad admisible de carga para el área en estudio de acuerdo al tipo de infraestructura.

Elaboración: Propia.

CUADRO N° 21: Resumen de resultados del estrato N°02, calicata 02.

NOMBRE DEL ENSAYO	NORMA APLICABLE	RESULTADO	PROPOSITO DEL ENSAYO
Contenido de Humedad	ASTM D2216 NTP 339.127	3.45%	Para determinar el agua que tiene el suelo.
Limite Liquido	AASHTO T89 ASTM D4318 NTP 339.129	26.83%	Hallar el contenido de agua entre los estados Líquidos y Plásticos.
Limite Plástico	AASHTO T89 ASTM D4318 NTP 339.129	17.74%	Hallar el contenido de agua entre los estados plásticos y semi sólido.

PRESENTADO POR:

- Danny Daniel Saavedra Oré.
- Danilo Saavedra Oré.



<b>Índice Plástico</b>	AASHTO T89 ASTM D4318 NTP 339.129	9.09%	Hallar el rango de contenido de agua por encima del cual, el suelo está en un estado plástico.
<b>Densidad Relativa de los Sólidos Finos</b>	ASTM D4253 ASTM D4254 NTP 339.137 NTP 339.138	2.55	Nos permite la obtención del volumen de sólidos, cuando se calculan las relaciones gravimétricas y volumétricas de un suelo.
<b>Densidad Relativa de los Sólidos Gruesos</b>	ASTM D4253 ASTM D4254 NTP 339.137 NTP 339.138	2.61	Nos permite la obtención del volumen de sólidos, cuando se calculan las relaciones gravimétricas y volumétricas de un suelo.
<b>Clasificación del Suelo según SUCS</b>	ASTM D2487 NTP 339.134	SW-SC (Arena Bien Graduada con Arcilla y Grava)	Es utilizada para describir la textura y el tamaño de las partículas de un suelo.
<b>Angulo de fricción interna.</b>	ASTM D3080 NTP 339.171	28.15°	Es la resistencia al deslizamiento causado por la fricción que hay entre las superficies de contacto de las partículas y de su densidad.
<b>Cohesión</b>	ASTM D3080 NTP 339.171	0.01 kp/cm <sup>2</sup>	Es la atracción entre partículas, originadas por las fuerzas moleculares y las películas de agua.
<b>Capacidad Admisible de Carga</b>	Norma Técnica E 050	1.65 kp/cm <sup>2</sup>	Se ha calculado la capacidad admisible de carga para el área en estudio de acuerdo al tipo de infraestructura.

Elaboración: Propia.

## 16.5. ESTUDIO DE REFRACCIÓN SISMICA.

### 16.5.1. OBJETIVO DEL ESTUDIO.

El objetivo del estudio es determinar el perfil sísmico unidimensional de ondas de corte ( $V_s$ ), en base al cual se inferirá la compacidad y potencia de los diferentes materiales que componen el subsuelo de cimentación del Puente de Interconexión.

### 16.5.2. UBICACIÓN DEL AREA DE ESTUDIO.

Se encuentra ubicado a unos 20 metros a lado derecho aguas abajo del cauce del río, en las siguientes coordenadas:

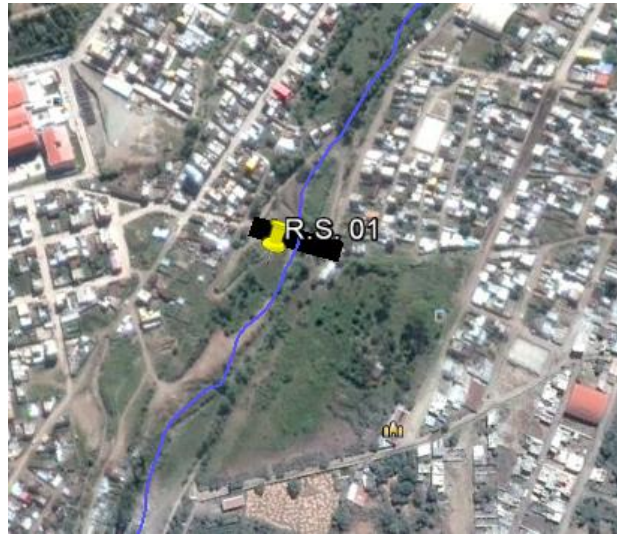
ESTE: 727748.29 m  
NORTE: 8490692.28 m  
COTA: 22268.39 msnm

#### PRESENTADO POR:

- Danny Daniel Saavedra Oré.
- Danilo Saavedra Oré.



GRAFICO N° 32: Ubicación del Estudio de Refracción Sísmica.



**Elaboración:** Propia, basadas en imágenes Satelitales de Google Earth.

### 16.5.3. FUNDAMENTOS DE LOS ENSAYOS

El ensayo Análisis Multicanales de Ondas Superficiales (MASW), consiste en generar ondas vibratorias en la superficie del terreno y registrar a distancias variables el arribo de las ondas de corte (Ondas S), con las cuales se determinan los cambios de velocidad a lo largo de los contactos. Para realizar el servicio solicitado, con el alcance indicado en los objetivos, se realizaron las siguientes actividades.

- **Ensayo MASW,**

El Ensayo MASW es un método de exploración geofísica que permite determinar la estratigrafía del subsuelo bajo un punto en forma indirecta, basándose en el cambio de las propiedades dinámicas de los materiales que la conforman. Este método consiste en la interpretación de las ondas superficiales (Ondas Rayleigh) de un registro en arreglo multicanal, generadas por una fuente de energía impulsiva en puntos localizados a distancias predeterminadas a lo largo de un eje sobre la superficie del terreno, obteniéndose el perfil de velocidades de ondas de corte ( $V_s$ ) para el punto central de dicha línea.

La interpretación de los registros nos permiten obtener de ellos una curva de dispersión (un trazado de la velocidad de fase de las ondas superficiales versus la frecuencia), filtrándose solamente las ondas superficiales, ya que son estas ondas las que predominan en el grupo de ondas, poseyendo alrededor del 70% de la energía del tren de ondas. Además, la velocidad de fase de estas ondas tiene un valor que varía entre el 90% al 95% del valor de la velocidad de propagación de las ondas S ( $V_s$ ). Luego mediante un procedimiento de cálculo inverso iterativo (método de inversión) y a partir de la curva de dispersión calculada se obtiene el perfil sísmico del terreno en función de  $V_s$  para cada punto de estudio.

#### PRESENTADO POR:

- Danny Daniel Saavedra Oré.
- Danilo Saavedra Oré.



Esta técnica se ha venido utilizando con bastante frecuencia en la exploración geotécnica como un método indirecto para la cimentación de puentes, presas de tierra, presas de relaves y pads de lixiviación, obteniéndose buenas correlaciones con los perfiles stratigráficos del suelo en los casos donde se han realizado perforaciones diamantinas, así como con los resultados de los ensayos SPT, por lo que tiene una buena confiabilidad y constituye una alternativa económica.

#### **16.5.4. EQUIPO E INSTRUMENTOS UTILIZADOS.**

Para realizar los ensayos MASW se contó con un equipo de prospección geofísica ES-3000, desarrollada por la empresa GEOMETRICS, el cual tiene las siguientes características:

- a) 24 sensores o geófonos, los cuales permiten registrar las vibraciones ambientales del terreno producidas por fuentes naturales o artificiales y el arribo de las ondas P y ondas S generadas por las fuentes de energía.
- b) Computadora portátil.
- c) Un cable de conectores de geófonos de 80 m.
- d) Comba de 25 lbs.
- e) Plato metálico.

Los registros de las ondas sísmicas obtenidas en cada una de las líneas de exploración pueden ser procesados en el campo en forma preliminar y en forma definitiva en el gabinete, utilizando para ello programas de cómputo que permiten obtener las velocidades de propagación de las ondas P y S así como el perfil sísmico del terreno.

#### **16.5.5. PROCEDIMIENTO DE LOS TRABAJOS DE CAMPO.**

En el ensayo de campo que se realizaron se define el punto central y dirección del eje de la línea geofísica, luego se procede a instalar los geófonos y los cables de conexión al equipo de adquisición de datos.

Se ejecutó el sondeo MASW de 30m de profundidad, la fuente de energía utilizada para generar las ondas sísmicas, en el caso del ensayo MASW, fue una comba de 25 lbs, el cual se golpea sobre un plato metálico generándose las ondas de corte en el terreno.

#### **16.5.6. PROCESAMIENTO E INTERPRETACIÓN DE LA INFORMACIÓN.**

Los registros de ondas sísmicas del ensayo de ondas MASW, nos sirve para la interpretación de los modelos unidimensionales de velocidades de ondas de corte y cuya descripción se presentan a continuación.

Este sondaje corresponde al ensayo MASW, el cual se encuentra conformado por la línea sísmica de 50m, ubicada en el pilar del puente en el margen derecho del cauce aguas abajo. La interpretación de este ensayo genero un sondaje de velocidades de ondas S con resultados confiables hasta una profundidad de 30m en el punto central de la línea, el cual muestra la presencia de tres estratos sísmicos.

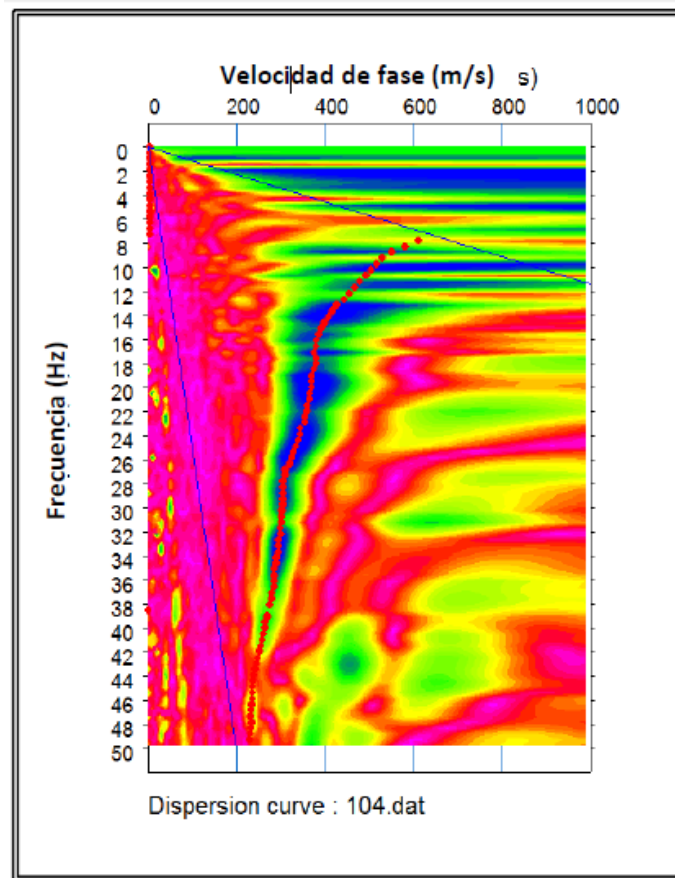
El primer estrato presenta valores de velocidad de propagación de ondas S ( $V_s$ ) entre 231.6 m/s a 300.2 m/s, hasta una profundidad de 2.30 m. Estratigráficamente está conformado por Suelo Rígido.

#### **16.5.7. RESULTADOS DEL ESTUDIO.**

##### **PRESENTADO POR:**

- Danny Daniel Saavedra Oré.
- Danilo Saavedra Oré.

GRAFICO N° 33: Curvas de Dispersión o Espectro MASW.

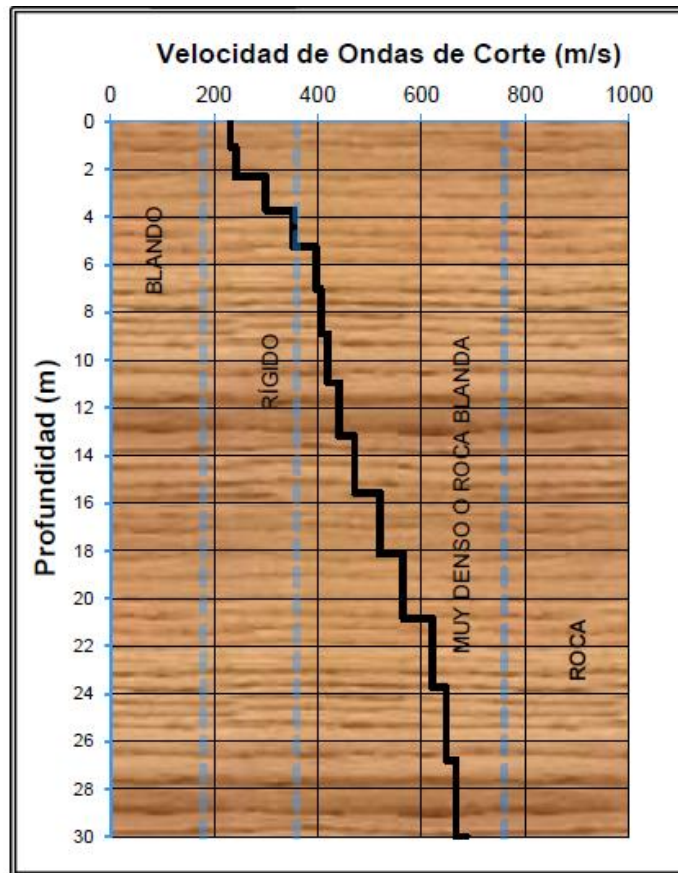


Elaboración: Propia.

PRESENTADO POR:

- Danny Daniel Saavedra Oré.
- Danilo Saavedra Oré.

**GRAFICO N° 34:** Modelo Unidimensional de Ondas de Corte o Velocidad de Ondas de Corte MASW.



**Elaboración:** Propia.

**CUADRO N° 22:** Clasificación de Sitio.

TIPO DE SUELO	NOMBRE DE SUELO	Propiedades Promedios en los 30 Primeros Metros		
		Velocidad de ondas de corte $\bar{V}_s$ (m/s)	Resistencia a la penetración estándar $\bar{N}$	Resistencia al corte no drenada $\bar{S}_u$ (psf)
A	Roca muy dura	$\bar{V}_s > 1.500$	N/A	N/A
B	Roca	$760 < \bar{V}_s \leq 1500$	N/A	N/A
C	Suelo muy denso	$360 < \bar{V}_s \leq 760$ (m/s)	$\bar{N} > 50$	$\bar{S}_u \geq 2.000$
D	Suelo Rígido	$180 < \bar{V}_s \leq 360$ (m/s)	$15 \leq \bar{N} \leq 50$	$1.000 \leq \bar{S}_u \leq 2.000$
E	Suelo blando	$\bar{V}_s < 180$ (m/s)	$\bar{N} < 15$	$\bar{S}_u \geq 1.000$

**Fuente:** IBC, 2012.

**PRESENTADO POR:**

- Danny Daniel Saavedra Oré.
- Danilo Saavedra Oré.



CUADRO N° 23: Resumen de Velocidades de Ondas – MASW.

Profundidad (m)	Vs (m/s)	Material
0.0	231.6	Suelo rígido
1.1	241.8	
2.3	300.2	
3.7	353.7	Suelo muy denso
5.3	396.8	
7.0	405.6	
8.9	419.8	
11.0	441.3	
13.2	471.5	
15.6	519.2	
18.1	565.0	
20.9	620.5	Roca blanda
23.7	647.3	
26.8	665.7	
30.0	686.1	

Elaboración: Propia.

CUADRO N° 24: Velocidad Promedio de Ondas de Corte.

Velocidad promedio de ondas de corte		
(Vs 30)* (m/s)	485	SUELO MUY DENSO O ROCA BLANDA
Tipo de suelo	C	

Elaboración: Propia.

CUADRO N° 25: Periodo Fundamental del Suelo.

Periodo fundamental del suelo	
(T-30)* (S)	0.25

Elaboración: Propia.

PRESENTADO POR:

- Danny Daniel Saavedra Oré.
- Danilo Saavedra Oré.



## 17. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

- [1]. Todo la quebrada el olivo está considerado como una zona de alto riesgo ante deslizamientos.
- [2]. Ante un eventual huayco o aluvión que pudiera iniciarse en la zona alta de la cuenca de Chinchichaca, el material de arrastre se concentraría en la ciudad de Abancay, ya que existen diversas construcciones que bloquean el libre flujo del material. Entonces no todo el material proyectado pasaría por el punto de interés, sino que se dispersarían por toda la ciudad de Abancay.
- [3]. El material que se arrastraría por la cuenca Chinchichaca en un eventual huayco o aluvión, afectaría principalmente los puentes de pequeña luces que restrinjan su paso, es por ello que para la construcción del puente proyectado se deberá prever una abertura suficientemente grande como para que transcurra el flujo y el material arrastrado.
- [4]. Para el desarrollo del estudio de suelos se elaboraron 02 calicatas de 16m para cada estribo, esta altura lográndose gracias al talud de las riberas del cauce y 01 refracción sísmica de 30m para el pilar intermedio, el cual fue desarrollado por el método de MASW.
- [5]. En la calicata 01 se identificaron 3 estratos de donde se obtuvo una capacidad admisible de 1.41 kp/cm<sup>2</sup> y en la calicata 02 se identificaron 02 estratos de donde se obtuvo una capacidad admisible de 1.56 kp/cm<sup>2</sup>.
- [6]. Mediante el estudio de Refracción Sísmica se logró obtener la estratigrafía a una profundidad de 30m, de donde a los 2.30m de profundidad se tiene un suelo rígido, de 2.30m a 18.10m de profundidad un suelo muy denso y de 18.10m a 30m de profundidad una roca blanda.
- [7]. Se recomienda construir obras de defensa ribereñas y encauzamiento para dirigir el flujo y material arrastrado en un eventual huayco o aluvión.
- [8]. La profundidad mínima de desplante será de 2.00 m desde el nivel de fondo de lecho del cauce.

### PRESENTADO POR:

- Danny Daniel Saavedra Oré.
- Danilo Saavedra Oré.



## 18. BIBLIOGRAFÍA.

- [1] Ministerio de Transportes y Comunicaciones del Perú, 2016, “Manual de Ensayos de Materiales”.
- [2] Ministerio de Transportes y Comunicaciones del Perú, 2003, “Manual de Diseño
- [3] Braja M. Das, 2da Edición, 2010, “Fundamentos de Ingeniería Geotécnica”.
- [4] Braja M. Das, 7ma Edición, 2011, “Fundamentos de Ingeniería de Cimentaciones”.
- [5] Juárez Badillo, Rico Rodríguez, 2da Edición, “Mecánica de Suelos (Tomo I)”.
- [6] Juárez Badillo, Rico Rodríguez, 2da Edición, “Mecánica de Suelos (Tomo II)”.
- [7] Juárez Badillo, Rico Rodríguez, 2da Edición, “Mecánica de Suelos (Tomo III)”.
- [8] Carlos Crespo Villalaz, 7ta Edición, 2007, Mecánica de suelos y cimentaciones.
- [9] Universidad Nacional de Ingeniería, 2006, “PRIMER TALLER DE MECÁNICA DE SUELOS”.
- [10] Carlos Fernández Baca Vidal, Ruperto Benavente Velásquez, Carlos Loayza Schiaffino, & Héctor Acuario Cruz, 2007, “MAPA DE PELIGROS DE LA CIUDAD DE ABANCAY”, Municipalidad Provincial de Abancay e Instituto Nacional de Defensa Civil Abancay.
- [11] Dr. Humberto Ñaupas Paitán & ing. Alberto Amézquita, 1996, “Reconocimiento Geomorfológico, Geológico y Geográfico de Abancay y su Hinterland”.
- [12] Universidad Nacional de Ingeniería, 2006, “Corte Directo”, Lima.
- [13] Universidad Nacional de Ingeniería, 2006, “Método de Ensayo para Determinar el Contenido de Humedad de un Suelo. Primer Taller de Mecánica de Suelos”.

### PRESENTADO POR:

- Danny Daniel Saavedra Oré.
- Danilo Saavedra Oré.



**ANEXOS**  
**(ENSAYOS DE LABORATORIO)**

**PRESENTADO POR:**

- Danny Daniel Saavedra Oré.
- Danilo Saavedra Oré.





**ANEXOS**  
**(ESTUDIO DE RIESGO SISMICO)**

**PRESENTADO POR:**

- Danny Daniel Saavedra Oré.
- Danilo Saavedra Oré.



**ANEXOS**  
**(PANEL FOTOGRAFICO REFRACCIÓN SISMICA)**

**PRESENTADO POR:**

- Danny Daniel Saavedra Oré.
- Danilo Saavedra Oré.

**GRAFICO N° 35:** Previa explicación de la función y bondades del equipo.



**GRAFICO N° 36:** Ubicación y medición del punto en interés.



**PRESENTADO POR:**

- Danny Daniel Saavedra Oré.
- Danilo Saavedra Oré.

**GRAFICO N° 37:** Colocación de los geófonos en una distancia de 25m a cada lado del punto de interés.



**GRAFICO N° 38:** Colocación de los geófonos en una distancia de 25m a cada lado del punto de interés.



**PRESENTADO POR:**

- Danny Daniel Saavedra Oré.
- Danilo Saavedra Oré.

**GRAFICO N° 39:** Impacto con el martillo al disco de metal, con la intención de provocar ondas.



**GRAFICO N° 40:** Equipo que recibe las ondas emitidas al suelo.



**PRESENTADO POR:**

- Danny Daniel Saavedra Oré.
- Danilo Saavedra Oré.

**GRAFICO N° 41:** Foto panorámica del lugar en estudio.

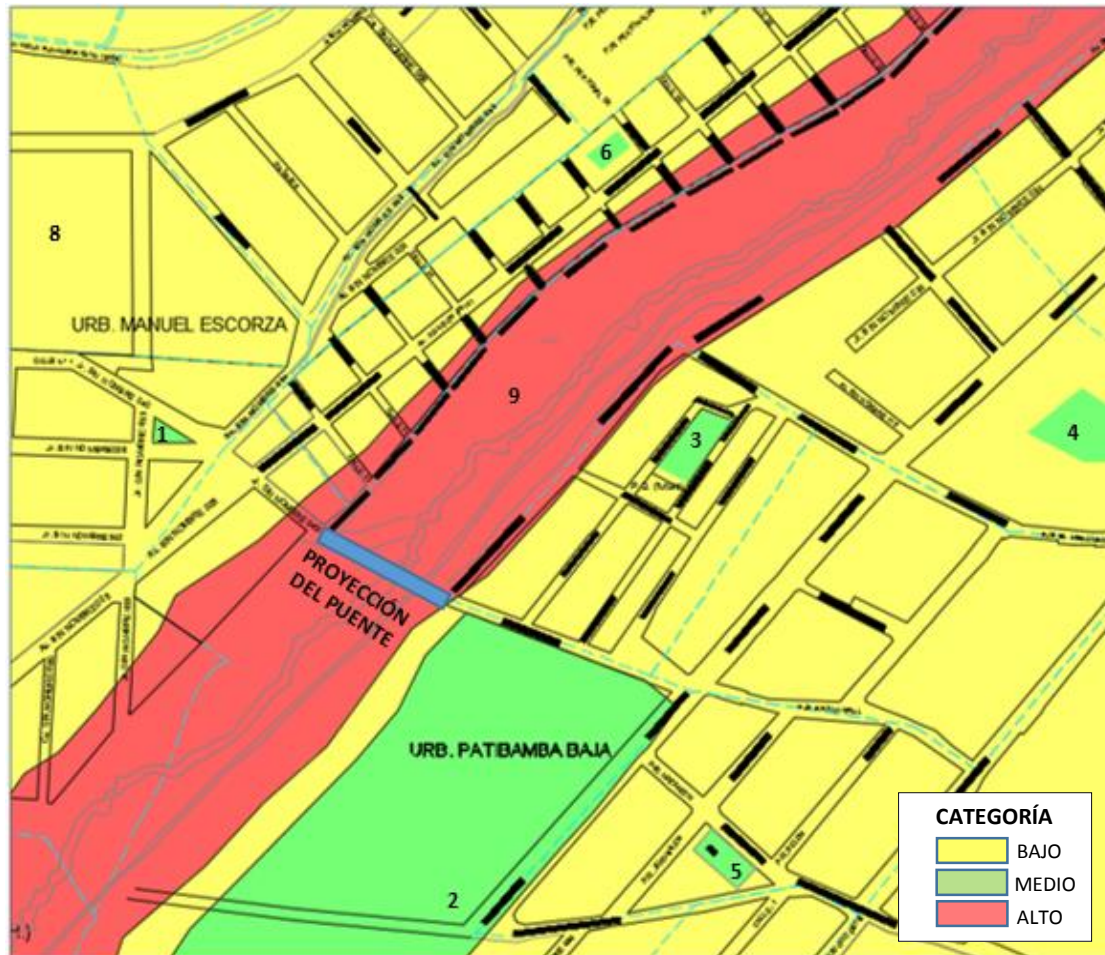


**PRESENTADO POR:**

- Danny Daniel Saavedra Oré.
- Danilo Saavedra Oré.

## ANEXO D

### ESTUDIO DE RIESGO SÍSMICO



**NOMBRE DEL PROYECTO:** “ANÁLISIS Y DISEÑO DEL PUENTE DE INTERCONEXIÓN VIAL Y PEATONAL ENTRE LA URBANIZACIÓN PATIBAMABA BAJA Y MANUEL ESCORZA DE LA CIUDAD DE ABANCAY - APURIMAC”.

**PRESENTADO POR:**

DANNY DANIEL SAAVEDRA ORE.

DANILO SAAVEDRA ORÉ.

ABANCAY, AGOSTO DEL 2016



## ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN.....	7
2. ANTECEDENTES.....	7
3. OBJETIVOS.....	8
3.1. OBJETIVOS GENERALES.....	8
3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	8
4. JUSTIFICACIÓN.....	8
5. METODOLOGÍA DE TRABAJO.....	9
5.1. MÉTODO DE RECOLECCIÓN DE DATOS.....	9
5.2. TRABAJOS DE CAMPO.....	9
5.3. TRABAJOS DE GABINETE.....	10
6. UBICACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO.....	11
6.1. UBICACIÓN POLÍTICA DEL PROYECTO.....	11
6.2. UBICACIÓN GEOGRÁFICA DEL PUENTE.....	12
7. ACCESIBILIDAD Y VÍAS DE COMUNICACIÓN.....	13
8. GEODINÁMICA.....	14
8.1. GEODINÁMICA EN EL PERÚ Y SUDAMÉRICA.....	14
8.1.1. PRINCIPALES RASGOS TECTÓNICOS.....	17
8.1.2. ZONIFICACIÓN DE LA CORDILLERA ANDINA.....	21
8.1.3. PRINCIPALES RASGOS TECTÓNICOS.....	25
8.2. IDENTIFICACIÓN DE ESTRATOS Y CLASIFICACIÓN DE SUELOS.....	27
9. ANÁLISIS Y EVALUACIÓN DE LA ACTIVIDAD SÍSMICA.....	29
9.1. ANTECEDENTES DE ACTIVIDADES SÍSMICAS.....	29
9.1.1. SISMICIDAD HISTÓRICA EN EL PERÚ.....	30
9.1.2. DEFORMACIÓN CONTINENTAL.....	36
9.1.3. MODELOS PARA EL PROCESO DE SUBDUCCIÓN.....	39
9.1.4. SISMICIDAD HISTÓRICA EN LA REGIÓN DE APURÍMAC.....	45
9.2. DISTRIBUCIÓN ESPACIAL DE LOS SISMOS.....	47
9.2.1. SISMOS CON FOCO SUPERFICIAL ( $h \leq 60$ KM).....	48
9.2.2. SISMOS CON FOCO INTERMEDIO ( $60 < h \leq 300$ KM).....	51
9.2.3. SISMOS CON FOCO PROFUNDO ( $h > 300$ KM).....	53
9.3. DISTRIBUCIÓN EN PROFUNDIDAD DE LOS SISMOS.....	56
9.3.1. SECCIÓN A-A' (REGIÓN NORTE).....	56
9.3.2. SECCIÓN B-B' (REGIÓN CENTRO).....	57
9.3.3. SECCIÓN C-C' (REGIÓN SUR).....	57
9.3.4. SECCIÓN D-D.....	57

### PRESENTADO POR:

- Danny Daniel Saavedra Oré.
- Danilo Saavedra Oré.





10.	GEOMETRÍA DE LA PLACA DE NAZCA.....	59
11.	ANÁLISIS Y EVALUACION DE LA ENERGIA SISMICA EN PERU.....	63
11.1.	ENERGÍA SÍSMICA.....	63
11.2.	ENERGÍA SÍSMICA LIBERADA EN EL PERIODO HISTÓRICO.....	64
11.3.	ENERGÍA SÍSMICA LIBERADA EN EL PERIODO INSTRUMENTAL.....	64
11.3.1.	CURVAS DE ISO-ENERGÍA PARA SISMOS CON FOCO SUPERFICIAL.....	66
11.3.2.	CURVAS DE ISO-ENERGÍA PARA SISMOS CON FOCO INTERMEDIO.....	68
11.3.3.	CURVAS DE ISO-ENERGIA PARA SISMOS CON FOCO PROFUNDO (h > 300 KM).....	70
12.	PROYECCIÓN DE EVENTOS SÍSMICOS POR PERIODO DE RETORNO.....	70
12.1.	METODOLOGÍA DE PROYECCIÓN.....	70
12.2.	PROYECCIÓN DE EVENTOS SÍSMICOS EN EL DEPARTAMENTO DE APURÍMAC.....	72
12.3.	PROYECCIÓN DE EVENTOS SÍSMICOS MAYOR A UN RADIO DE 500 KM DESDE LA UBICACIÓN DEL PUENTE.....	75
13.	ESPECTRO DE DISEÑO.....	79
13.1.	COEFICIENTE DE ACELERACIÓN.....	79
13.2.	CATEGORIZACIÓN DE LA ESTRUCTURA.....	80
13.3.	ZONAS DE COMPORTAMIENTO SÍSMICO.....	80
13.4.	CONDICIONES LOCALES.....	80
13.4.1.	SUELO PERFIL TIPO I.....	81
13.4.2.	SUELO PERFIL TIPO II.....	81
13.4.3.	SUELO PERFIL TIPO III.....	81
13.4.4.	SUELO PERFIL TIPO IV.....	81
13.5.	COEFICIENTE DE RESPUESTA SÍSMICA ELÁSTICA.....	82
13.6.	FACTORES DE MODIFICACIÓN DE RESPUESTA.....	83
14.	ZONIFICACIÓN DE ZONAS DE RIESGOS.....	85
14.1.	MAPA DE RIESGOS Y PELIGROS POR EVENTOS SÍSMICOS.....	85
14.2.	MAPA DE DISTRIBUCIÓN DE INTENSIDADES SÍSMICAS DE LA REGIÓN DE APURÍMAC.....	88
14.3.	MAPA DE CATEGORIZACIÓN DE PELIGROS POR EVENTOS SÍSMICOS EN EL ÁREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO.....	89
15.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	92
16.	BIBLIOGRAFÍA.....	93
ANEXOS		

**PRESENTADO POR:**

- Danny Daniel Saavedra Oré.
- Danilo Saavedra Oré.



## LISTA DE CUADROS

<b>CUADRO N° 1:</b> Coordenadas donde se ubica el Puente.....	12
<b>CUADRO N° 2:</b> Accesibilidad al Proyecto.....	13
<b>CUADRO N° 3:</b> Duración estimada para la ocurrencia de los grandes fenómenos tectónicos que preceden a un sismo.....	14
<b>CUADRO N° 4:</b> Registro de eventos sísmico en el Perú a un radio de 500 km a la redonda de donde se ubica el puente. ....	33
<b>CUADRO N° 5:</b> Registro de eventos sísmico en el Departamento de Apurímac.....	46
<b>CUADRO N° 6:</b> Equivalencia entre magnitud, energía sísmica y “ue” utilizados en este estudio.....	65
<b>CUADRO N° 7:</b> Registro de Eventos Sísmicos en el Territorio del Departamento de Apurímac. ....	72
<b>CUADRO N° 8:</b> Proyección de Eventos sísmicos por periodo de retorno. ....	73
<b>CUADRO N° 9 :</b> Registro de Eventos Sísmicos en un radio de 500 km a la redonda de la ubicación del puente. ....	75
<b>CUADRO N° 10:</b> Proyección de Eventos sísmicos por periodo de retorno. ....	77
<b>CUADRO N° 11:</b> Zonas Sísmicas por Coeficiente de Aceleración.....	80
<b>CUADRO N° 12:</b> Coeficiente de Sitio de acuerdo al Tipo de Perfil de Suelo. ....	81
<b>CUADRO N° 13:</b> Coeficiente de respuesta sísmica elástica, Csn con respecto al periodo de vibración del “n-ésimo” modo (s) para el proyecto.....	82
<b>CUADRO N° 14:</b> Factores de modificación de Respuesta R (Sub-Estructura).....	84
<b>CUADRO N° 15:</b> Factores de modificación de respuesta R – Conexiones. ....	84
<b>CUADRO N° 16:</b> Estratificación de Riesgos. ....	89

### PRESENTADO POR:

- Danny Daniel Saavedra Oré.
- Danilo Saavedra Oré.



## LISTA DE GRÁFICOS

<b>GRAFICO N° 1:</b> Ubicación Política del Proyecto. ....	11
<b>GRAFICO N° 2:</b> Ubicación geográfica del Puente. ....	12
<b>GRAFICO N° 3:</b> Esquema del proceso de conversión de la Placa de Nazca (Oceánica) y la Sudamericana (Continental). ....	15
<b>GRAFICO N° 4:</b> Esquema del proceso de evolución de la Cordillera de los Andes según Megard (1978), Dalmayrac et al (1981) y Sebrier et al (1985). ....	17
<b>GRAFICO N° 5:</b> Principales rangos tectónicos superficiales en Perú y en el Borde Oeste de Sudamérica. ....	20
<b>GRAFICO N° 6:</b> Principales unidades geomorfológicas en Perú. ....	22
<b>GRAFICO N° 7:</b> Depósitos en el Área de interés del Proyecto. ....	28
<b>GRAFICO N° 8:</b> Mapa de tipos de suelos. ....	29
<b>GRAFICO N° 9:</b> Sismicidad Histórica de Perú entre 1500 – 1959, $M_s \geq 6$ . ....	32
<b>GRAFICO N° 10:</b> Esquema sismotectónico en superficie para el Perú obtenido a partir de la distribución de los esfuerzos regionales. ....	38
<b>GRAFICO N° 11:</b> Modelos para el Proceso de Subducción según Barazangi y Isacks (1976 - 1979). ....	39
<b>GRAFICO N° 12:</b> Modelos para el Proceso de Subducción según Hasegawa y Sacks (1981). ....	40
<b>GRAFICO N° 13:</b> Modelos para el Proceso de Subducción según Grange (1984). ....	41
<b>GRAFICO N° 14:</b> Modelos para el Proceso de Subducción según Schneider y Sacks (1987). ....	42
<b>GRAFICO N° 15:</b> Modelos para el Proceso de Subducción según Rodríguez y Tavera (1991). ....	43
<b>GRAFICO N° 16:</b> Modelos para el Proceso de Subducción según Cahill y Isacks (1992). ....	44
<b>GRAFICO N° 17:</b> Modelos para el Proceso de Subducción según Tavera y Buforn (1998). ....	45
<b>GRAFICO N° 18:</b> Eventos Sísmicos Registrados en el Departamento de Apurímac. .	47
<b>GRAFICO N° 19:</b> Distribución de los sismos con focos superficiales ( $h \leq 60$ km) ocurridos entre 1960-2002, $m_b \geq 4.5$ . ....	50
<b>GRAFICO N° 20:</b> Distribución de los sismos con focos intermedios ( $60 < h \leq 300$ KM) entre el años 1960 – 2002 ( $m_b \geq 4.5$ ). ....	53
<b>GRAFICO N° 21:</b> Actividades sísmicas asociadas al proceso de fricción de las placas y deformación de la placa de nazca por debajo de la continental. ....	55

### PRESENTADO POR:

- Danny Daniel Saavedra Oré.
- Danilo Saavedra Oré.



<b>GRAFICO N° 22:</b> Mapa de sismicidad para el periodo de 1960-2002 ( $m_b \geq 4.5$ ) de la Secciones Paralelas a la línea de fosa. ....	60
<b>GRAFICO N° 23:</b> Mapa de sismicidad para el periodo de 1960-2002 ( $m_b \geq 4.5$ ) de la perpendiculares a la línea de fosa. ....	61
<b>GRAFICO N° 24:</b> Mapa de energía sísmica liberada en Perú por sismos con foco superficial ocurridos entre 1960-2002. ....	67
<b>GRAFICO N° 25:</b> Mapa de energía sísmica liberada en Perú por sismos con foco intermedio y profundos ocurridos entre 1960-2002. ....	69
<b>GRAFICO N° 26:</b> Registro de Eventos Sísmicos en el Territorio del Departamento de Apurímac. ....	72
<b>GRAFICO N° 27:</b> Energía de Sismos registrados en el Departamento de Apurímac. .	73
<b>GRAFICO N° 28:</b> Proyección de Energía de los eventos Sismos en el Departamento de Apurímac por periodo de retorno. ....	74
<b>GRAFICO N° 29:</b> Proyección de eventos Sismos en el Departamento de Apurímac por periodo de retorno. ....	74
<b>GRAFICO N° 30:</b> Registro de Eventos Sísmicos en un radio de 500 km a la redonda de la ubicación del puente. ....	76
<b>GRAFICO N° 31:</b> Energía de Sismos registrados en un radio de 500 km a la redonda de la ubicación del puente. ....	77
<b>GRAFICO N° 32:</b> Proyección de Energía de los eventos Sismos en un radio de 500 km a la redonda de la ubicación del puente. ....	78
<b>GRAFICO N° 33:</b> Proyección de eventos Sismos en un radio de 500 km a la redonda de la ubicación del puente. ....	78
<b>GRAFICO N° 34:</b> Mapa de Distribución de Isoaceleraciones. ....	79
<b>GRAFICO N° 35:</b> Coeficiente de Respuesta Sísmica Elástica. ....	83
<b>GRAFICO N° 36:</b> Mapa de Riesgos del Perú. ....	85
<b>GRAFICO N° 37:</b> Mapa Sismos del Perú. ....	86
<b>GRAFICO N° 38:</b> Peligro por Sismo. ....	87
<b>GRAFICO N° 39:</b> Mapa de Distribución de Intensidades Sísmicas de la Región Apurímac. ....	88
<b>GRAFICO N° 40:</b> Mapa de categorización de peligros por eventos Sísmicos en el Área de Influencia del Proyecto. ....	90

**PRESENTADO POR:**

- Danny Daniel Saavedra Oré.
- Danilo Saavedra Oré.



## **1. INTRODUCCIÓN.**

El presente informe es el estudio de Riesgo Sísmico definitivo que se efectúa como parte del Proyecto de Tesis “ANÁLISIS Y DISEÑO DEL PUENTE DE INTERCONEXIÓN ENTRE LA URBANIZACIÓN PATIBAMABA BAJA Y MANUEL ESCORZA DE LA CIUDAD DE ABANCAY”.

Este estudio ayudara a determinar la posibilidad de que ocurra un sismo a lo largo de la vida útil del proyecto. Esto basado en modelos estadísticos y probabilísticos. También se determinara el espectro de diseño tanto para la componente horizontal y vertical a nivel de la cota de cimentación.

El estudio de Riesgo Sísmico es un enfoque que otorga sostenibilidad para la construcción de un puente, el cual ayuda a reducir potenciales daños futuros y brindan una mayor seguridad a la población beneficiada. Es un elemento imprescindible en la planificación y gestión del desarrollo del área de estudio donde se ubica el puente, de esta manera conocer los peligros y la vulnerabilidad del sector.

## **2. ANTECEDENTES.**

La quebrada el Olivo ha sido parte del estudio del programa “Ciudades Sostenibles - Mapa de Peligros de la Ciudad de Abancay” realizados en el año 2007 por la Municipalidad Provincial de Abancay conjuntamente con el Instituto Nacional de Defensa Civil en el cual se detalla los posibles peligros y vulnerabilidades que presenta este sector. En este estudio se detalla que un sismo de V en la escala de Richter puede causar deslizamientos de los taludes en la ciudad de Abancay.

Otro informe a nivel Regional es el “Plan Regional de Prevención y Atención de Desastres – Apurímac” realizado por el Comité Regional de Defensa Civil Apurímac donde se especifica la Zonificación de Amenazas y Vulnerabilidad en el departamento de Apurímac.

### **PRESENTADO POR:**

- Danny Daniel Saavedra Oré.
- Danilo Saavedra Oré.



### **3. OBJETIVOS.**

#### **3.1. OBJETIVOS GENERALES.**

Los estudios de Riesgo Sísmico tiene la finalidad de determinar el espectro de diseño que defina los comportamientos horizontal y vertical del sismo a nivel de la cota de cimentación de los pilares y cimientos del Puente.

#### **3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.**

Entre los objetivos más importantes tenemos:

- Zonificación de amenazas en el sector.
- Identificar los posibles peligros que está expuesto el Área de Estudio.
- Identificar posibles riesgos que puede subir el puente en su vida útil.
- Conocer la magnitud sísmica que pueda ocurrir en un determinado periodo de Retorno.
- Conocer las posibles consecuencias que puede causar un sismo proyectado para un cierto periodo de retorno.
- Conocer los parámetros sísmicos necesarios para diseñar el Puente.

### **4. JUSTIFICACIÓN.**

El estudio de Riesgo Sísmico se justifica por:

- Estudio necesario para plantear la construcción de un puente.
- El estudio ayudara a identificar los posibles problemas y riesgos del puente en su vida útil.
- El estudio nos ayudara a conocer la magnitud del sismo que puede afectar al puente en un determinado periodo de retorno.
- El estudio nos ayudara a conocer los posibles peligros que puede ocasionar un sismo extraordinario en el área de estudio.
- El estudio nos ayudara a conocer las medidas de segura que se deben tener en cuenta para diseñar el Puente.
- El estudio nos ayudara establecer la zonificación de desastres en el área de estudio.

#### **PRESENTADO POR:**

- Danny Daniel Saavedra Oré.
- Danilo Saavedra Oré.



## **5. METODOLOGÍA DE TRABAJO.**

### **5.1. MÉTODO DE RECOLECCIÓN DE DATOS.**

Las metodologías y/o técnicas de recolección de datos y manejo de información que han contribuido de sobremanera en el desarrollo del estudio son:

Métodos de recolección de Información:

- Observación sistemática
- Técnica documental
- Análisis bibliográfico

Herramientas:

- Software estandarizado (Microsoft Excel, ArcGIS, Civil CAD 3D).
- Información Sísmica requerida, obtenidas del Instituto geográfico del Perú (IGN), Instituto Nacional de Defensa Civil del Perú (INDECI), Instituto Geofísico del Perú (IGP), El Centro Peruano Japonés de Investigaciones Sísmicas y Mitigación de Desastres (CISMID) y otros.

### **5.2. TRABAJOS DE CAMPO.**

Se efectuara a realizar el trabajos de campo, donde el responsable del Estudio de Riesgo Sísmico entra en contacto con los elementos físicos de la zona, observando in situ los elementos más importantes que se pueden obtener en campo, y para ello, indico los aspectos más importantes a tomar en la fase de campo:

- Se evaluarán el Estado de las Estructuras existentes que se encuentran próximos al lugar donde se proyecta construir el Puente.
- Se identificara zonas seguras en el sector donde se proyecta la construcción del puente en caso de ocurrencia de un sismo.
- Se identificará las posibles consecuencias que ocasionara un sismo en el área de estudio.
- Durante la visita de campo, también se realizan entrevistas a los pobladores de los lugares, a quienes se les solicita información sobre ocurrencias anteriores de sismos en el sector.

#### **PRESENTADO POR:**

- Danny Daniel Saavedra Oré.
- Danilo Saavedra Oré.



### **5.3. TRABAJOS DE GABINETE.**

Después de efectuar los trabajos de campo se inicia la labor de gabinete, en el cual se efectúan las actividades más importantes como son:

- Revisión de los datos obtenidos en campo, de los cuales se recopilará la información de mayor importancia.
- Se hará una caracterización, zonificación y delimitación del área de estudio mediante el uso del google Earth, Arcgis y Civil Cad 3D como herramienta de digitalización.
- Los cálculos se realizarán con el Microsoft Excel para el estudio de Riego Sísmico.
- Se proyectara un evento Sísmico para un periodo de retorno de 2500 años.
- Se zonificara las zonas seguras en el sector donde se proyecta la construcción del puente en caso de ocurrencia de un sismo.
- Se hará un análisis de los registros históricos de sismos ocurridos en la zona, disponible para el estudio.
- La información cartográfica será trabajada en el sistema de georeferencial DATUM WGS-84.

#### **PRESENTADO POR:**

- Danny Daniel Saavedra Oré.
- Danilo Saavedra Oré.

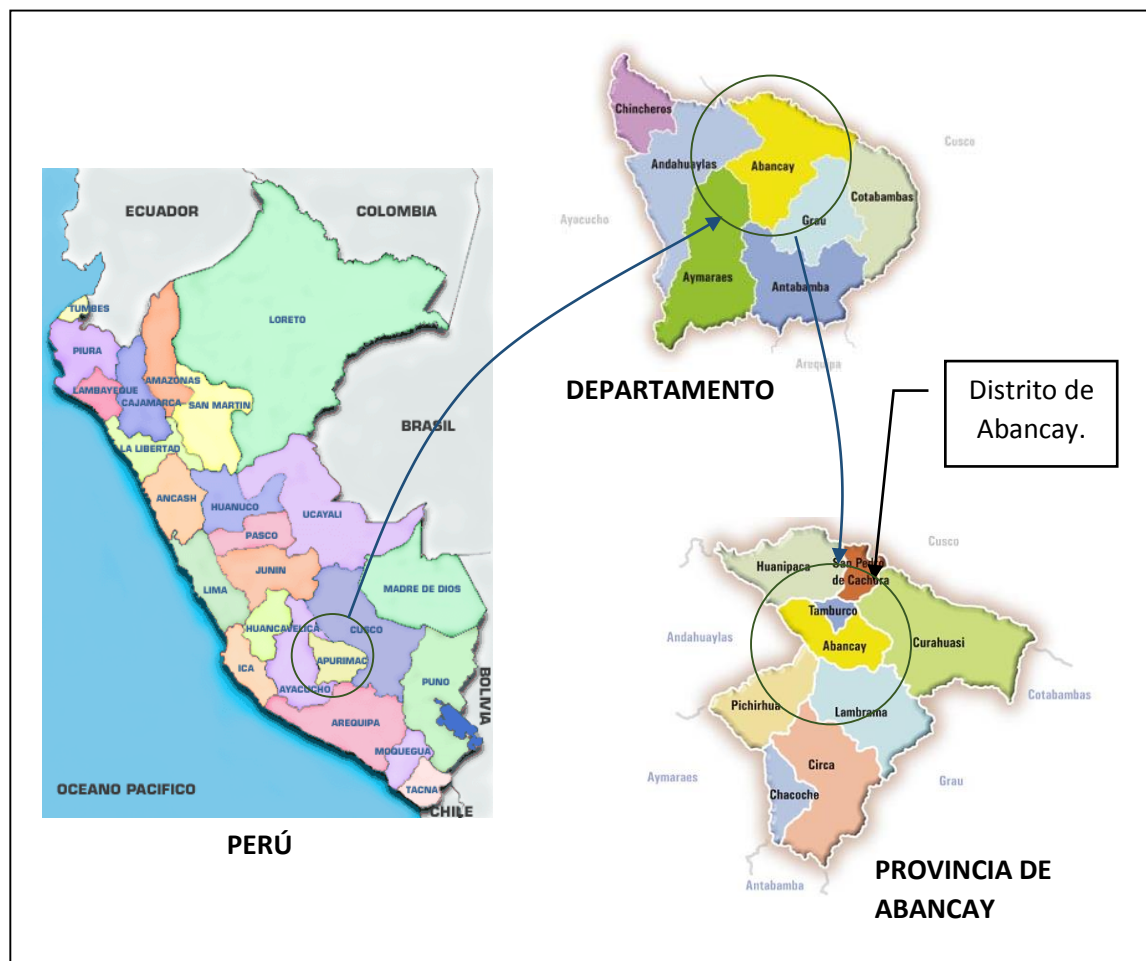


## 6. UBICACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO.

### 6.1. UBICACIÓN POLÍTICA DEL PROYECTO.

Políticamente, el proyecto se encuentra localizado entre la Urbanización Patibamba Baja y Asociación Manuel Escorza dentro de la ciudad de Abancay, distrito de Abancay, provincia de Abancay, departamento de Apurímac.

**GRAFICO N° 1:** Ubicación Política del Proyecto.



Fuente: go2peru, <http://www.e-peru-tours.com/>.

#### PRESENTADO POR:

- Danny Daniel Saavedra Oré.
- Danilo Saavedra Oré.

## 6.2. UBICACIÓN GEOGRÁFICA DEL PUENTE.

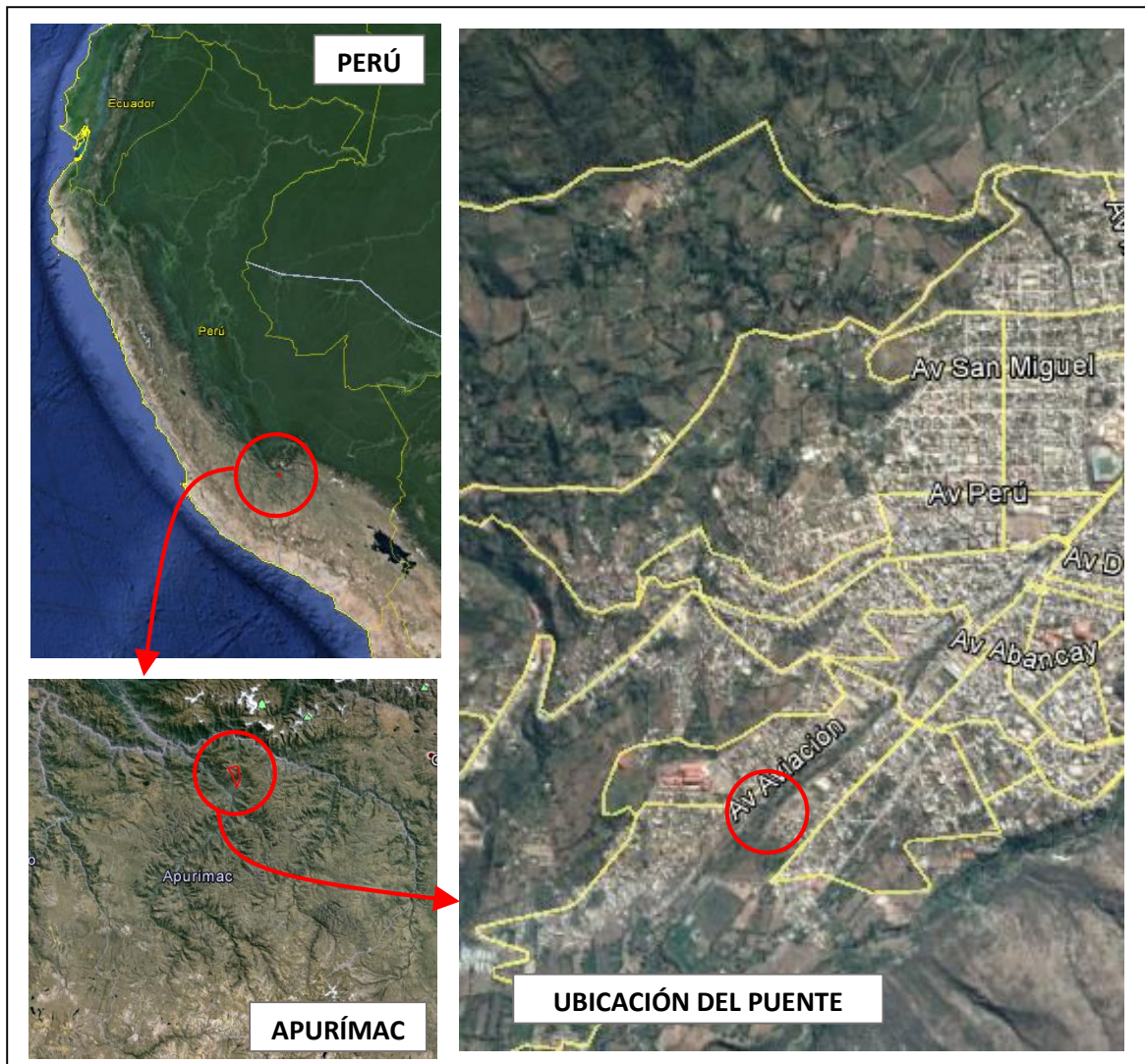
Geográficamente, el puente se encuentra ubicado en la parte sur del Perú en el flanco oriental de la Cordillera Occidental de los Andes, entre las siguientes coordenadas.

**CUADRO N° 1:** Coordenadas donde se ubica el Puente.

<b>ESTE (m):</b>	727772.46
<b>NORTE (m):</b>	8490705.53
<b>ALTITUD (m.s.n.m.):</b>	2238.00

**Elaboración:** Propia.

**GRAFICO N° 2:** Ubicación geográfica del Puente.



**Fuente:** GOOGLE EARTH.

### PRESENTADO POR:

- Danny Daniel Saavedra Oré.
- Danilo Saavedra Oré.



## 7. ACCESIBILIDAD Y VÍAS DE COMUNICACIÓN.

Para llegar a la zona donde se ubica el proyecto, se utilizara la carretera Asfaltada que une la ciudad de Lima con la Ciudad de Abancay de Acuerdo a la Ruta 1. Otra ruta viene a ser desde la ciudad del cusco. A continuación se muestra con más detalle el acceso a la zona donde se realizara el proyecto:

**CUADRO N° 2:** Accesibilidad al Proyecto.

RUTA	TRAMO	CONDICIÓN	DISTANCIA	DURACIÓN	TRANSPORTE
RUTA 1	Lima - Nazca - Abancay	Carretera Asfaltada.	907 km	22 Hr	Transporte Departamental, camión, Vehículos Livianos
	Plaza de Abancay – Puente.	Calles Parcialmente Asfaltada.	2.4 km	5 mnts.	Colectivo, camión, Vehículos Livianos
RUTA 2	Cusco - Abancay	Carretera Asfaltada.	198.05 km	4.30 Hrs	Transporte Departamental, Colectivo, camión, Vehículos Livianos
	Plaza de Abancay – Puente.	Calles Parcialmente Asfaltada.	2.4 km	5 mnts.	Colectivo, camión, Vehículos Livianos

**Elaboración:** Propia.

**PRESENTADO POR:**

- Danny Daniel Saavedra Oré.
- Danilo Saavedra Oré.



## 8. GEODINÁMICA.

### 8.1. GEODINÁMICA EN EL PERÚ Y SUDAMÉRICA.

La interacción de la placa de Nazca y la Sudamericana, es el principal proceso tectónico que define la geodinámica de Perú. Este proceso es conocido como subducción, el mismo que produjo el arrugamiento y levantamiento del margen continental durante un periodo orogénico muy complejo hasta formar una superficie topográfica muy accidentada y cuyo resultado final fue la formación de una cadena montañosa que se extiende, de Norte a Sur, a lo largo de todo el borde Oeste de Sudamérica, desde Venezuela hasta la Tierra del Fuego en Chile, siendo conocida como “La Cordillera de los Andes”. Esta cordillera fuertemente deformada, comprende un conjunto de diversas estructuras, tales como montañas, volcanes, anticlinales, sinclinales, mesetas y otras que se encuentran emplazados entre la línea de fosa peruano-chilena y el llano Amazónico (Bernal & Tavera, 2002).

El periodo orogénico durante el cual se produjo la formación de la Cordillera Andina pudo tener una duración de aproximadamente 10 millones de años en promedio; es decir, menor tiempo que el considerado para dar origen a las placas tectónicas y mayor que el necesario para la formación de los grandes sistemas de fallas (Bernal & Tavera, 2002), tal como se muestra en el siguiente Cuadro.

**CUADRO N° 3:** Duración estimada para la ocurrencia de los grandes fenómenos tectónicos que preceden a un sismo.

DURACIÓN	FENÓMENOS
100 Ma	Tectónica de placas
1 – 10 Ma	Formación de la Cadena de Montañas en Frontera de Placas
1000 a – 1 Ma	Formación de Grandes Fallas
100 – 1000 a	Periodo de Recurrencia de Grandes Sismos
1 – 100 a	Deformación Geodésica Alrededor de Fallas
1 a – 1 día	Posibilidad de Fenómenos Precursores
1 – 100 seg.	Duración de la Ruptura Sísmica

**Fuente:** Bernal & Tavera, 2002.

Dónde: Ma= Millones de años / a= Un año / seg= Segundo

#### PRESENTADO POR:

- Danny Daniel Saavedra Oré.
- Danilo Saavedra Oré.

**GRAFICO N° 3:** Esquema del proceso de conversión de la Placa de Nazca (Oceánica) y la Sudamericana (Continental).



**Fuente:** Bernal & Tavera, 2002.

Dónde: F1 y F2 indica la dirección de desplazamiento de las placas según DeMets et al (1990). Las líneas continentales indican la ubicación y orientación de la fractura de Mendaña y dorsal de Nazca.

**PRESENTADO POR:**

- Danny Daniel Saavedra Oré.
- Danilo Saavedra Oré.



La formación de la Cordillera Andina fue acompañada por una sucesión de periodos de subsidencias y levantamientos relacionados con regímenes tectónicos de extensión y compresión que produjeron consecuentemente el acortamiento y engrosamiento de la corteza. Según Megard (1978), Dalmayrac et al (1981) y Sebrier et al (1985), todo el proceso geodinámico que ha soportado el Perú se ha desarrollado en dos periodos claramente identificados por los diferentes acontecimientos geológicos que en ellos ocurrieron (Bernal & Tavera, 2002).

El primer periodo se desarrolla, durante el Paleozoico y se caracteriza por producirse en un régimen de deformación netamente extensional que fue perturbado por la ocurrencia de los siguientes sucesos:

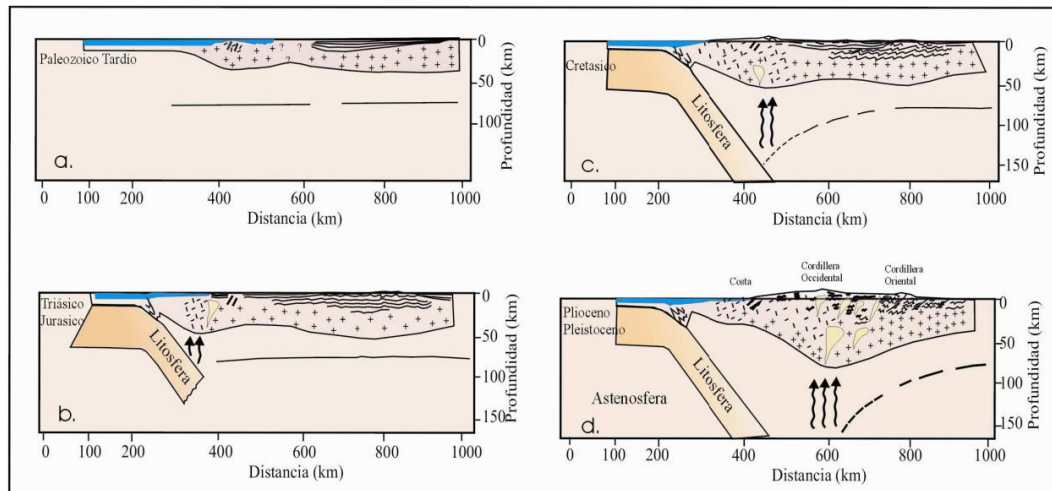
- Variaciones en la velocidad del movimiento de las placas. Se asume que durante este periodo, la velocidad de la placa de Nazca era menor que la continental. En la actualidad, la placa de Nazca se desplaza a una velocidad de 8-10cm/año (Bernal & Tavera, 2002).
- Variaciones en la dirección de expansión de la corteza oceánica. En la actualidad, la placa de Nazca se desplaza en dirección NE (Bernal & Tavera, 2002).
- Presencia de obstáculos en el proceso de subducción. En la actualidad, el obstáculo más importante es la Dorsal de Nazca (Bernal & Tavera, 2002).
- Cambios en la densidad de la placa oceánica según su edad. Variaciones puestas en evidencia por estudios de Paleomagnetismo (Bernal & Tavera, 2002).
- Aumento en la capacidad de la fricción entre las superficies de la placa de Nazca y Sudamericana (Bernal & Tavera, 2002).

El segundo periodo, de evolución de la Cordillera Andina se produjo durante el Triásico–Pliostoceno y se caracteriza por ser totalmente de régimen compresional con la consecuente formación y evolución de la Cordillera Andina hasta presentar los rasgos topográficos que restan hoy en día (Bernal & Tavera, 2002).

**PRESENTADO POR:**

- Danny Daniel Saavedra Oré.
- Danilo Saavedra Oré.

**GRAFICO N° 4:** Esquema del proceso de evolución de la Cordillera de los Andes según Megard (1978), Dalmayrac et al (1981) y Sebrier et al (1985).



**Fuente:** Bernal & Tavera, 2002.

Dónde: (a) Régimen extensional y (b, c y d) régimen compresional.

### 8.1.1. PRINCIPALES RASGOS TECTÓNICOS.

La subducción de la placa de Nazca bajo la Sudamericana es acompañada con la presencia de diversos y grandes rasgos tectónicos localizados a ambos extremos del margen continental, los mismos, que deben su origen a los continuos movimientos de compresión y extensión que ambas placas soportan. En general, la evolución geodinámica de Perú está controlada por los siguientes rasgos tectónicos: la Dorsal de Nazca, la Fractura de Mendaña, la Fosa Peruano-Chilena, la Cordillera Andina, la Cadena Volcánica y los diferentes Sistemas de Fallas distribuidas en el interior del continente (Bernal & Tavera, 2002).

La Dorsal de Nazca, es una cordillera oceánica que se localiza en el extremo NW de la región Sur de Perú frente al departamento de Ica. Esta cordillera sigue una orientación NE-SW perpendicular a la línea de la fosa peruano-chilena (entre 15° y 24° Sur), de tal modo que su extremo NE se ubica frente al departamento de Ica en donde presenta un ancho de aproximadamente 220 km sobre la cota de 2000 metros. Sin embargo; su ancho y altitud disminuye gradualmente hacia su extremo SW. Según la Figura 3, la cota de 2000 metros de esta dorsal, se localiza a 50 km de distancia aproximadamente de la línea de fosa; mientras que, las cotas menores ya

**PRESENTADO POR:**

- Danny Daniel Saavedra Oré.
- Danilo Saavedra Oré.



subducieron bajo la placa continental (Sebrier et al, 1985). La Dorsal de Nazca presenta una forma asimétrica, siendo probablemente esta característica determinante para los diferentes procesos geodinámicos que se producen en esta región. Estudios recientes, sobre anomalías magnéticas, permiten considerar la hipótesis de que la Dorsal de Nazca debe su origen a una antigua zona de creación de corteza que cesó su actividad hace 5 a 10 millones de años aproximadamente (Udias y Mezcua, 1997; Marocco, 1980; Sebrier et al, 1985).

La Fractura de Mendaña corresponde a una discontinuidad de la corteza oceánica que se localiza en el extremo NW de la región Central de Perú, frente al departamento de Ancash ( $10^{\circ}$  -  $12^{\circ}$  de latitud Sur). En la actualidad, esta fractura tiene una orientación NESW; es decir, perpendicular a la línea de la fosa peruano-chilena y un ancho de 80 km aproximadamente sobre la cota de 1000 metros. Esta estructura localiza aproximadamente a una distancia de 180 km de la línea de fosa. En la actualidad, no se dispone de mayor información sobre las características físicas de esta fractura (Bernal & Tavera, 2002).

La Fosa Perú-Chile delimita el inicio de la interacción entre la placa de Nazca y la Sudamericana. Litológicamente, la fosa está formada por sedimentos de diferente potencia depositados sobre rocas pre-existentes. Según Heras (2002), frente a la costa de Perú la fosa peruano-chilena presenta profundidades máximas de hasta 6000 metros en la región Norte y Sur; mientras que, en la región Centro es del orden de 5000 metros. La fosa peruanochilena presenta una contorsión NNW-SSE en la región Norte y Centro, y NW-SE en la región Sur de Perú. El cambio en la orientación de la fosa se produce frente a la Dorsal de Nazca (Bernal & Tavera, 2002).

La Cordillera Andina se distribuye paralela al borde Oeste de Sudamérica sobre una extensión de 7000 km, y con alturas máximas de 6000 metros sobre el nivel del mar (Bernal & Tavera, 2002). En Perú, de Norte a Sur, la Cordillera de los Andes se presenta bien definida; sin embargo, es notoria la presencia de dos inflexiones, a la altura de  $5^{\circ}$  Sur, denominada deflexión de Huancabamba y a los  $14^{\circ}$  Sur, denominada deflexión de Abancay. Estas

**PRESENTADO POR:**

- Danny Daniel Saavedra Oré.
- Danilo Saavedra Oré.





deflexiones cambian parcialmente la orientación de la cordillera en dirección NE-SW y Este-Oeste respectivamente. Transversalmente, la Cordillera Andina presenta diversas unidades morfoestructurales y anchos que oscilan entre 250 km en la región Norte y Centro de Perú hasta 500 km en la frontera entre Perú, Chile y Bolivia (Marocco, 1980; Tavera y Buforn, 1998).

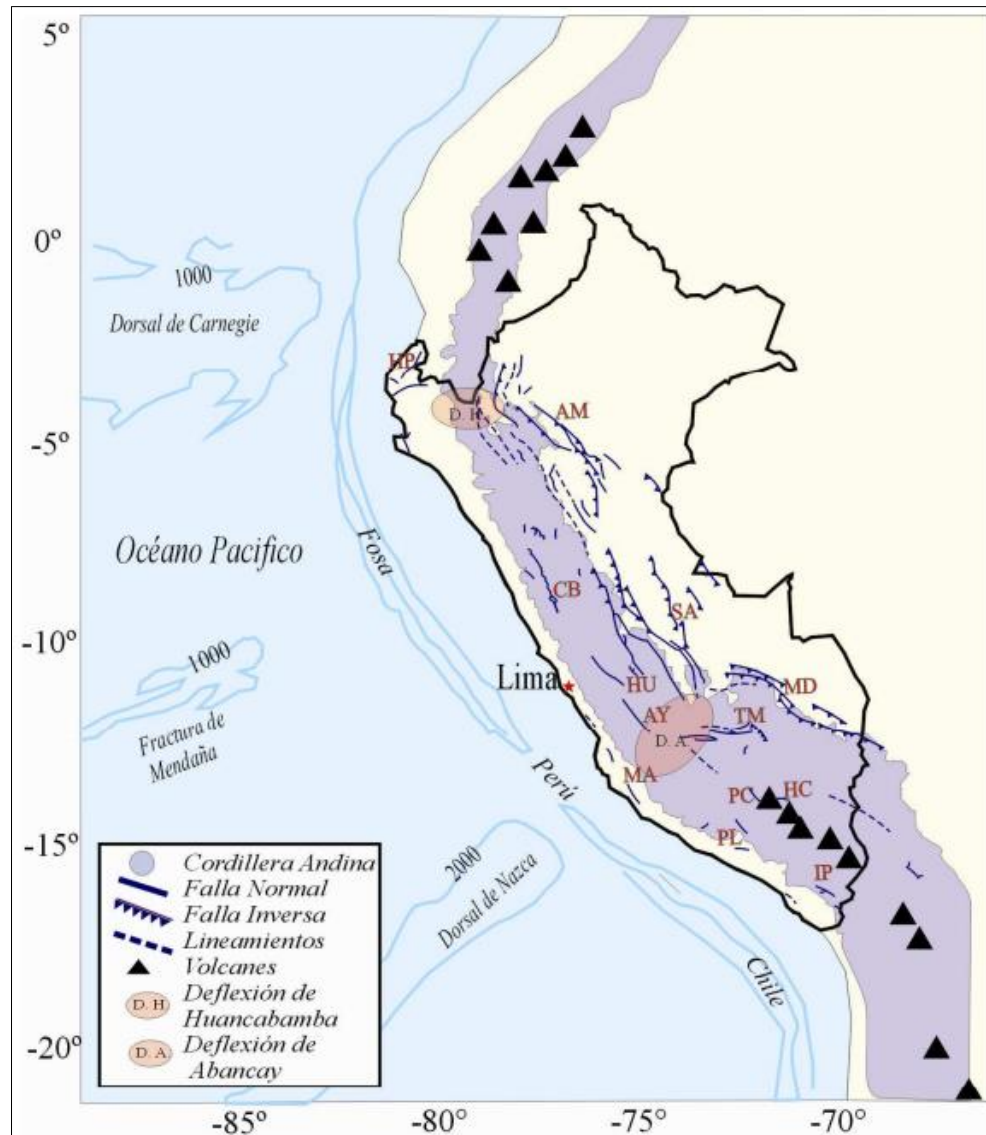
La Cadena Volcánica se ubica en la región Sur de Perú por debajo de la deflexión de Abancay hasta los 25°S en Chile (Bernal & Tavera, 2002). Esta cadena se distribuye sobre la Cordillera Occidental siguiendo un aparente alineamiento con orientación NW-SE en Perú y N-S en el extremo Norte de Chile (Bernal & Tavera, 2002). Las características geométricas de cada uno de los volcanes que integran esta cadena, muestran que la actividad tectónica es contemporánea a la orogenia extensional que experimenta la Cordillera Andina cerca del Cuaternario Medio y Reciente (Sebrier et al, 1985). Los principales volcanes presentes en la región Sur de Perú son: Coropuna (6425msnm), Sabancaya (5795msnm), Misti (5825msnm), Ubinas (5672msnm), Chachani (3745msnm), Huaynaputina (4800msnm), Tutupaca (5806msnm), Yucamane (5508msnm). Es importante remarcar que en las regiones Norte y Centro de Perú, la actividad volcánica disminuyó ó desapareció hace 8 millones de años (Marocco, 1980).

Los Sistema de Fallas presentes en el Perú, son el resultado del continuo proceso de deformación de la corteza continental (Bernal & Tavera, 2002). Estos sistemas están presentes en mayor número, de Norte a Sur, sobre la zona Subandina al pie del borde Oriental de la Cordillera Andina, afectando a los principales plegamientos del escudo Brasileño (sistemas de fallas de Moyobamba, Satipo, Madre de Dios, etc.). El número de estos sistemas de fallas es menor sobre la Alta Cordillera y en el Altiplano (sistema de fallas de la Cordillera Blanca, Huaytapallana y Tambomachay). En general, el mayor número de fallas son de tipo inverso que evidencian el acortamiento de la corteza (Bernal & Tavera, 2002).

**PRESENTADO POR:**

- Danny Daniel Saavedra Oré.
- Danilo Saavedra Oré.

**GRAFICO N° 5:** Principales rangos tectónicos superficiales en Perú y en el Borde Oeste de Sudamérica.



**Fuente:** Bernal & Tavera, 2002.

Dónde: Los triángulos indican la localización de los volcanes y las líneas de color celeste los principales sistemas de fallas activas en el Perú (Sebrier et al, 1985). HP=Huaypira, AM=Alto Mayo, CB=Codillera Blanca, SA= Satipo-Amauta, HU=Huaytapallana, AY=Ayacucho, MA=Marcona, MD=Madre de Dios, TM=Tambomachay, PL=Planchado, PC=Pampacolca, HC=Huambo y Cabanaconde y IP=Ichupampa (Bernal & Tavera, 2002).

**PRESENTADO POR:**

- Danny Daniel Saavedra Oré.
- Danilo Saavedra Oré.



### **8.1.2. ZONIFICACIÓN DE LA CORDILLERA ANDINA.**

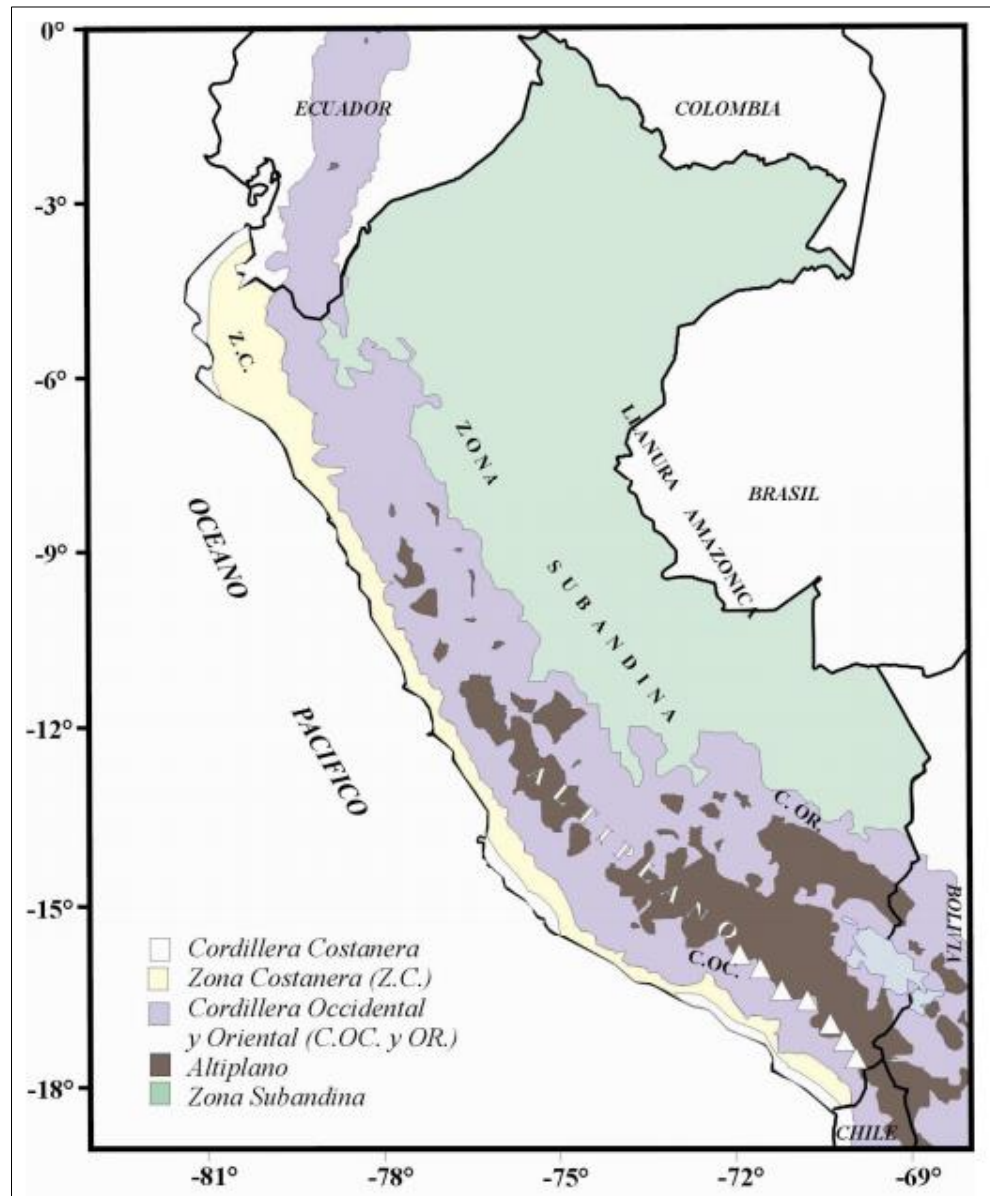
La Cordillera Andina, se extiende a lo largo del continente Sudamericano desde Venezuela hasta el Sur de Chile con orientaciones que varían desde NE-SW en Colombia y Ecuador, NW-SE en Perú y N-S en Chile (Bernal & Tavera, 2002). Tal como se analizó anteriormente, la topografía actual de la Cordillera Andina, es el resultado de varios procesos orogénicos ocurridos durante épocas geológicas pasadas, dando origen a la formación de pliegues, fallas, depresiones, elongaciones de los grandes intrusivos y alineamiento de conos volcánicos. Estudios de sismicidad muestran que la Cordillera Andina tiene espesores del orden de 51 km en la región Central y de 75 km en la región Sur (James, 1978; Marocco, 1980; Dalmayrac et al, 1981; Tavera, 1993 y Tavera y Buforn, 1998).

La cordillera Andina, desde el punto de vista geomorfológico, puede ser zonificada en una serie de siete unidades morfoestructurales que se distribuyen de Oeste a Este, paralelas a la línea de costa. En la siguiente figura, se puede identificar la Cordillera de la Costa, la Zona Costanera (Z.C.), la Cordillera Occidental (C.O.C.), el Altiplano, la Cordillera Oriental (C.OR.), la Zona Subandina y la Llanura Amazónica (Dalmayrac et al, 1981; Tavera y Buforn, 1998).

#### **PRESENTADO POR:**

- Danny Daniel Saavedra Oré.
- Danilo Saavedra Oré.

GRAFICO N° 6: Principales unidades geomorfológicas en Perú.



**Fuente:** Dalmayrac et al,1981; Tavera y Buforn (Bernal & Tavera, 2002).

Dónde: La Zona Costanera y Zona Sub andina presentan elevaciones menores a 1500 metros, la Cordillera Occidental y Oriental entre 1500-4000 metros y el Altiplano mayores a 4000 metros.

A continuación se presenta una descripción de cada una de estas unidades.

**PRESENTADO POR:**

- Danny Daniel Saavedra Oré.
- Danilo Saavedra Oré.



La Cordillera Costanera tiene su origen durante las fases tectónicas del PreCámbrico (aproximadamente hace 4500 años) habiendo sido plegada hasta alcanzar elevaciones máximas de 1200msnm y posteriormente erosionada parcialmente. Actualmente, esta unidad se presenta segmentada a lo largo y próximo al litoral siguiendo una dirección NW-SE (Bernal & Tavera, 2002). El segmento Sur de esta cordillera, está formada por el macizo de Arequipa ubicado entre los 14° y 18° Sur como parte de la deflexión ubicada en el extremo SE del territorio peruano y el segmento Norte entre 2° y 7° Sur, el mismo que forma parte de la deflexión ubicada al Nor-Oeste del territorio peruano y que se proyecta sobre el territorio ecuatoriano (Bernal & Tavera, 2002). Entre las latitudes de 6° a 14° Sur, esta unidad desaparece debido posiblemente a la subsidencia de una parte del margen continental por efectos tectónicos (INGEMET, 1995).

La Zona Costanera presenta elevaciones entre 50 y 1500 metros sobre el nivel del mar. Esta unidad presenta un ancho máximo de 100 km en la región Norte y de 40 km en la región Sur de Perú. La Zona Costanera está constituida por materiales volcánicos y rocas sedimentarias con la presencia de plegamientos suaves en la región Norte-Centro y basamentos fuertemente plegados en la región Sur (Bernal & Tavera, 2002).

La Cordillera Occidental con una elevación máxima de 5000 msnm, se caracteriza por constituir el batolito plutónico andino de mayor volumen. En general, esta cordillera se orienta en dirección NW a SE; sin embargo, algunas estructuras regionales tienden a cambiar su orientación hacia el Oeste en las proximidades de la deflexión de Abancay (entre 13° y 14° Sur) y en el extremo NE cerca de la deflexión de Huancabamba (~5.0° Sur). Esta unidad está compuesta principalmente por rocas volcánicas y plutónicas medianamente deformadas, además de la presencia de fuertes plegamientos, fallas normales, inversas y grandes sobrecorrimientos. En la región Sur, esta unidad se caracteriza por presentar una alineación de conos volcánicos sobre una longitud de aproximadamente 300 km en dirección NW-SE (Bernal & Tavera, 2002).

**PRESENTADO POR:**

- Danny Daniel Saavedra Oré.
- Danilo Saavedra Oré.



El Altiplano presenta elevaciones medias del orden de 3000msnm y anchos que varían entre 10 a 50 km en la región Central y de 140 a 200 km en la región Sur. Esta unidad se extiende desde la latitud de 9° Sur (Ancash) hasta cubrir todo el Altiplano peruano-boliviano siguiendo una orientación NW a SE. El Altiplano, está formado por una serie de depresiones (cuencas intra-montañosas) y elevaciones (altas mesetas) que se prolongan hacia el altiplano boliviano. En la región Sur, se puede identificar la cuenca del lago Titicaca y las depresiones intra-montañosas a lo largo de los valles longitudinales interandinos.

La Cordillera Oriental en promedio presenta elevaciones medias de 3700 a 4000msnm y anchos que varían entre 70 a 100 km aproximadamente. En general, esta cordillera se extiende de Norte a Sur siguiendo una orientación NW-SE; sin embargo, soporta un fuerte arqueamiento en dirección Este-Oeste a la altura de la latitud de 14° Sur conocida como deflexión de Abancay. En la región Norte, la Cordillera Oriental aparentemente desaparece debido a la deflexión de Huancabamba (~5° Sur). Esta cordillera corresponde principalmente a un extenso anticlinal formado esencialmente por depósitos intrusivos y cuyo levantamiento fue controlado por fallas regionales longitudinales distribuidas a lo largo de su límite con la zona Subandina.

La Zona Subandina presenta una anchura variable debido a que en ella se amortiguan las estructuras andinas formando una gruesa serie continental de terrenos sedimentarios fuertemente plegados como producto de la subsidencia del escudo brasileño bajo la Cordillera Andina. Este proceso permite observar una topografía accidentada con la presencia de numerosos sistemas de fallas inversas, sobrecorrimientos y plegamientos de estratos con trazas de falla y ejes de plegamiento orientados en dirección NW-SE.

La Llanura Amazónica se extiende desde la zona Subandina sobre todo el escudo brasileño y desde el punto de vista geomorfológico, esta unidad representa una amplia zona llana formada por una importante secuencia de sedimentos.

**PRESENTADO POR:**

- Danny Daniel Saavedra Oré.
- Danilo Saavedra Oré.



Geodinámicamente, las unidades descritas anteriormente son el resultado de una tectónica compresional que se concentra en ambos lados de la Cordillera Andina y una extensional en la parte elevada de la misma. Esta tectónica activa permite considerar al territorio peruano como una de las regiones más activas en el mundo con la consecuente ocurrencia frecuente de sismos, erupciones volcánicas y la formación de fallas geológicas (Megard y Philip, 1976; Megard, 1978; Marocco, 1980; Dalmayrac et al, 1980; Dalmayrac y Molnar, 1981; Sebrier et al, 1988; Lindo, 1993; Tavera y Buforn, 1998 y Bernal, 2002).

### 8.1.3. PRINCIPALES RASGOS TECTÓNICOS.

El proceso de deformación de la corteza continental, como consecuencia del levantamiento de la Cordillera Andina, ha dado origen a la formación de diferentes sistemas de fallas distribuidas sobre todo el territorio peruano. En general, estos sistemas son de tipo inverso sobre la zona Subandina, al pie de los principales plegamientos formados por la subsidencia del escudo brasileño bajo la Cordillera Oriental (fallas de Moyobamba, Satipo, Madre de Dios). Mientras que, en la Alta Cordillera y en el Altiplano, el número de estos sistemas es menor y se encuentran ubicados principalmente al pie de algunos nevados importantes, y deben su origen a procesos extensivos (fallas de la Cordillera Blanca y Tambomachay) y compresivos (sistema de fallas del Huaytapallana). A continuación, se describirá las características más importantes de los principales sistemas de fallas, según su ubicación en cada una de las unidades morfoestructurales descritas anteriormente (Bernal & Tavera, 2002).

En la Zona Costanera, al Norte de 5° Sur, se ubica la falla de Huaypira (HP) con una orientación NE-SW y E-W; entre 14° y 16° Sur, se observa la presencia de la falla de Marcona (MA) con orientación NW-SE y a la altura de 16.5° Sur, destaca la falla de La Planchada (PL) con orientación NW-SE. Estas fallas presentan longitudes del orden de 90 km en promedio y son de tipo normal (Bernal & Tavera, 2002).

#### PRESENTADO POR:

- Danny Daniel Saavedra Oré.
- Danilo Saavedra Oré.



En la Cordillera Occidental es importante la presencia de la falla de la Cordillera Blanca (CB), siendo esta de tipo normal con buzamiento al SW y de las de mayor extensión en el mundo (200 km). El ramal Norte de esta falla, recibe el nombre de falla de Quiches. A la altura de la latitud de 16° Sur aparece la falla de Pampacolca (PC) con una longitud de 30 km, siendo esta de tipo normal con el buzamiento de su plano principal en dirección SW. La falla de Ichupampa (IP) se ubica entre 17° y 18.5° Sur sobre una longitud de 220 km aproximadamente. Esta falla es de tipo normal con buzamiento hacia el SW y conforme se extiende hacia Chile buza hacia el Oeste. En la Alta Cordillera, sobre la latitud de 12.5°S, sobresale el sistema de fallas del tipo inverso del Huaytapallana (HU) con una longitud de 25 km en dirección NW-SE y con buzamiento hacia el NE. A la latitud de 13.5°S, sobresale el sistema de fallas de Ayacucho (AY) (Bernal & Tavera, 2002).

En el Altiplano y en la Cordillera Oriental, entre 13°-14.5°S, se ubica el sistema de fallas de Tambomachay (TM), el mismo que prácticamente cruza el extremo sur del departamento de Cuzco. Este sistema considera además, a un importante número de fallas de tipo normal que se distribuyen siguiendo diversas direcciones, siendo las de mayor longitud las fallas de Viscachani, Alto Vilcanota, Pomacanchi y Langui-Layo, todas con una orientación en dirección Este-Oeste (Bernal & Tavera, 2002).

En la zona Subandina destacan los sistemas de fallas inversas del Alto Mayo (AM) ubicadas entre las latitudes de 4° a 8° Sur, el sistema de fallas de Satipo–Amauta (SA) entre 9° y 12° Sur y el sistema de fallas de Madre de Dios (MD) entre 12° y 14° Sur. Todos estos sistemas, presentan fallas de diferentes longitudes (entre 300 a 500 km) y en general, se orientan paralelas a la Cordillera Andina con buzamiento hacia el SW (Bernal & Tavera, 2002).

Todos los sistemas de fallas, descritos anteriormente, se han originado o soportado en el pasado importantes reactivaciones debido a la ocurrencia de sismos de magnitud elevada, los mismos que en algunos casos, han puesto en evidencia sobre la superficie escarpas de falla con desniveles, sobre el nivel del suelo, del orden de 2 y 4 metros (Falla de Huaytapallana y Quiches). Por ejemplo, en la Zona Subandina los sismos de 1990 y 1991 reactivaron el

**PRESENTADO POR:**

- Danny Daniel Saavedra Oré.
- Danilo Saavedra Oré.





sistema de fallas del Alto Mayo; en la Cordillera Oriental, la falla de Tambomachay fue reactivada con el sismo de 1986; en la Cordillera Occidental, la falla de Quichés se originó con el sismo de 1946 y la falla de Huaytapallana, con dos sismos ocurridos en 1969, en la Alta Cordillera, la falla de Ayacucho fue reactivada con los sismos ocurridos en 1981 y 1999 (Bernal & Tavera, 2002).

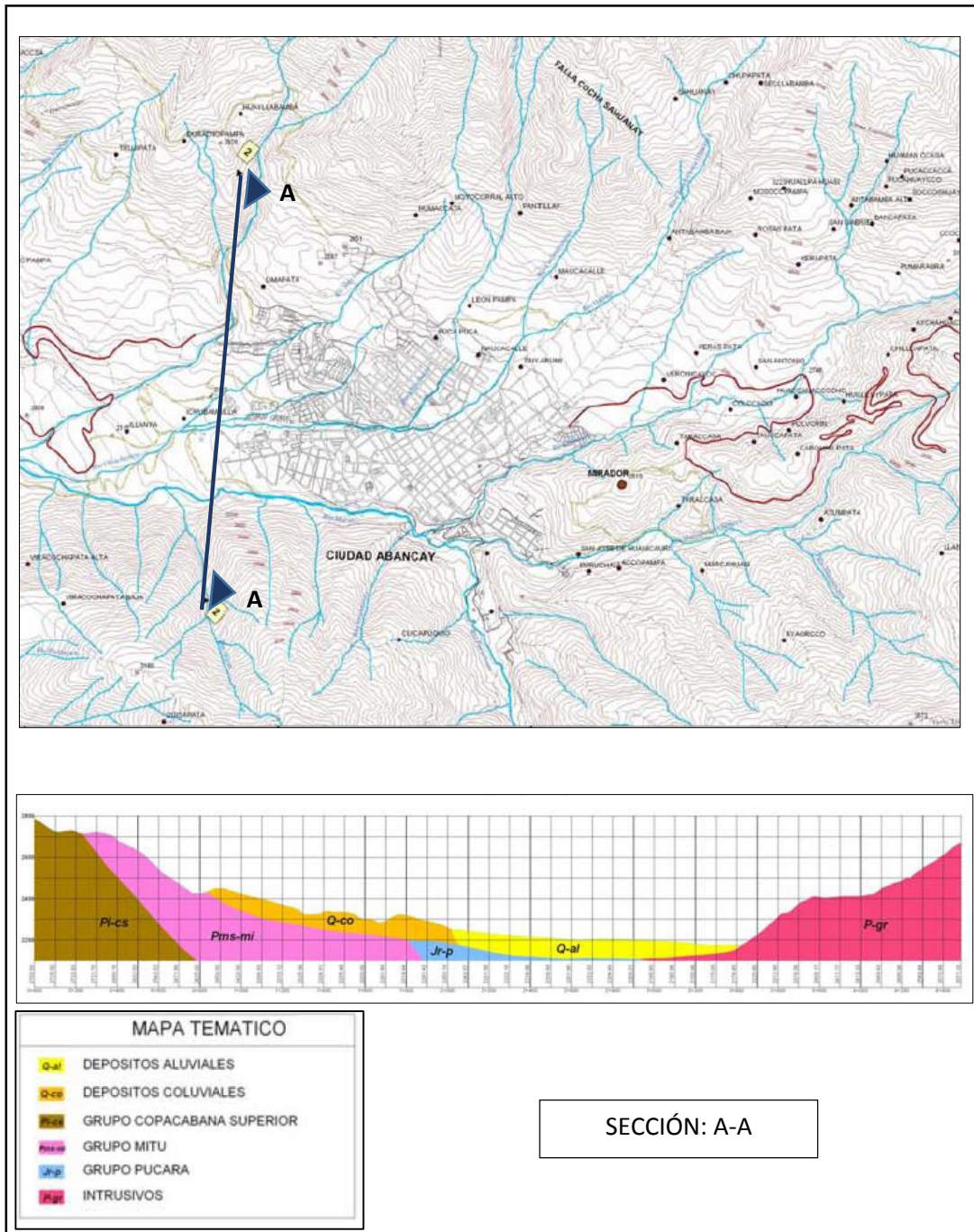
## **8.2. IDENTIFICACIÓN DE ESTRATOS Y CLASIFICACIÓN DE SUELOS.**

La ciudad de Abancay está compuesto por diversos depósitos. Estos depósitos fueron estudiados e identificados en el Estudio de Ciudades Sostenibles en el año 2007. A continuación se muestra la sección de enteres y el perfil correspondiente para el proyecto.

### **PRESENTADO POR:**

- Danny Daniel Saavedra Oré.
- Danilo Saavedra Oré.

GRAFICO N° 7: Depósitos en el Área de interés del Proyecto.



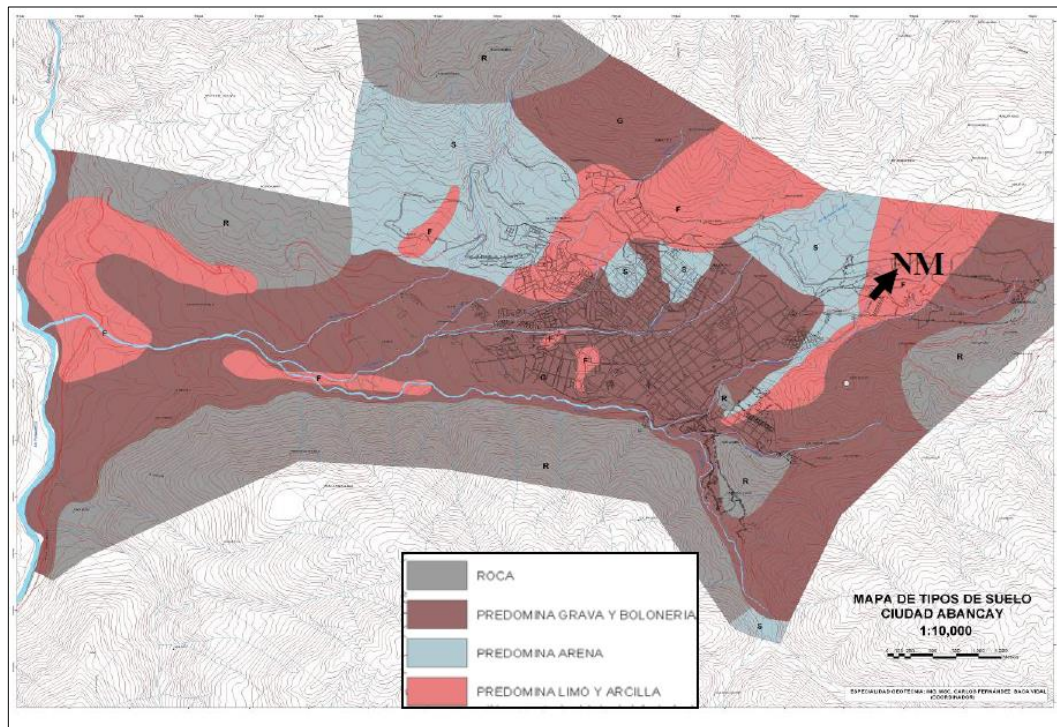
**Fuente:** Ciudades Sostenibles – Mapa de Peligros de la Ciudad de Abancay, Baca Vidal, C. F., Benavente Velasquez, R., Loayza Schiaffino, C., & Acurio Cruz.

El Estudio de Ciudades Sostenibles también desarrollo el plano de tipos de suelos en el ámbito urbano y sus alrededores de la ciudad de Abancay, en donde se puede observar que el proyecto está conformado por un suelo que predomina la grava y boloneria, como se muestra a continuación.

**PRESENTADO POR:**

- Danny Daniel Saavedra Oré.
- Danilo Saavedra Oré.

**GRAFICO N° 8:** Mapa de tipos de suelos.



**Fuente:** Ciudades Sostenibles – Mapa de Peligros de la Ciudad de Abancay, Baca Vidal, C. F., Benavente Velasquez, R., Loayza Schiaffino, C., & Acurio Cruz.

## 9. ANÁLISIS Y EVALUACIÓN DE LA ACTIVIDAD SÍSMICA.

### 9.1. ANTECEDENTES DE ACTIVIDADES SÍSMICAS.

A nivel mundial, el Perú es uno de los países de mayor potencial sísmico debido a que forma parte del denominado Cinturón de Fuego del Pacífico. Dentro de este contexto, la actividad sísmica está asociada al proceso de subducción de la placa de Nazca bajo la Sudamericana y tiene su origen, en la fricción de ambas placas produciendo los sismos de mayor magnitud con relativa frecuencia y en la deformación interna de ambas placas, siendo los sismos más destructores los que se producen a niveles superficiales. Para analizar las características de los sismos ocurridos en Perú, es necesario considerar la existencia de una base de datos que corresponde al periodo de sismicidad histórica (1500-1959) y otro al periodo instrumental que considera los sismos ocurridos desde el año 1960 a la fecha (Bernal & Tavera, 2002).

#### PRESENTADO POR:

- Danny Daniel Saavedra Oré.
- Danilo Saavedra Oré.



### **9.1.1. SISMICIDAD HISTÓRICA EN EL PERÚ.**

La información sobre la sismicidad histórica de Perú data del tiempo de la conquista y colonización hasta aproximadamente el año 1959, y en su mayoría se encuentra esparcida en diferentes obras inéditas, manuscritos, crónicas, narraciones, informes administrativos por parte de los clérigos y gobernantes de aquellos años. Gran parte de esta información ha sido recolectada y publicada por Polo (1904), Barriga (1939), Silgado (1978) y Dorbath et al (1990). La recopilación realizada por Silgado (1978) es la más completa para sismos importantes ocurridos en Perú entre 1513 y 1974, y en ella, el autor describe en detalle las principales características de los sismos (valores de intensidad local y regional), siendo muchos de ellos estudiados por el mismo autor. Asimismo, el autor estima la magnitud para un gran número de sismos a partir del área de intensidad máxima a fin de poder compararlos con otros sismos. Sobre sismicidad histórica, el trabajo más reciente es el realizado por Dorbath et al (1990), los mismos que consideran una revisión detallada de toda la información existente sobre sismos históricos a fin de correlacionar las áreas de intensidad máxima con sus respectivas longitudes de ruptura para estimar la magnitud de un gran número de sismos. Asimismo, los autores sugieren que los grandes sismos en Perú tienen un periodo de recurrencia del orden de una centuria (100 años). En general, Silgado (1978) y Dorbath et al (1990) indican que el sismo más antiguo para el cual se dispone de información confiable, data del año 1513 (Bernal & Tavera, 2002).

Es importante remarcar que la calidad de la información disponible para, evaluar la sismicidad histórica, dependerá de la distribución y densidad de la población en las regiones afectadas por los sismos; por lo tanto, existe la posibilidad de que hayan ocurrido sismos importantes en áreas no pobladas o próximas a localidades con las cuales era difícil establecer comunicación. De ahí, la ausencia de información sobre sismos que pudieran haber ocurrido en la Alta Cordillera y Zona Subandina. Por otro lado, la profundidad focal del total de los sismos históricos no ha sido determinada con precisión; sin embargo, debido a su ubicación geográfica (entre la fosa y la línea de costa) y daños observados en superficie, estos pueden ser considerados en su mayoría como superficiales (Bernal & Tavera, 2002).

#### **PRESENTADO POR:**

- Danny Daniel Saavedra Oré.
- Danilo Saavedra Oré.



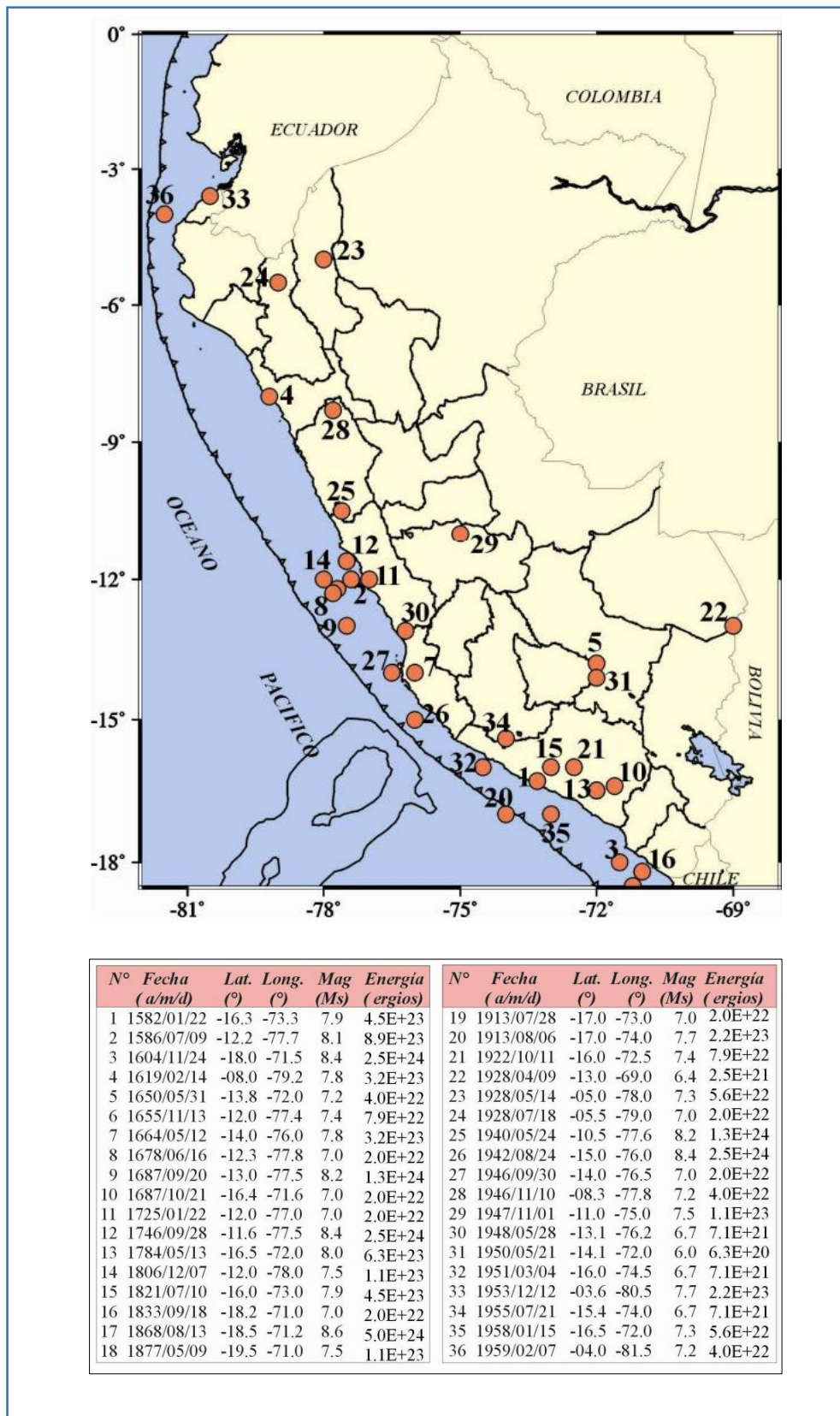
Entre los sismos más importantes ocurridos durante el periodo histórico se puede mencionar en la región Norte a los de 1619 y 1953 (VIII MM), ambos produjeron muerte y destrucción en las ciudades de Trujillo y Tumbes. En la región Central, sobresalen los sismos ocurridos en 1586 (IX MM), primer gran sismo para el cual se tiene documentación histórica; 1687 (VIII MM) y 1746 (X MM) que destruyeron casi completamente a la ciudad de Lima. El sismo de 1746 generó un tsunami con olas de 15-20 metros de altura que inundó totalmente al puerto del Callao. En la región Sur, ocurrieron sismos importantes en 1604 (IX MM), 1784 (X MM) y 1868 (X MM) que destruyeron principalmente a las ciudades de Arequipa, Moquegua, Tacna, Puno y Norte de Chile. El terremoto de 1868 habría producido una longitud de ruptura del orden de 500 Km y un tsunami con olas de 12 a 16 metros de altura. En el interior del continente, ocurrieron sismos importantes en 1650 (VII MM), 1946 (IX MM) y 1947 (VIII MM) que produjeron muerte y destrucción en las ciudades de Cuzco, Huaraz y Satipo respectivamente. Para este periodo de tiempo (1500-1959), no existe información sobre sismos ocurridos en toda la Zona Subandina de Perú (Bernal & Tavera, 2002).

En la siguiente Figura, se muestra la localización y los parámetros hipocentrales de los sismos históricos ocurridos en Perú entre 1500 y 1959 ( $M_s \geq 6.0$ ), los mismos que han generado intensidades mayores a VII en la escala Mercalli Modificada (Silgado, 1978; Dorbath et al 1990). En esta figura se observa que los sismos históricos se distribuyen principalmente entre la línea de fosa y la costa, localizándose en mayor número en la región Centro y Sur de Perú debido probablemente a que estas regiones eran las más pobladas y donde se constituyeron las ciudades más importantes después del siglo XVI. La mayoría de estos sismos produjeron tsunamis con olas de diferentes alturas (Bernal & Tavera, 2002).

**PRESENTADO POR:**

- Danny Daniel Saavedra Oré.
- Danilo Saavedra Oré.

**GRAFICO N° 9:** Sismicidad Histórica de Perú entre 1500 – 1959, Ms≥6.



Fuente: Silgado, 1978 (Bernal & Tavera, 2002).

**PRESENTADO POR:**

- Danny Daniel Saavedra Oré.
- Danilo Saavedra Oré.



Según la Figura, en el interior del continente, el número de sismos disminuye considerablemente.

Los principales sismos ocurridos en el Perú mayores a un radio de 500 km a la redonda de donde se ubica el puente se muestra a continuación:

**CUADRO N° 4:** Registro de eventos sísmico en el Perú a un radio de 500 km a la redonda de donde se ubica el puente.

Fecha	Magnitud	Nombre	Epicentro
24 de mayo, 1940	8.2 Mw	Lima y Callao de 1940	Océano Pacífico, frente a las costas de Callao y del departamento de Lima.
18 de septiembre, 1941	6.4 Mb	Cuzco de 1941	Cerca del Cuzco, departamento del Cuzco
24 de agosto, 1942	8.2 Mw	Nasca de 1942	Entre los límites de los dptos. de Ica y Arequipa
30 de enero, 1943	6.5 Mb	Yanaoca y Pampamarca de 1943	Distrito de Yanaoca, provincia de Canchis, departamento de Cuzco.
21 de agosto, 1945	5.5 Mb	Sierra central de 1945	-
10 de noviembre, 1946	7.3 Ms	Sihuas de 1946	Quiches, provincia de Sihuas, departamento de Ancash.
1 de noviembre, 1947	7.7 Mw	Satipo de 1947	Satipo, departamento de Junín
11 de mayo, 1948	7.4 Ms	Sur del Perú de 1948	Toquepala, límites de los dptos. de Moquegua, Tacna y Puno.
21 de mayo, 1950	6.8 Mb	Cuzco de 1950	Cerca del Cuzco, departamento del Cuzco.
4 de marzo, 1951	6.3 Mb	Chala de 1951	Cercanías de Chala, provincia de Caravelí, departamento de Arequipa.
21 de abril, 1954	6.0 Mb	Cañete-Chincha de 1954	Entre Cañete y Chincha.
9 de octubre, 1955	6.0 Mb	Mungui de 1955	Caserío de Mungui, distrito de Pampamarca, provincia de La Unión, departamento de Arequipa.
17 de febrero, 1956	5.8 Mb	Chimbote de 1956	-

**PRESENTADO POR:**

- Danny Daniel Saavedra Oré.
- Danilo Saavedra Oré.



18 de febrero, 1957	5.5 Mb	Costa central del Perú de 1957	En el mar, frente a las costas del departamento de Lima
15 de enero, 1958	7.5 Ms	Arequipa de 1958	Cerca de Arequipa, departamento de Arequipa.
19 de julio, 1959	7.1 Mw	Sur del Perú de 1959	-
13 de enero, 1960	7.5 Ms	Arequipa de 1960	Cerca de Arequipa, departamento de Arequipa
8 de noviembre, 1961	6.0 Mb	Acos de 1961	Distrito de Acos, provincia de Acomayo, departamento de Cuzco
3 de marzo, 1962	6,0 Mb	Yungul de 1962	Yungul, distrito de Ulcumayo, departamento de Junín.
24 de septiembre, 1963	7.1 Mw	Ancash de 1963	-
26 de enero, 1964	6.0 Mb	Sur del Perú de 1964	Cerca de Arequipa, departamento de Arequipa
8 de mayo, 1965	6.0 Mb	Urcos de 1965	Distrito de Urcos, provincia de Quispicanchi, departamento de Cuzco
17 de octubre, 1966	8.2 Mw	Lima y Callao de 1966	Océano Pacífico, frente a las costas de Huacho y Barranca, departamento de Lima
19 de junio, 1968	6.9 Mw	Moyobamba de 1968	Moyobamba, departamento de San Martín.
1 de octubre, 1969	6.2 Mb	Huaytapallana de 1969	Huaytapallana, distrito de Pariahuanca, departamento de Junín
14 de febrero, 1970	6.2 Mb	Panao de 1970	Panao, Provincia de Pachitea, Departamento de Huánuco
14 de octubre, 1971	6.5 Mw	Aymaraes de 1971	Provincia de Aymaraes, departamento de Apurímac.
3 de octubre, 1974	8.1 Mw	Lima de 1974	Al Oeste de la Región Central, en la costa sur del departamento de Lima.
16 de febrero, 1979	7.1 Mw	Arequipa de 1979	Cerca de la ciudad de Arequipa
10 de noviembre, 1980	6.2 Mb	Ayacucho de 1980	Cerca de Ayacucho
18 de abril, 1981	6.2 Mb	Ayacucho de 1981	Paccha – Opancca - Ticllas, departamento de Ayacucho.
6 de abril, 1986	5.3 Mw	Cuzco de 1986	Límites de los dptos. De Cuzco y Madre de Dios
5 de abril, 1991	6.1 Mb	Nororiente del Perú (II)	Réplica. Ubicada en las cercanías del sismo anterior.

**PRESENTADO POR:**

- Danny Daniel Saavedra Oré.
- Danilo Saavedra Oré.





18 de abril, 1993	6.4 Mw	Lima de 1993	Centro del departamento de Lima
12 de noviembre, 1996	7.7 Mw	Nasca de 1996	Al Suroeste de la Región Central-Sur, límites de los dptos. de Ica y Arequipa.
3 de abril, 1999	6.8 Mw		Suroeste del Perú.
23 de junio, 2001	8.4 Mw	Sur del Perú del 2001	En el mar, frente a las costas del departamento de Arequipa, Perú
12 de octubre, 2002	6.9 Mw	Ucayali del 2002	En el borde de Perú-Brasil, departamento de Ucayali, Perú.
25 de septiembre, 2005	7.5 Mw	Lamas del 2005	90 km al NE de Moyobamba, departamento de San Martín
20 de octubre, 2006	6.7 Mw	Cañete-Chincha del 2006	Oeste de Chincha, departamento de Ica
15 de agosto, 2007	7.9 Mw	Pisco e Ica del 2007	Océano Pacífico, a 40 km al Oeste de Chincha Alta, departamento de Ica.
26 de agosto, 2008	6.4 Mw	Pucallpa del 2008	66 km al noroeste de Pucallpa
24 de diciembre, 2009	5.9 Mw		Frontera de los dptos. De Arequipa e Ica
23 de mayo, 2010	6.1 Mw		28 km al suroeste de Huancasancos, Ayacucho
28 de octubre, 2011	6.8 Mw	-	117 km al suroeste de Ica
30 de enero, 2012	6.3 Mw	-	47 km al suroeste de Ica
21 de mayo, 2013	5.8 Mw	-	32 km al sureste de Abancay, Apurímac
24 de agosto, 2014	6.8 Mw	-	60 kilómetros al este de la localidad de Tambo, Ayacucho
25 de noviembre, 2015 17:45 y 17:50	7.6 Mw	-	83 y 99 kilómetros al sur de Esperanza, Ucayali
16 de abril, 2016 18:58	7.4 ML	Terremoto de Ecuador de 2016	436 km al norte de Tumbes (Ecuador)

**Fuente:** Wikipedia, IGP y INDECI.

**PRESENTADO POR:**

- Danny Daniel Saavedra Oré.
- Danilo Saavedra Oré.



### 9.1.2. DEFORMACIÓN CONTINENTAL.

La ocurrencia frecuente de sismos de diversa magnitud en el interior del continente pone de manifiesto el importante nivel de deformación superficial que en él se produce (Bernal & Tavera, 2002). Actualmente, la sismicidad se concentra sobre trazas de falla reconocidas como sísmicamente activas y que en su momento, produjeron sismos de magnitud elevada, los mismos que al ocurrir próximos a la superficie, generan un alto grado de destrucción en las ciudades y localidades circundantes. Son importantes los sismos que se produjeron en 1946 debido a la reactivación de la falla de Quiches (Ancash), el de 1969 a la falla de Huaytapallana (Huancayo) y el de 1986 a la falla de Tambomachay (Cusco), todos sobre la Cordillera Andina (Bernal & Tavera, 2002). En la Zona Subandina, se debe mencionar al sismo ocurrido en 1947 debido a la reactivación de la falla de Satipo (Junín) y los de 1990 y 1991 que reactivaron al sistema de fallas de Moyobamba y Rioja (San Martín). La magnitud de estos últimos sismos fue del orden de 6.5 mb y ambos presentaron procesos complejos de ruptura (Tavera y Buforn, 2001).

Los periodos de recurrencia de los sismos de magnitud elevada en el interior del continente, aparentemente son muy grandes. Así, para los últimos 500 años, no se cuenta con información confiable que asegure la ocurrencia histórica de sismos en las zonas continentales reconocidas hoy en día como fuentes sismogénicas (Bernal & Tavera, 2002). Esto sugiere que el proceso de deformación continental es lento y poco uniforme, aunque los sismos grandes han mostrado en superficie rasgos tectónicos que indican el tipo de deformación producida (Bernal & Tavera, 2002). Las zonas de mayor deformación superficial han sido identificadas y descritas por diversos autores desde el punto de vista sismológico (Stauder, 1975; Suarez et al, 1983; Deverchere, 1989; Dorbath et al, 1991; Lindo, 1993; Suarez et al, 1990; Tavera et al, 2000) y tectónico (Sebrier et al, 1985; Bonnot et al, 1988). Recientemente, Tavera y Buforn (1998) analizando la distribución de los ejes de presión (P) y tensión (T) obtenidos a partir de mecanismos focales para sismos con  $m_b \geq 5.8$ , muestran que el índice de deformación superficial se realiza perpendicular a la Cordillera Andina, siendo este mayor en la zona Subandina de la región Norte y menor en la región Centro y Sur. Asimismo, en esta figura se observa que la deformación es menor sobre la alta



cordillera, pero la ocurrencia continua de sismos sugiere que la deformación está presente sobre los sistemas de fallas de la Cordillera Blanca, Huaytapallana y Tambomachay (Bernal & Tavera, 2002).

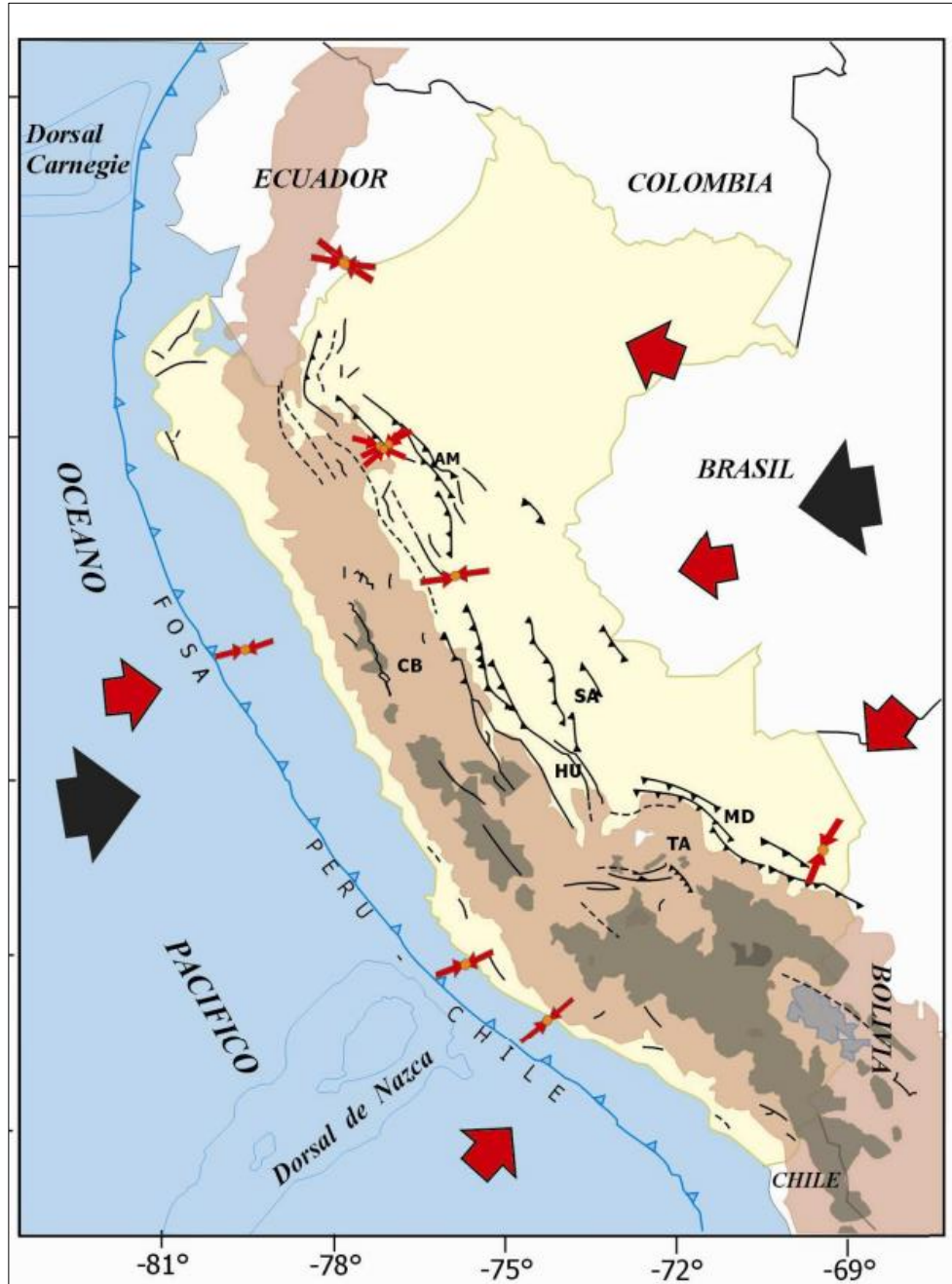
Estudios de tectónica y microtectónica realizados por Sebrier et al (1988), han permitido, con la ayuda de fotos satélite, identificar la existencia de trazas de fallas que aparentemente no se han reactivado durante el Cuaternario en razón de que no produjeron sismos de magnitud importante. Estas posibles fallas, son comúnmente identificadas como lineamientos a pesar que frecuentemente generan microsismicidad (Bernal & Tavera, 2002).

Los resultados obtenidos a partir de la sismología y la tectónica muestran en conjunto la existencia, en el interior del continente, de un importante índice de deformación superficial asociado a un número importante de sistemas de fallas de diferentes tipos las cuales pueden ser sísmicamente activas o no. En general, la deformación continental está presente en diferentes zonas, aunque esta se realice en una escala de tiempo demasiado grande como para ser evaluada de manera continua (Bernal & Tavera, 2002).

**PRESENTADO POR:**

- Danny Daniel Saavedra Oré.
- Danilo Saavedra Oré.

**GRAFICO N° 10:** Esquema sismotectónico en superficie para el Perú obtenido a partir de la distribución de los esfuerzos regionales.



**Fuente:** Tavera y Buforn, 1998 (Bernal & Tavera, 2002).

Dónde: Las flechas pequeñas corresponden a la proyección de los ejes de presión obtenidos a partir de mecanismos focales, las flechas grandes la dirección del esfuerzo regional y las flechas en negro, la dirección de la convergencia de placas.

**PRESENTADO POR:**

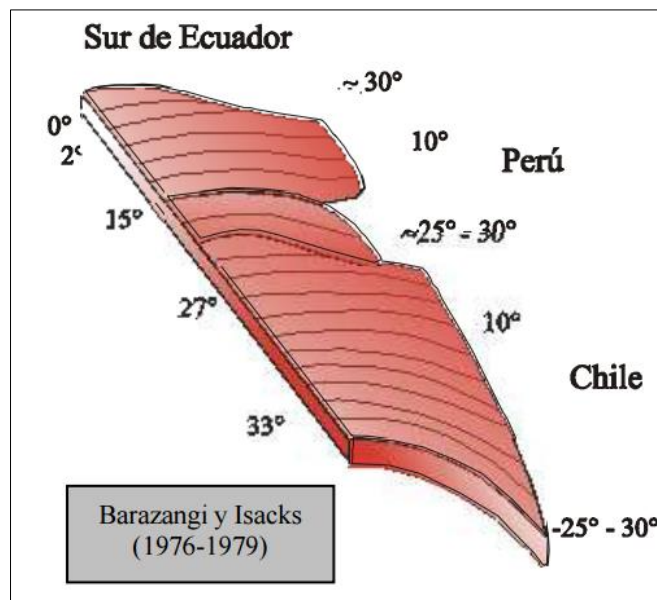
- Danny Daniel Saavedra Oré.
- Danilo Saavedra Oré.

### 9.1.3. MODELOS PARA EL PROCESO DE SUBDUCCIÓN.

En general, los estudios realizados para conocer el modelo ó la geometría del proceso de subducción utilizando datos telesísmicos, regionales y locales son diversos, pero en conjunto han permitido tener una idea general sobre la forma como se realiza este proceso en el borde Oeste de Perú. Los resultados más relevantes obtenidos por diferentes autores se detallan a continuación (Bernal & Tavera, 2002).

- **Barazangi y Isacks (1976 - 1979):** Estos autores, utilizando datos telesísmicos, postularon que el proceso de subducción en el Perú se realiza de manera heterogénea. En la región Norte-Centro se inicia con un ángulo de  $10^\circ$  hasta una profundidad de 100 km aproximadamente, a partir de la cual, se realizaría de manera casi horizontal. En la región Sur, el ángulo de subducción sería del orden de  $30^\circ$  continuo hasta alcanzar una profundidad de 300 km. Asimismo, estos autores postulan, la existencia de una ruptura en la litósfera subducente que separaría a estas dos regiones, tal como se muestra en el esquema (Bernal & Tavera, 2002).

**GRAFICO N° 11:** Modelos para el Proceso de Subducción según Barazangi y Isacks (1976 - 1979).



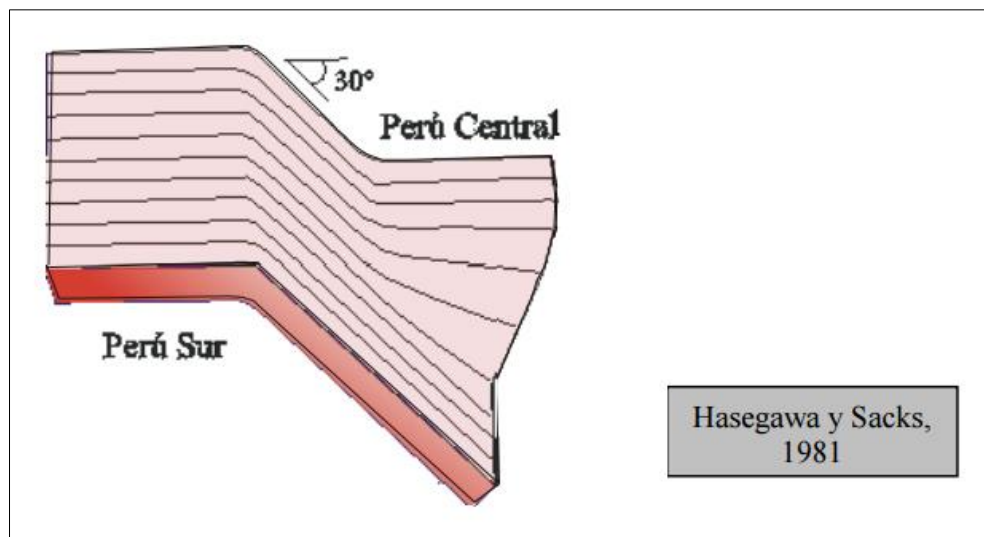
**Fuente:** Bernal & Tavera, 2002.

#### PRESENTADO POR:

- Danny Daniel Saavedra Oré.
- Danilo Saavedra Oré.

- **Hasegawa y Sacks (1981):** Estos autores utilizaron datos registrados por una red sísmica local instalada en la región Sur de Perú. Según sus resultados, sugieren que en esta región el proceso de subducción se produce con un ángulo de inclinación de aproximadamente  $30^\circ$  hasta una profundidad del orden de 300 km. Hacia la región Central, la subducción conserva el mismo ángulo pero esta se hace horizontal a una profundidad de 100 km. Estos autores concluyen que la forma de la placa subducente es continua y que el cambio en el modo de subducción, entre la región Norte, Centro y Sur se produce con una contorsión de la placa (Bernal & Tavera, 2002).

**GRAFICO N° 12:** Modelos para el Proceso de Subducción según Hasegawa y Sacks (1981).



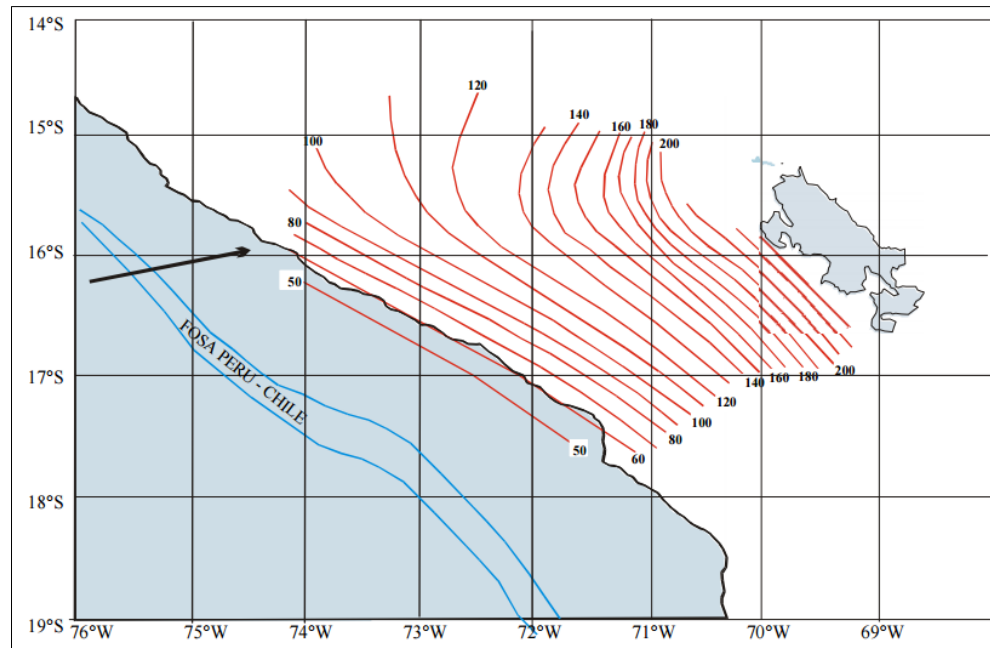
**Fuente:** Bernal & Tavera, 2002.

- **Grange (1984):** Este autor, utilizando datos de una red sísmica local instalada en la región Sur de Perú, propone que el proceso de subducción en esta región se realiza con un ángulo de  $30^\circ$  constante hasta una profundidad de 250 km, para luego disminuir hacia la región Central hasta alcanzar una profundidad del orden de 100 km. Entre ambos modos de subducción, el autor indica que la placa se contorsiona (Bernal & Tavera, 2002).

**PRESENTADO POR:**

- Danny Daniel Saavedra Oré.
- Danilo Saavedra Oré.

**GRAFICO N° 13:** Modelos para el Proceso de Subducción según Grange (1984).



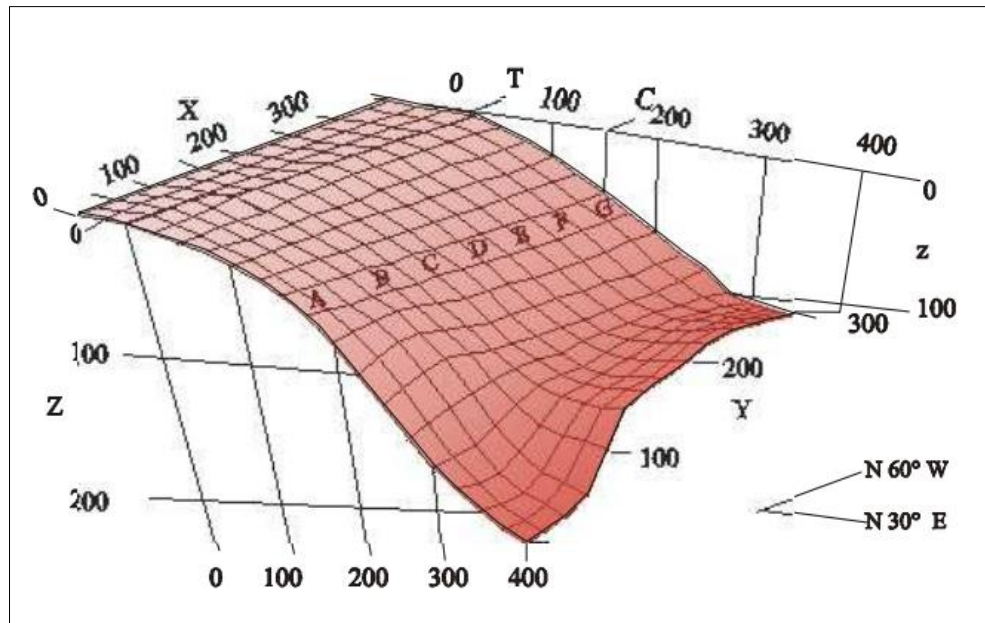
**Fuente:** Bernal & Tavera, 2002.

- **Schneider y Sacks (1987):** Estos autores examinan el modo de la subducción en la región Sur de Perú a partir de sismos registrados por una red local instalada en dicha región. Los autores indican que la subducción se realiza con un ángulo de  $25^\circ$  hasta alcanzar los sismos profundidades de orden de 250 km; mientras que, en la región Central los sismos llegan a profundidades de 100 km a partir de la cual, estos se distribuirían de manera casi horizontal (Bernal & Tavera, 2002).

**PRESENTADO POR:**

- Danny Daniel Saavedra Oré.
- Danilo Saavedra Oré.

**GRAFICO N° 14:** Modelos para el Proceso de Subducción según Schneider y Sacks (1987).



**Fuente:** Bernal & Tavera, 2002.

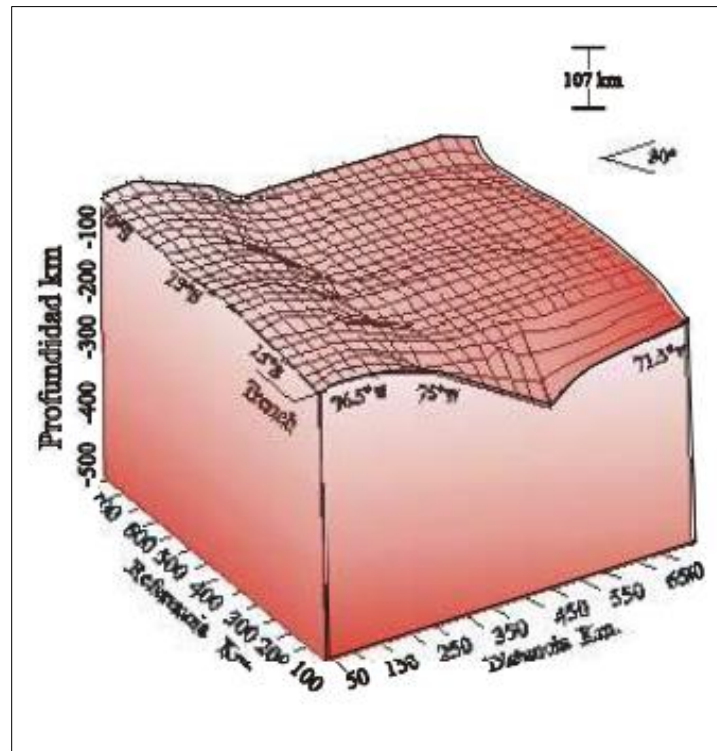
- **Rodríguez y Tavera (1991):** Ambos autores determinaron la geometría del proceso de subducción para la región Central de Perú utilizando datos obtenidos de cuatro redes sísmicas locales que funcionaron en diversos periodos de tiempo. A partir de sus resultados, los autores postularon que en la región Central el proceso de subducción se realiza con un ángulo promedio de 30° hasta una profundidad de 107km para luego desplazarse de manera casi horizontal por debajo del continente hasta 650 km de distancia desde la línea de fosa. Hacia la región Sur, el ángulo de subducción se mantendría en 30° y la placa de Nazca se contorsionaría para pasar de un modo de subducción subhorizontal a otro normal (Bernal & Tavera, 2002).

**PRESENTADO POR:**

- Danny Daniel Saavedra Oré.
- Danilo Saavedra Oré.



**GRAFICO N° 15:** Modelos para el Proceso de Subducción según Rodríguez y Tavera (1991).



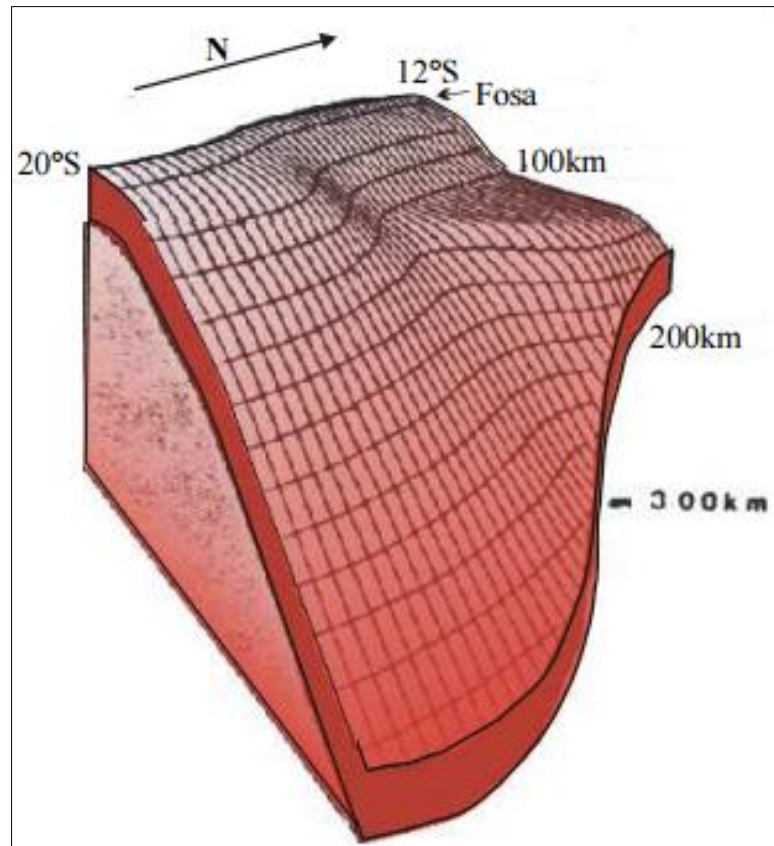
Fuente: Bernal & Tavera, 2002.

- **Cahill y Isacks (1992):** Ambos autores evalúan cuantitativamente una base de datos para el periodo de 1963-1989 extraída del catálogo NEIC (National Earthquake International Center) y el ISC (International Seismological Center), a fin de estudiar la geometría del proceso de subducción en Sudamérica. La selección de los datos se realiza en función de los valores de las residuales obtenidas en la localización de los sismos, frecuencia sísmica y relación magnitud vs número de estaciones que registraron el sismo. Los autores proponen un esquema 3D para la geometría del proceso de subducción entre las latitudes de 7°S a 40°S. Para el Perú, los autores proponen que la subducción se iniciaría, desde la fosa, con un ángulo de 27°-30° para luego ser continua por debajo del continente mostrando la presencia de dos tipos de subducción: una subducción subhorizontal presente en la zona Central de Perú (entre 7°S-16°S) y otra de tipo normal presente en la región Sur de Perú (al Sur de los 16°S) (Bernal & Tavera, 2002).

**PRESENTADO POR:**

- Danny Daniel Saavedra Oré.
- Danilo Saavedra Oré.

**GRAFICO N° 16:** Modelos para el Proceso de Subducción según Cahill y Isacks (1992).



**Fuente:** Bernal & Tavera, 2002.

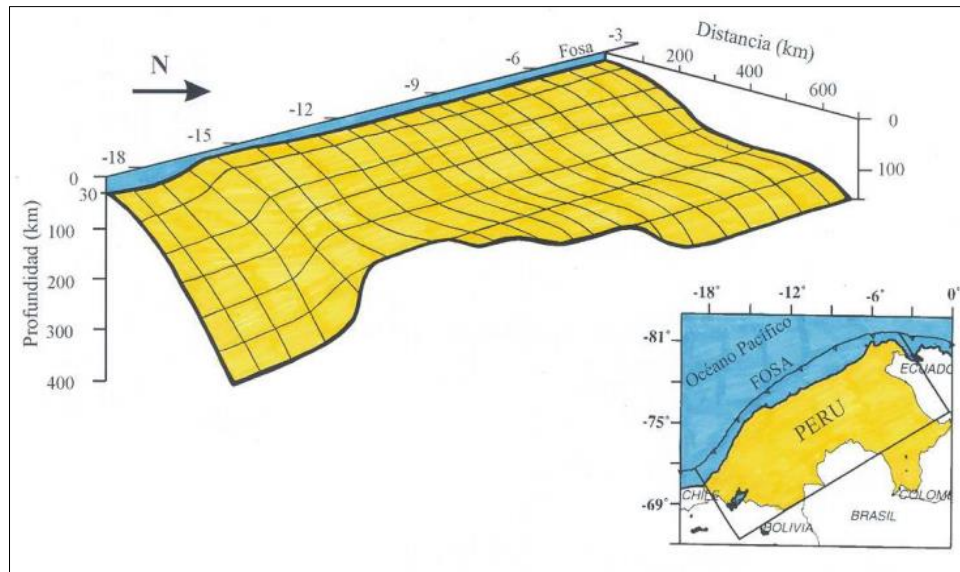
- **Tavera y Buforn (1998):** Estos autores proponen un modelo 3D para el proceso de subducción en Perú a partir de una base de datos extraída del NEIC (National Earthquake Information Center) para el periodo 1960-1995 ( $m_b \geq 5.0$ ). Los autores indican la existencia de dos modos de subducción: una casi horizontal presentes en las regiones Norte y Centro de Perú con profundidades del orden de 100-120 km y distancias, desde la fosa, de 700 a 500 km respectivamente. En la zona Sur, el proceso de subducción se mantiene constante con un ángulo de 30° hasta 300 km de profundidad y distancias desde la fosa de 400 km (Bernal & Tavera, 2002).

Los autores remarcan la heterogeneidad en el modo de subducción, la contorsión de la placa y las distancias alcanzadas, desde la fosa, por debajo del continente (Bernal & Tavera, 2002).

**PRESENTADO POR:**

- Danny Daniel Saavedra Oré.
- Danilo Saavedra Oré.

**GRAFICO N° 17:** Modelos para el Proceso de Subducción según Tavera y Buforn (1998).



**Fuente:** Bernal & Tavera, 2002.

#### 9.1.4. SISMICIDAD HISTÓRICA EN LA REGIÓN DE APURÍMAC.

Los sismos de mayor intensidad y magnitud registrados en la región de Apurímac ocurrieron en las Provincias de Aymaraes y Antabamba. Esto por la cercanía de estas provincias al territorio del Departamento de Arequipa, que viene a ser una de las regiones más sísmicas del Perú.

En la ciudad de Abancay no se ha registrado sismos de alta intensidad y magnitud, pero si sismos con epicentros cercanos, que le afecto directamente.

Actualmente no se cuenta con información detallada de sismos ocurridos en la región de Apurímac, lo cual limita los estudios de riesgo sísmico dentro de la región, el cual hace indispensable el uso de modelos estadísticos para contar con resultados confiables. A continuación se muestra algunos eventos sísmicos registrados aproximados dentro de la región Apurímac.

#### PRESENTADO POR:

- Danny Daniel Saavedra Oré.
- Danilo Saavedra Oré.



**CUADRO N° 5:** Registro de eventos sísmico en el Departamento de Apurímac.

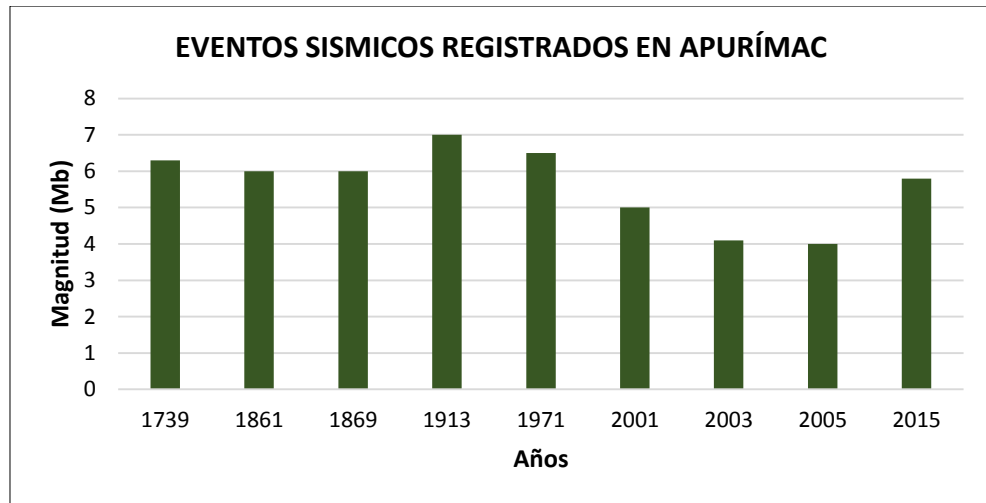
Fecha	Magnitud	Nombre	Epicentro	Zonas afectadas	Víctimas y daños materiales
24 de marzo, 1739	6.3 Mb	Aymaraes de 1739	Aymaraes, departamento de Apurímac	Aymaraes.	Perecen muchos habitantes.
13 de abril, 1861	6.0 Mb	Apurímac de 1861	-	Departamento de Apurímac y parte del de Ayacucho	Afectados los pueblos de Andahuaylas, San Jerónimo y Talavera.
3 de diciembre, 1869	6.0 Mb	Abancay de 1869	Abancay, departamento de Apurímac	Dpto. de Apurímac.	Daños en edificaciones.
4 de noviembre, 1913	7.0 Mb	Aymaraes de 1913	Límites de los dptos. De Apurímac y Cuzco.	Dpto. de Apurímac.	Fuerte temblor. Se sintió también en Abancay y Ayacucho. 155 muertos.
14 de octubre, 1971	6.5 Mw	Aymaraes de 1971	Provincia de Aymaraes, departamento de Apurímac.	Prov. de Aymaraes.	144 muertos. Se calcula que el 10 % de las viviendas fueron destruidas y un 40 % resultaron bastante dañadas.
8 de Agosto del 2001	5 Mb	Antabamba de 2001	Provincia de Antabamba, departamento de Apurímac.	Dpto. de Apurímac.	4 muertos. Se calcula que 236 viviendas colapsaron.
10 de Junio del 2003	4.1 Mb	Abancay de 2001	Provincia de Abancay, departamento de Apurímac.	Dpto. de Apurímac.	Ocurrido en Colaque, Distrito de tamburco con 50 dagnificados
19 de Octubre del 2005	4 Mb	Abancay de 2005	Provincia de Abancay, departamento de Apurímac.	Dpto. de Apurímac.	No se registró daños
21 de mayo, 2013	5.8 Mw	-	32 km al sureste de Abancay, Apurimac	Sur y centro del Perú.	Derrumbes en carretera Cusco-Abancay. Sin daños personales. Sentido fuerte en IV Abancay.

**Fuente:** Wikipedia, IGP y INDECI.

**PRESENTADO POR:**

- Danny Daniel Saavedra Oré.
- Danilo Saavedra Oré.

**GRAFICO N° 18:** Eventos Sísmicos Registrados en el Departamento de Apurímac.



**Elaboración:** Propia de datos obtenidos de Wikipedia, IGP y INDECI.

## 9.2. DISTRIBUCIÓN ESPACIAL DE LOS SISMOS.

Para realizar el análisis y evaluación de la actividad sísmica en el Perú, se ha hecho uso de una base de datos extraída del catálogo de Engdahl et al (1997) y del Instituto Geofísico del Perú (Tavera y Agüero, 2000). Los parámetros hipocentrales de los sismos contenidos en el primer catálogo, fueron recalculados por los autores utilizando fases sísmicas P, S, PKiKP, PKPdf, pP, pwP y sP. Las tres últimas fases permitieron ajustar el parámetro más inestable; es decir, la profundidad del foco sísmico (Bernal & Tavera, 2002). Para este catálogo, se ha considerado información para el periodo 1960-1995. Del catálogo del Instituto Geofísico del Perú, se ha seleccionado los sismos ocurridos entre 1996-2002 siguiendo el procedimiento establecido por Cahill y Isacks (1992); es decir, a partir de la elaboración de curvas de frecuencia sísmica para identificar el umbral mínimo de completeza del catálogo y la distribución de los sismos en función de su magnitud y residual obtenida en el cálculo de sus parámetros hipocentrales (Bernal & Tavera, 2002). Se debe tener en cuenta que cuanto mayor sea la magnitud de los sismos, estos serán registrados por un mayor número de estaciones y por lo tanto, los errores en el cálculo de sus parámetros hipocentrales serán menores (Bernal & Tavera, 2002). Finalmente, la base de datos esta constituida por 2700 sismos con magnitudes mb mayores e iguales a 4.5, clasificados en tres rangos de profundidad según el criterio establecido por Tavera

### PRESENTADO POR:

- Danny Daniel Saavedra Oré.
- Danilo Saavedra Oré.



y Buforn (1998): Sismos con foco superficial ( $h \leq 60$  km), intermedio ( $60 < h \leq 300$  km) y profundo ( $h > 300$  km) (Bernal & Tavera, 2002).

### 9.2.1. SISMOS CON FOCO SUPERFICIAL ( $h \leq 60$ KM).

De manera general, los sismos se distribuyen formando dos grupos, el primero considera a los que se localizan entre la fosa y la línea de costa (S1), los mismos que representan aproximadamente el 90% del total de la actividad sísmica que ocurre en Perú (Bernal & Tavera, 2002), aún considerando todos los niveles de profundidad. Esta sismicidad, puede ser asociada principalmente al proceso de subducción en sus primeros niveles de profundidad y agrupa a los sismos de magnitud mayor que ocasionaron diversos grados de destrucción y muerte en las ciudades distribuidas a lo largo de la línea de costa de Perú (Bernal & Tavera, 2002). El segundo grupo, indicado como S2, considera a los sismos que ocurren en el interior del continente y que se distribuyen, de Norte a Sur, paralelos a la Cordillera Andina. Estos sismos podrían tener su origen en las importantes deformaciones superficiales puestas en evidencias con la presencia de un gran número de fallas de diferente tipo (Bernal & Tavera, 2002).

- **Grupo S1:** En el grupo S1 los sismos se distribuyen entre la fosa y la línea de costa de manera irregular formando pequeños agrupamientos. En general, en la región Norte, los sismos tienden a localizarse a mayor distancia de la línea de costa; mientras que, en la región Centro, el número de sismos es mayor frente a la costa del departamento de Ancash ( $9.5^\circ$ - $11^\circ$  Sur) debido probablemente a la llegada de la Fractura de Mendaña y menor frente a la costa de Lima ( $11^\circ$ - $14^\circ$  Sur). En esta región, la historia sísmica indica la ocurrencia de varios sismos de magnitud elevada, siendo los más catastróficos los ocurridos en 1970 (Ancash) y 1974 (Lima), ambos con magnitudes de 6.4 y 6.2 mb. En la región Sur, los sismos se distribuyen de manera no continua paralelos a la línea de costa, siendo mayor el número de sismos próximo a la costa del departamento de Ica ( $13^\circ$ - $16^\circ$  Sur). Esta sismicidad probablemente se deba a la llegada de la Dorsal de Nazca. Los últimos sismos ocurridos en esta región son los de noviembre de 1996 (6.7mb) y junio de 2001 (6.9mb). Hacia la región Sur, el mayor

#### PRESENTADO POR:

- Danny Daniel Saavedra Oré.
- Danilo Saavedra Oré.



número de sismos tiende a localizarse cerca de la línea de costa (Bernal & Tavera, 2002).

- **Grupo S2:** En este grupo, los sismos se distribuyen en el interior del continente de manera irregular formando pequeños agrupamientos con cierto alineamiento. En la región Norte, cerca de la costa, se observa un agrupamiento de sismos entre los departamentos de Tumbes y Piura ( $3.5^{\circ}$ - $4.5^{\circ}$  Sur y  $80^{\circ}$ - $81^{\circ}$  Oeste) siguiendo un rumbo aparente Este-Oeste y con posible origen en la falla de Huaypira. Asimismo, en la zona Subandina se observa una concentración de sismos entre  $5^{\circ}$ - $6.5^{\circ}$  Sur y  $77^{\circ}$ - $78^{\circ}$  Oeste (extremo Norte del departamento de San Martín) orientado en dirección Norte-Sur y que estaría probablemente asociados al sistema de fallas de Alto Mayo (Bernal & Tavera, 2002). En la región Central entre  $8^{\circ}$ - $10^{\circ}$  Sur, se observa un agrupamiento de sismos alineados en dirección NE-SW sobre una longitud de 140 km debidos al sistema de fallas de la Cordillera Blanca (Ancash). Sobre las coordenadas  $12^{\circ}$ S y  $75^{\circ}$ W se observa la presencia de un agrupamiento de sismos sobre la falla de Huaytapallana; mientras que, otro grupo de sismos se distribuyen paralelos a la cordillera sobre toda la zona Subandina alineados en dirección NE-SW y NW-SE, siendo en su mayoría debidos a los sistemas de fallas de Satipo y Amauta. Finalmente, en la región Sur, los sismos se concentran sobre las trazas de las fallas de Ayacucho ( $13^{\circ}$ S), Ichupampa (al Sur de los  $16.5^{\circ}$ S), Huambo y Cabanaconde en Arequipa (entre  $15^{\circ}$ - $16^{\circ}$ S) (Bernal & Tavera, 2002).

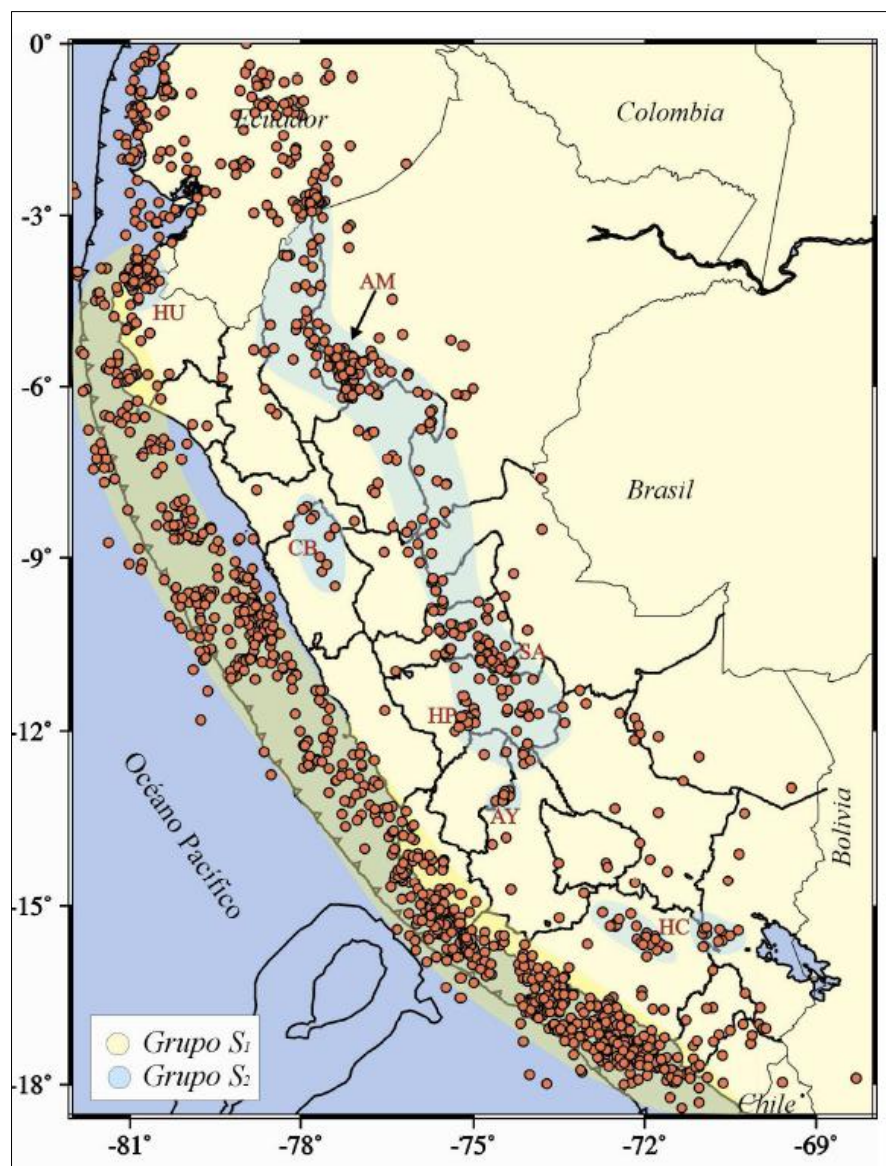
La distribución de los sismos con foco superficial muestra, a pesar de la dispersión observada en algunas áreas, que existen dos fuentes sismogénicas importantes. La primera considera a los sismos que ocurren entre la línea de costa y la fosa, siendo mayor el número de sismos en la región Central, seguida por la región Sur y menor en la región Norte (Bernal & Tavera, 2002). Estas características son coherentes con el número de sismos de magnitud elevada ( $m_b \geq 6.0$ ) ocurridos en estas regiones en los últimos 60 años, 5 sismos en la región Central (1940, 1942, 1966, 1970 y 1974), 3 en la región Sur (1979, 1996 y 2001) y uno en la región Norte (1970). En el interior del continente, los sismos se distribuyen sobre los principales sistemas de fallas originadas o reactivadas durante el Cuaternario por sismos

**PRESENTADO POR:**

- Danny Daniel Saavedra Oré.
- Danilo Saavedra Oré.

que presentaron magnitudes del orden de 6.0 mb, los mismos que al ser superficiales, generaron mayor destrucción en áreas relativamente pequeñas (Bernal & Tavera, 2002). Estos sismos se alinean paralelos a la Cordillera Andina poniendo en evidencia su origen; es decir, deformación netamente continental como efecto del levantamiento de la Cordillera Andina como parte del proceso de subducción y de la subsidencia del escudo brasileño bajo la cordillera (Bernal & Tavera, 2002).

**GRAFICO N° 19:** Distribución de los sismos con focos superficiales ( $h \leq 60$  km) ocurridos entre 1960-2002,  $mb \geq 4.5$ .



**Fuente:** Engdahl et al, 1998 y IGP, 2000 (Bernal & Tavera, 2002).

Dónde: Las Áreas Sombreadas indican las fuentes sísmicas.

**PRESENTADO POR:**

- Danny Daniel Saavedra Oré.
- Danilo Saavedra Oré.





### 9.2.2. SISMOS CON FOCO INTERMEDIO ( $60 < h \leq 300$ KM).

De manera general, estos sismos se distribuyen principalmente en el interior del continente formando tres grupos localizados cerca de la línea de costa, en la zona Subandina y en toda la región Sur sobre el Altiplano peruano-boliviano. El último grupo, presenta aproximadamente el 80% del total de sismos que ocurren a estos niveles de profundidad (Bernal & Tavera, 2002).

- **Grupo I1:** En este grupo los sismos se ubican principalmente en la zona Subandina siguiendo una aparente orientación NW-SE. Hacia el extremo Norte de este grupo, entre  $3^\circ$  y  $5^\circ$  de latitud Sur, se observa una concentración de sismos próximo a la frontera con Ecuador; mientras que, hacia la parte central el número de sismos disminuye considerablemente. Una concentración importante de sismos, con una orientación N-S y sobre una longitud de aproximadamente 350 km es notoria alrededor de las coordenadas  $8^\circ$ S y  $74^\circ$ W (departamento de Ucayali) (Bernal & Tavera, 2002).
- **Grupo I2:** Los sismos de este grupo se distribuyen muy próximos a la línea de costa por debajo del extremo Sur del departamento de La Libertad. En este grupo sobresale una pequeña concentración de sismos al Norte del departamento de Ancash sobre una longitud de 150 km aproximadamente. Hacia el Sur de este grupo, los sismos se distribuyen de forma más dispersa. Los grandes sismos que ocurren a estos niveles de profundidad presentan magnitudes del orden de 6.5mb generando cierto grado de destrucción en superficie (Bernal & Tavera, 2002).
- **Grupo I3:** En este grupo, el número de sismos con foco intermedio es mayor en relación con los otros grupos. Aquí, los sismos se distribuyen principalmente sobre todo el Altiplano, con agrupamientos importantes sobre los departamentos de Tacna, Puno, Arequipa, Apurímac y al Sur de Ayacucho (Bernal & Tavera, 2002).

La distribución de los sismos con foco intermedio no es muy homogénea; sin embargo, estos muestran de manera aproximada las zonas de mayor deformación a estos niveles de profundidad. Próximo a la línea de costa, la

#### PRESENTADO POR:

- Danny Daniel Saavedra Oré.
- Danilo Saavedra Oré.



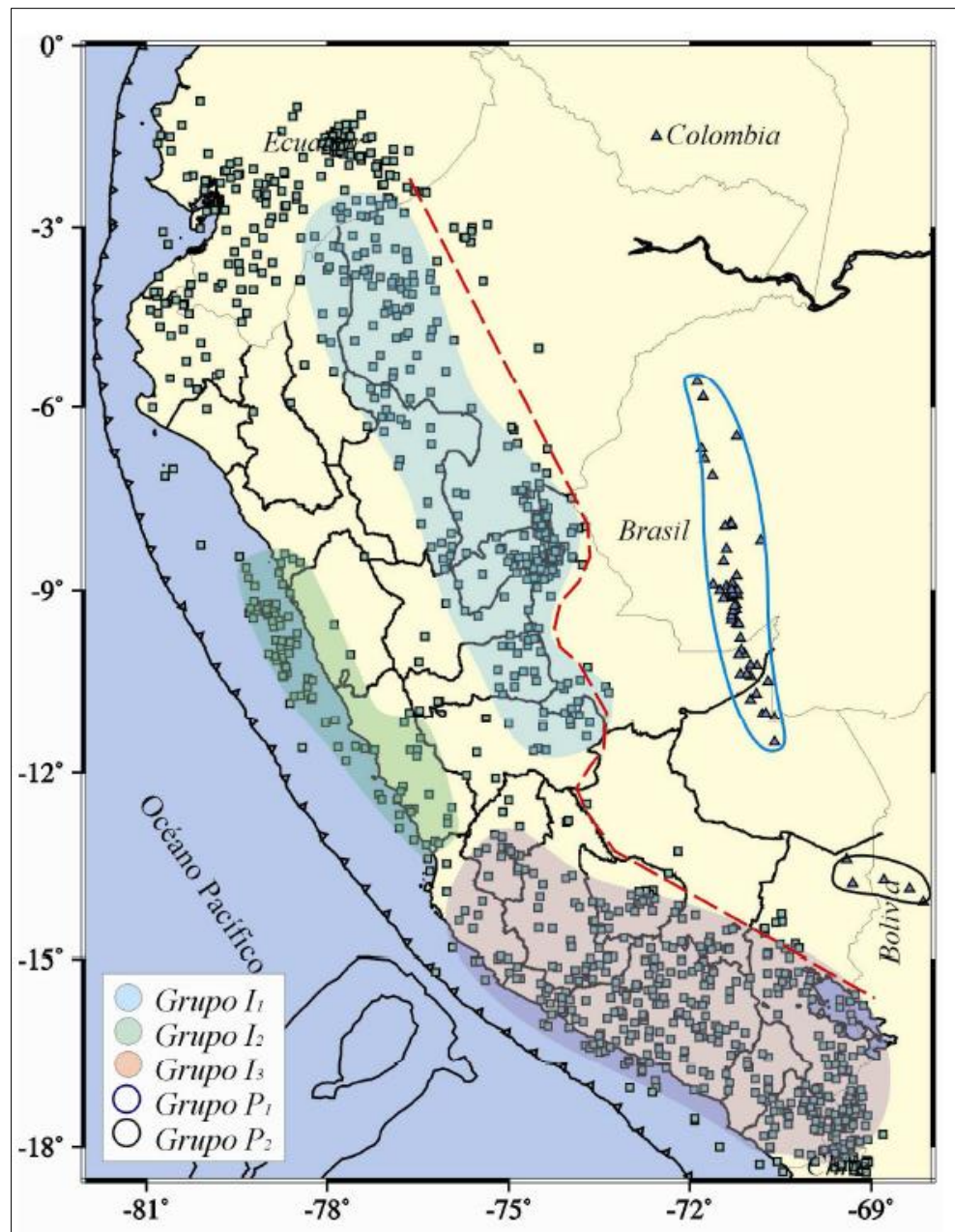
alineación y agrupación de los sismos sugiere que los patrones de deformación son diferentes en cada región. En el interior del continente, los sismos se alinean sobre la zona Subandina paralela a la cordillera hasta 9° Sur aproximadamente y a partir de la cual, la distribución cambia su rumbo hacia el SW para luego ser más dispersa sobre toda la región Sur (Bernal & Tavera, 2002).

Según la línea discontinua, se observa que los sismos con foco intermedio en las regiones Norte y Centro hasta la latitud Sur de 10°, se distribuye hasta una distancia del orden de 750 km desde la fosa, para luego entre 10° y 13° Sur llegar hasta distancias de 500 km, y finalmente, en la región Sur los sismos alcanzan una distancia de 450 km desde la fosa. Esta distribución heterogénea de la sismicidad sugiere que el contacto de placas o deformación de la placa oceánica, no es homogénea dentro todo el proceso de subducción y además, es evidente que las diversas distancias alcanzadas por los sismos por debajo del continente, tienen relación con la geometría de la placa oceánica (Bernal & Tavera, 2002).

**PRESENTADO POR:**

- Danny Daniel Saavedra Oré.
- Danilo Saavedra Oré.

**GRAFICO N° 20:** Distribución de los sismos con focos intermedios ( $60 < h \leq 300$  KM) entre el años 1960 – 2002 ( $m_b \geq 4.5$ ).



**Fuente:** Engdahl et al, 1998 y IGP, 2000 (Bernal & Tavera, 2002).

Dónde: Las Áreas Sombreadas indican las fuentes sísmogénicas y las líneas discontinuas, la distancia máxima a la ocurren los sismos con focos intermedio.

### 9.2.3. SISMOS CON FOCO PROFUNDO ( $h > 300$ KM).

Los sismos con foco profundo, son en número menor a los de foco superficial e intermedio; sin embargo, su tamaño es muchas veces mayor que los

#### PRESENTADO POR:

- Danny Daniel Saavedra Oré.
- Danilo Saavedra Oré.



sismos que ocurren a otros niveles de profundidad. Los sismos con foco profundo del Grupo P1, se localizan en el llano Amazónico próximo al límite entre Perú y Brasil ( $6^{\circ}$ - $11^{\circ}$  Sur) con una orientación prácticamente Norte-Sur sobre una longitud del orden de 500 km. Los sismos de Grupo P2, se localizan alrededor del límite entre Perú y Bolivia ( $13^{\circ}$  - $14^{\circ}$  Sur) con una orientación próxima a Este-Oeste (Bernal & Tavera, 2002).

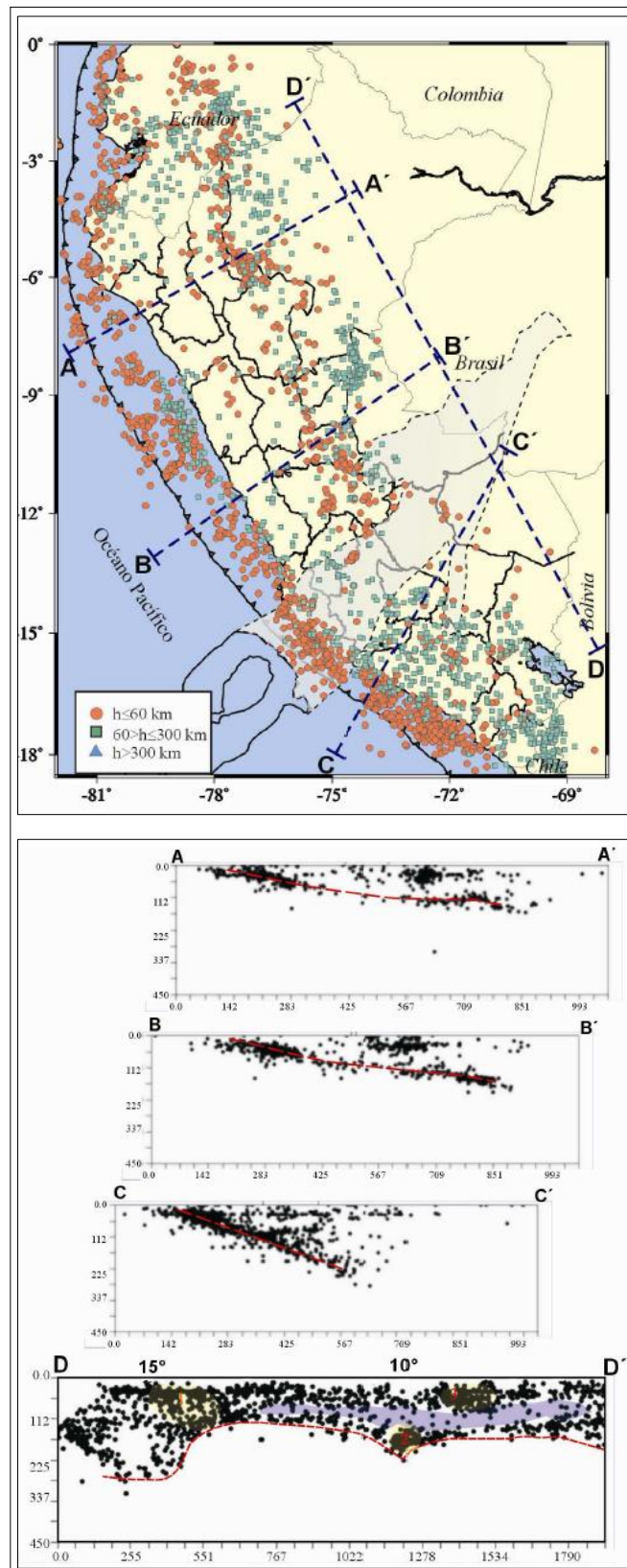
La historia sísmica indica que la ocurrencia de sismos a estos niveles de profundidad es poco frecuente; sin embargo, es de esperarse la ocurrencia de grandes sismos como el producido el 9 de Junio de 1994, el mayor para el cual se dispone de gran cantidad de información. Este sismo presentó una magnitud de 7.0 mb y fue sentido hasta distancias de  $50^{\circ}$  con daños muy puntuales en las ciudades de Cuzco, Puno, La Paz y Brasil. En términos de energía, este sismo habría liberado tanta energía como la que liberarían todos los sismos ocurridos en el mundo durante un año (Bernal & Tavera, 2002).

A continuación, sobre el mapa de sismicidad de la Figura que se muestra a continuación, se presenta la orientación de las 4 secciones sísmicas a analizarse y la proyección de la Dorsal de Nazca por debajo del continente según Spence et al (1998). En esta figura se observa que la posible geometría de la Dorsal Nazca por debajo del continente coincide con la distribución de los sismos en superficie (área de color gris), concentrándose los sismos prácticamente alrededor de la misma y en menor número en su extremo Norte, próximo a la localidad de Ucayali. Asimismo, la parte más ancha de la Dorsal cubre prácticamente toda el área donde se observa una importante disminución de sismos y los que ocurren están muy próximos a la línea de costa cerca de la superficie de mayor contacto entre placas. Hacia la zona Sur, los sismos bordean el extremo SW de la Dorsal, lo cual es coherente si se tiene en cuenta que en esta zona la placa oceánica se contorsiona para cambiar su geometría. Según esta proyección, la Dorsal de Nazca tendría una orientación NE-SW y su longitud coincide con lo indicado por von Huene et al (1996); es decir, actualmente 1200 km de la Dorsal de Nazca habría subducido hasta la fecha por debajo del continente (Bernal & Tavera, 2002).

**PRESENTADO POR:**

- Danny Daniel Saavedra Oré.
- Danilo Saavedra Oré.

**GRAFICO N° 21:** Actividades sísmicas asociadas al proceso de fricción de las placas y deformación de la placa de nazca por debajo de la continental.



Fuente: Engdahl et al, 1998 y IGP, 2000 (Bernal & Tavera, 2002).

**PRESENTADO POR:**

- Danny Daniel Saavedra Oré.
- Danilo Saavedra Oré.



Dónde: Las Áreas en gris indica la proyección de la Dorsal de Nasca por debajo de la continental y las líneas discontinuas de color azul, la orientación de las secciones sísmicas. En el Extremo derecho se presenta las secciones AA', BB' y CC' en las cuales la línea de color rojo indica la tendencia media de la sismicidad. En DD', la línea en rojo indica el nivel de profundidad máxima de los sismos. Las áreas sombreadas de color amarillo, indica concentración de sismos y la morada ausencia de sismicidad (Bernal & Tavera, 2002).

### 9.3. DISTRIBUCIÓN EN PROFUNDIDAD DE LOS SISMOS.

El interés de analizar y evaluar la distribución de los sismos en función de la profundidad de sus focos, es debido a que resulta importante definir la superficie de contacto entre las placas de Nazca y Sudamérica, y la geometría de la primera a diversos niveles de profundidad por debajo del territorio peruano. Asimismo, este tipo de información permite conocer de manera aproximada la profundidad de los principales sistemas de fallas descritas anteriormente y cuya información resulta ser vital para establecer futuros patrones de riesgo para las zonas en donde se ubican estas fallas (Bernal & Tavera, 2002).

Haciendo uso de la base de datos ya mencionada se construye tres secciones verticales de sismicidad. Según las rectas AA' (región Norte), BB' (región Centro) y CC' (región Sur). Adicionalmente, se ha elaborado una sección paralela a la línea de fosa según la dirección DD', la misma que corresponde a una proyección de la sismicidad de Norte a Sur, con línea de vista desde la dirección NE (Bernal & Tavera, 2002).

#### 9.3.1. SECCIÓN A-A' (REGIÓN NORTE).

En esta sección se observa que la profundidad de los sismos aumenta de Oeste a Este con focos ubicados a menos de 50 km en la zona oceánica, hasta 150 km de profundidad por debajo del continente. Entre 350 y 560 km de distancia horizontal desde el punto A, se observa menor ocurrencia de sismos, siendo estos más superficiales, lo que puede indicar la existencia de una posible laguna sísmica. A partir de la distancia de 560 a 850 km desde el punto A, aumenta el número y la profundidad de los sismos. Estos niveles de profundidad indicarían el límite del contacto y la forma de la Placa de



Nazca bajo el continente. Los sismos con foco superficial se concentran mayormente a una distancia de 600 km desde el punto A, con una profundidad que no sobrepasa los 60 km, marcando así el límite inferior de la deformación superficial en el interior del continente (Bernal & Tavera, 2002).

### 9.3.2. SECCIÓN B-B' (REGIÓN CENTRO).

En esta sección, la distribución de los focos sísmicos sigue el mismo patrón descrito anteriormente pero sin observar la existencia de la posible laguna sísmica. En ambas secciones verticales y hasta unos 100-150 km de profundidad, los focos se distribuyen según una línea con pendiente de 25° a 30° y a partir de esta, los sismos se distribuyen de forma prácticamente horizontal hasta distancias de 850 km desde el punto B. Los sismos con foco superficial asociados a la deformación superficial se distribuyen entre las distancias de 490 y 700 km desde el punto B, con una profundidad menor a 60 km (Bernal & Tavera, 2002).

### 9.3.3. SECCIÓN C-C' (REGIÓN SUR).

En esta sección los sismos se distribuyen en profundidad con características diferentes a las otras regiones. La profundidad de los focos sísmicos aumenta linealmente de Oeste a Este de manera continua con una pendiente de 30° hasta 250 km de profundidad aproximadamente. Esta sismicidad alcanza una distancia en superficie de 550 km desde el punto C; mientras que, a distancias mayores solo se observa la presencia de sismos con foco superficial ( $h \geq 60$  km) (Bernal & Tavera, 2002).

### 9.3.4. SECCIÓN D-D.

La información utilizada en esta sección corresponde a la sismicidad asociada únicamente a la fricción de placas y a la deformación interna de la placa de Nazca; es decir, se ha excluido todos los sismos debidos a la deformación superficial que se produce en el interior del continente (fallas). Esta sección corresponde a una vista general de la sismicidad entre 3° y 16°S tomando como punto de observación la dirección NE. De manera general, se observa que todos los sismos se distribuyen formando diversos alineamientos de Norte a Sur, tanto en profundidad como en distancia desde

#### PRESENTADO POR:

- Danny Daniel Saavedra Oré.
- Danilo Saavedra Oré.



la fosa. Todos los sismos que se ubican a profundidades menores a 70 km, permiten configurar la superficie de contacto de las placas y los sismos que se ubican entre 90 y 180 km de profundidad, la geometría de la placa de Nazca por debajo del continente. La ausencia de sismicidad entre estos dos alineamientos (área de color morado), correspondería a la posible existencia de una laguna sísmica para sismos con magnitudes  $m_b \geq 4.5$ . Dentro de los sismos debidos a la fricción de placas, es notoria la presencia de dos agrupamientos importantes a la altura de las latitudes de  $9^\circ$  y  $15^\circ$  Sur (áreas 3 y 1), esta última posiblemente debido a la llegada de la Dorsal de Nazca a la fosa peruano-chilena (Bernal & Tavera, 2002). Asimismo, dentro de los sismos debidos a la deformación interna de la placa, es importante remarcar la presencia de un agrupamiento de sismos a la altura de la latitud de  $10^\circ$ S, los mismos que alcanzan profundidades del orden de 180 km. Por debajo de la latitud de  $16^\circ$ S, la sismicidad alcanza mayores niveles de profundidad y muestra claramente la superficie de la placa de Nazca involucrada en la contorsión al pasar de un modo de subducción horizontal a otro de tipo normal (Bernal & Tavera, 2002).

De acuerdo a las características del origen de los sismos, estos pueden ser clasificados en tres grupos. El primero considera a los sismos con origen en la fricción de las placas de Nazca y Sudamericana, los mismos que permiten configurar su geometría y que en general, obedecen a procesos netamente compresivos. El segundo grupo tiene su origen en la deformación interna de la placa de Nazca y permite conocer su forma a mayores niveles de profundidad por debajo del continente (Bernal & Tavera, 2002).

Estos sismos se deben a la presencia de esfuerzos tensionales. Entre estos dos grupos de sismos; es decir, al final de la superficie de contacto de las placas se ubicaría una zona de transición entre ambos tipos de esfuerzos. Finalmente, el tercer grupo, considera a los sismos asociados a deformaciones corticales o reactivaciones esporádicas de importantes sistemas de fallas presentes en el interior del continente (Bernal & Tavera, 2002).

**PRESENTADO POR:**

- Danny Daniel Saavedra Oré.
- Danilo Saavedra Oré.





## 10. GEOMETRÍA DE LA PLACA DE NAZCA.

Anteriormente, se ha descrito y analizado los diferentes modelos propuestos por diversos autores para la geometría del proceso de subducción en Perú (Barazangi y Isacks, 1979; Cahill y Isacks, 1992; Hasegawa y Sacks, 1981; Grange, 1984; Schneider y Sacks, 1987; Rodríguez y Tavera, 1991; Tavera y Buforn, 1998; Bernal, 2002), todos utilizando diferentes bases de datos y procedimientos, y aunque los resultados son similares, es necesario, proponer un nuevo modelo considerando una base de datos homogénea que considere sismos ocurridos en periodos más recientes (Bernal & Tavera, 2002).

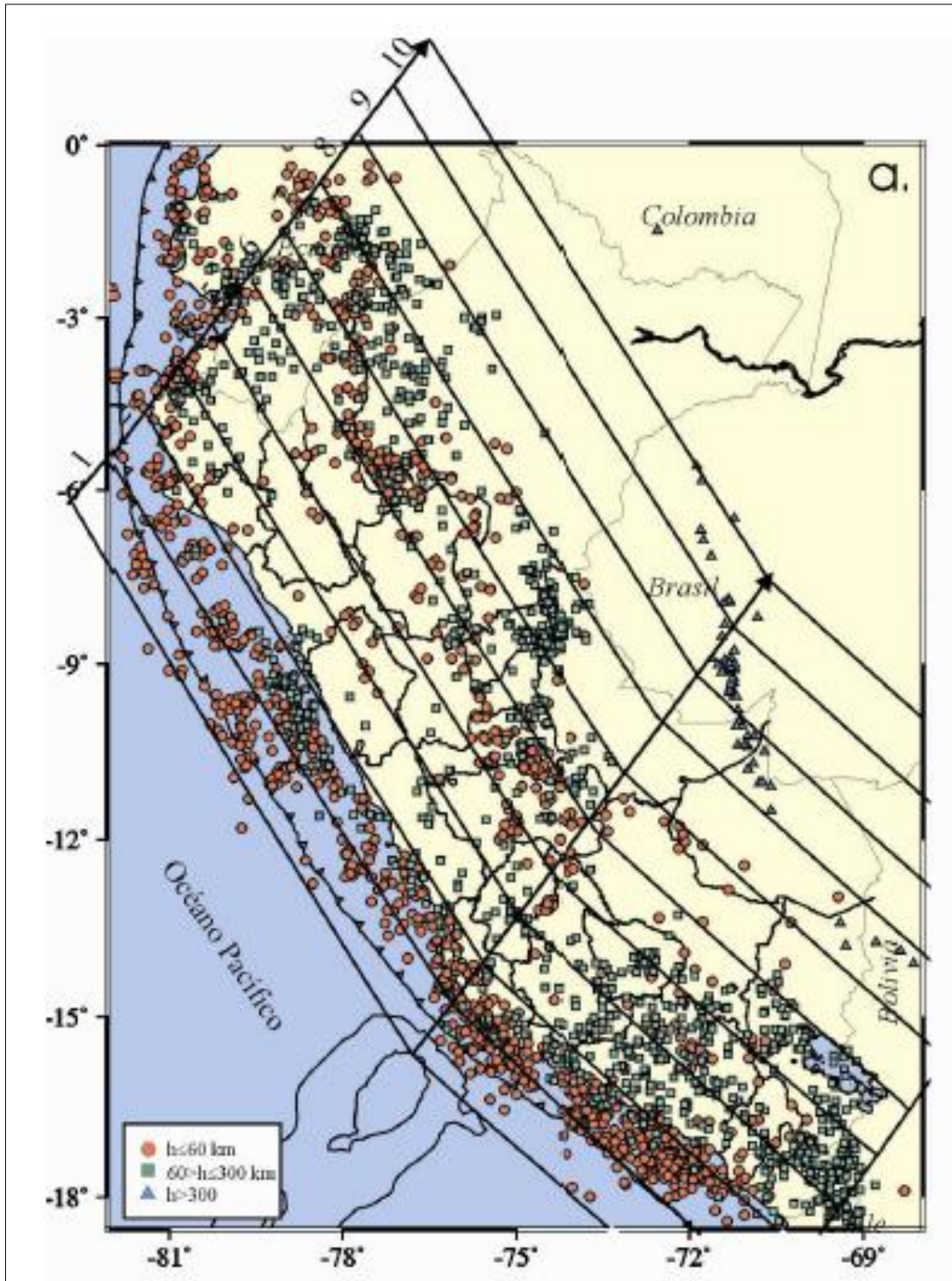
En general, uno de los procedimientos más utilizados para analizar la geometría del proceso de subducción, se basa en la observación de la distribución de los sismos recurrentes a elaborar diversas secciones verticales en función de la profundidad de los focos sísmicos, ya sean perpendiculares o paralelas a la línea de fosa. Procedimiento similar se ha seguido para conocer de manera aproximada la forma de la superficie del contacto de las placas y la geometría de la placa oceánica a mayor profundidad y distancias por debajo del continente. Para tal objetivo, del total de la sismicidad se ha separado los sismos debidos a la deformación continental, a fin de considerar únicamente los sismos asociados directamente al proceso de subducción de la placa de Nazca. Seguidamente se ha construido 10 secciones paralelas y 18 secciones verticales perpendiculares a la línea de fosa. Las secciones perpendiculares a la línea de fosa para las regiones Norte y Centro presentan anchos de 100 km y para la región Sur de 50 km; mientras que, todas las secciones paralelas a la línea de fosa tienen anchos de 100 km. Posteriormente, sobre cada sección sísmica se ha trazado una línea media que representa la tendencia de los sismos (Bernal & Tavera, 2002).

Para las áreas con ausencia de sismos, la tendencia de los mismos ha sido extrapolada con líneas discontinuas a fin de conseguir reconstruir su posible tendencia. En la siguiente figura se presenta las tendencias medias de la sismicidad para la región Norte (tendencias 1-3), Centro (tendencias 4-8) y Sur (tendencias 9-18) de Perú, las mismas que se describen a continuación (Bernal & Tavera, 2002).

### PRESENTADO POR:

- Danny Daniel Saavedra Oré.
- Danilo Saavedra Oré.

**GRAFICO N° 22:** Mapa de sismicidad para el periodo de 1960-2002 ( $m_b \geq 4.5$ ) de la Secciones Paralelas a la línea de fosa.



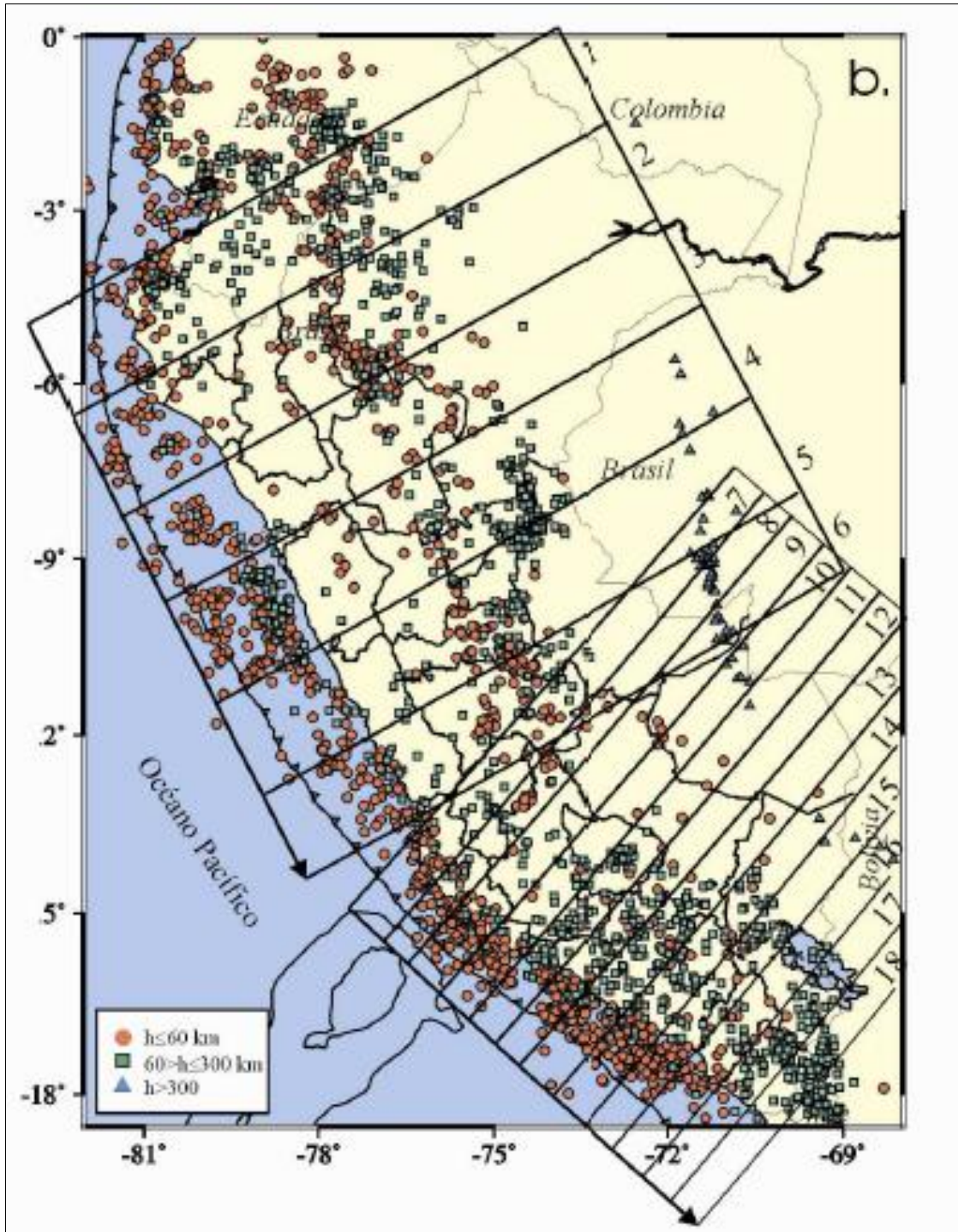
**Fuente:** Engdahl et al, 1998 y IGP, 2000 (Bernal & Tavera, 2002).

Dónde: Las diferentes áreas corresponden a las 28 secciones verticales elaboradas para el análisis detallado de la sismicidad.

**PRESENTADO POR:**

- Danny Daniel Saavedra Oré.
- Danilo Saavedra Oré.

**GRAFICO N° 23:** Mapa de sismicidad para el periodo de 1960-2002 ( $m_b \geq 4.5$ ) de la perpendiculares a la línea de fosa.



**Fuente:** Engdahl et al, 1998 y IGP, 2000 (Bernal & Tavera, 2002).

Dónde: Las diferentes áreas corresponden a las 28 secciones verticales elaboradas para el análisis detallado de la sismicidad.

**PRESENTADO POR:**

- Danny Daniel Saavedra Oré.
- Danilo Saavedra Oré.



- Región Norte: Para esta región, las tendencias medias de la sismicidad sugieren que la placa de Nazca subduce siguiendo una pendiente de  $25^{\circ}$ - $30^{\circ}$  hasta una profundidad que oscila entre 100 y 150 km (aumenta de Norte a Sur), para luego continuar de manera casi horizontal hasta una distancia de 750 km desde la fosa. La tendencia de la placa de Nazca entre 200 y 550 km de distancia desde la fosa, corresponde a una aproximación de la misma (líneas discontinuas) (Bernal & Tavera, 2002).
- Región Centro: Las tendencias medias de la sismicidad para esta región indican que la placa de Nazca subduce de manera muy similar a la región Norte, pero siguiendo un ángulo medio de  $30^{\circ}$  hasta una profundidad de 100 km, a partir de la cual la placa se hace horizontal hasta una distancia de 750 km en la sección 4 y en el resto de las secciones, en promedio, hasta 500 km desde la fosa. Se debe mencionar, que conforme se tienda hacia el extremo Sur, la placa disminuye su longitud. Entre las distancias de 150 y 400 km, la tendencia de los sismos ha sido aproximada (Bernal & Tavera, 2002).
- Región Sur: Las tendencias medias de la sismicidad en esta región muestran como la superficie de contacto entre placas y la forma de la placa de Nazca, cambia de Norte a Sur. La tendencia de los sismos, según las secciones 9 y 10 es similar a la observada en las regiones Norte y Centro con la diferencia que, la longitud de la placa en la sección 9 disminuye considerablemente para luego aumentar hasta 450 km en la sección 10. En gradual aumento en la profundidad de las tendencias de la sismicidad observada entre las secciones 10 y 14 sugieren que existe un cambio en la geometría de la placa dando lugar a la contorsión de la misma. En las secciones 14 a 17, la tendencia de los sismos es continua con un ángulo de  $30^{\circ}$  que se mantiene constante hasta una profundidad del orden de 250 km y distancias en superficie de 450 km desde la fosa. Sobre la sección 18, la sismicidad alcanza una profundidad de 200 km y en superficie su longitud disminuye hasta 300 km aproximadamente (Bernal & Tavera, 2002).

De acuerdo a los resultados obtenidos, se puede considerar que la superficie del contacto entre las placas de Nazca y Sudamericana, y la forma de la placa de Nazca es casi homogénea en las regiones Norte y Centro de Perú (Bernal & Tavera, 2002). En estas dos regiones, dicha superficie se inclina con un ángulo de  $30^{\circ}$  aproximadamente

**PRESENTADO POR:**

- Danny Daniel Saavedra Oré.
- Danilo Saavedra Oré.



hasta una profundidad de 150 km, a partir de la cual, la placa de Nazca se hace casi horizontal hasta distancias de 750 km en la región Norte y de 300-700 km en la región Central. En la región Sur, inicialmente la placa de Nazca tiene la misma forma que la ya descrita; sin embargo, a partir de la sección 10 se observa que la placa comienza a contornearse hacia el Sur hasta alcanzar una profundidad del orden de 250 km sobre una distancia de 450 km sobre la superficie. Según lo observado, el área considerada entre las secciones 10 y 14 se encuentra directamente involucrada en la contorsión de la placa (Bernal & Tavera, 2002).

## 11. ANÁLISIS Y EVALUACION DE LA ENERGIA SISMICA EN PERU.

### 11.1. ENERGÍA SÍSMICA.

La cantidad de energía total liberada por un sismo es difícil de calcular con precisión, debido a que ella es la suma de la energía disipada en forma térmica por la deformación en la zona de ruptura y la emitida en forma de ondas sísmicas. Esta última, es la única que puede ser estimada a partir del registro de los sismos en los sismogramas; por lo tanto, se asume que el tamaño de los sismos puede ser conocido a partir de la cantidad de energía por ellos liberada (Bernal & Tavera, 2002).

En sismología, el tamaño de los sismos es estimado a partir de las amplitudes máximas del registro de las ondas de volumen ó superficiales expresados en valores para la magnitud  $m_b$  ó  $M_s$ . De acuerdo a esto, Gutenberg y Richter (1956) propusieron algunas relaciones para estimar la cantidad de energía emitida por un sismo a partir de la magnitud del mismo (Bernal & Tavera, 2002).

$$\text{Log } E = 5.8 + 2.4 m_b$$

$$\text{Log } E = 11.8 + 1.5 M_s$$

Según estas ecuaciones, un sismo de magnitud  $m_b$  igual 7.0 tendría que liberar  $3.98E+22$  ergios de energía, equivalente a la explosión de 199000 toneladas de TNT. La energía liberada por la bomba atómica es equivalente a un sismo ocurrido en superficie con magnitud 6.0  $m_b$ . En la Figura 13, se presenta equivalencias entre diferentes valores de magnitud y su respectiva cantidad de energía expresada en toneladas de TNT. Asimismo, se presenta algunos ejemplos de sismos que liberaron tal cantidad de energía (Bernal & Tavera, 2002).

#### PRESENTADO POR:

- Danny Daniel Saavedra Oré.
- Danilo Saavedra Oré.



Para realizar un análisis de la distribución espacial de la energía sísmica liberada por sismos ocurridos en el Perú, se ha procedido a construir dos bases de datos. El primero considera los grandes sismos históricos para los cuales se conoce su magnitud ( $m_b$  o  $M_s$ ) y el segundo (periodo instrumental), a los sismos utilizados en este estudio; es decir, sismos ocurridos durante el periodo 1960 y 2002 ( $m_b \geq 4.5$ ) (Bernal & Tavera, 2002).

### 11.2. ENERGÍA SÍSMICA LIBERADA EN EL PERIODO HISTÓRICO.

Para la evaluación de la energía sísmica liberada por sismos históricos, se ha seleccionado del catálogo del IGP a todos los sismos con magnitudes  $M_s \geq 6.0$  ocurridos entre 1500 y 1959 (Bernal & Tavera, 2002). En total se ha seleccionado 36 sismos y la energía sísmica liberada es estimada a partir de la siguiente ecuación:

$$\text{Log}E = 11.8 + 1.5M_s$$

La mayor cantidad de energía ha sido liberada por sismos ocurridos entre la línea de fosa y la línea de costa de las regiones Centro y Sur, todos asociados principalmente al proceso de subducción (Bernal & Tavera, 2002). Los sismos que habrían liberado mayor cantidad de energía son los ocurridos en 1604 en la costa de Moquegua y Tacna, 1746 costa de Lima y 1942 costa de Ica ( $2.5 E + 24$  ergios de energía). Asimismo, en la región Norte, el sismo ocurrido en 1619 en la costa del departamento de La Libertad liberó  $3.2 E + 23$  ergios y el de 1953 en el departamento de Tumbes, liberó  $2.2 E + 23$  ergios de energía. Para los sismos que se han producido en el interior del continente, el ocurrido el 1 de Noviembre de 1947 en el departamento de Junín habría liberado  $1.1 E + 23$  ergios de energía (Bernal & Tavera, 2002).

### 11.3. ENERGÍA SÍSMICA LIBERADA EN EL PERIODO INSTRUMENTAL.

A fin de realizar un análisis cualitativo y cuantitativo más certero de la distribución de energía sísmica liberada en Perú por sismos del periodo instrumental, se ha elaborado mapas de distribución de energía para los tres niveles de profundidad definidos anteriormente. A diferencia de los sismos del periodo histórico, para calcular la energía liberada por sismos ocurridos en el periodo instrumental se utiliza la magnitud  $m_b$  (Bernal & Tavera, 2002).

$$\text{Log} E = 5.8 + 2.4 m_b$$

#### PRESENTADO POR:

- Danny Daniel Saavedra Oré.
- Danilo Saavedra Oré.



Asimismo, para facilitar la presentación de los resultados se asume a la energía sísmica liberada por un sismo de magnitud 4.5mb, equivalente a una "unidad de energía sísmica (ue)"; es decir, a  $3.98E+16$ ergios (Bernal & Tavera, 2002). Para otros rangos de magnitud, en el siguiente cuadro se muestra su equivalencia con la energía sísmica liberada y los valores de "ue".

**CUADRO N° 6:** Equivalencia entre magnitud, energía sísmica y "ue" utilizados en este estudio.

Magnitud (mb)	Energía (ergios)	Unidades de Energía (ue)
4.5	$3.98E+16$	1ue
5	$6.31E+17$	16ue
5.5	$1E+19$	251ue
6	$1.58E+20$	3981ue
6.5	$2.51E+21$	63096ue
7	$3.98E+22$	1000000ue

**Fuente:** Bernal & Tavera, 2002.

Una vez establecido el criterio de medida de la energía sísmica liberada, sobre el mapa de sismicidad de Perú se procede a construir una malla con áreas unitarias de  $0.5^\circ \times 0.5^\circ$  que cubra toda la superficie del territorio peruano. La energía liberada por el total de los sismos que se encuentran dentro de cada área unitaria ( $0.5^\circ \times 0.5^\circ$ ) se suman a fin de considerar este valor como la energía total liberada en el punto medio de dicha área. En el caso de tener sismos que se localizan sobre la línea media entre dos áreas, el valor de energía es considerado dentro del área que presente un mayor número de sismos. Los valores finales de energía son proyectados en un mapa e interpolados a fin de unir con líneas los puntos de igual valor de energía. Estas líneas son consideradas como curvas de iso-energía. A fin de facilitar el análisis de las curvas de iso-energía, se ha visto por conveniente considerar únicamente los valores pares o múltiplos de cinco. Los mapas de liberación de energía construidos, corresponden a sismos con foco superficial, intermedio y profundo (Bernal & Tavera, 2002).

**PRESENTADO POR:**

- Danny Daniel Saavedra Oré.
- Danilo Saavedra Oré.



### 11.3.1. CURVAS DE ISO-ENERGÍA PARA SISMOS CON FOCO SUPERFICIAL.

Las mayores concentraciones de las curvas de isoenergía se encuentran a lo largo del borde Oeste de Perú, sugiriendo que en esta zona se ha liberado la mayor cantidad de energía sísmica. Además, en la figura se observa que las curvas de iso-energía, al Norte de los 7° y al Sur de 15° de latitud Sur, tienden a distribuirse hacia el interior del continente alejándose cada vez más de la línea de costa. Estas características sugieren que la superficie de fricción de placas, principal fuente sismogénica, es muy heterogénea. En el interior del continente, las curvas de iso-energía se distribuyen principalmente en la zona Subandina de la región Norte y Centro, mostrando una mayor concentración en esta última. Estos resultados son coherentes con lo observado en la distribución de la sismicidad con foco superficial.

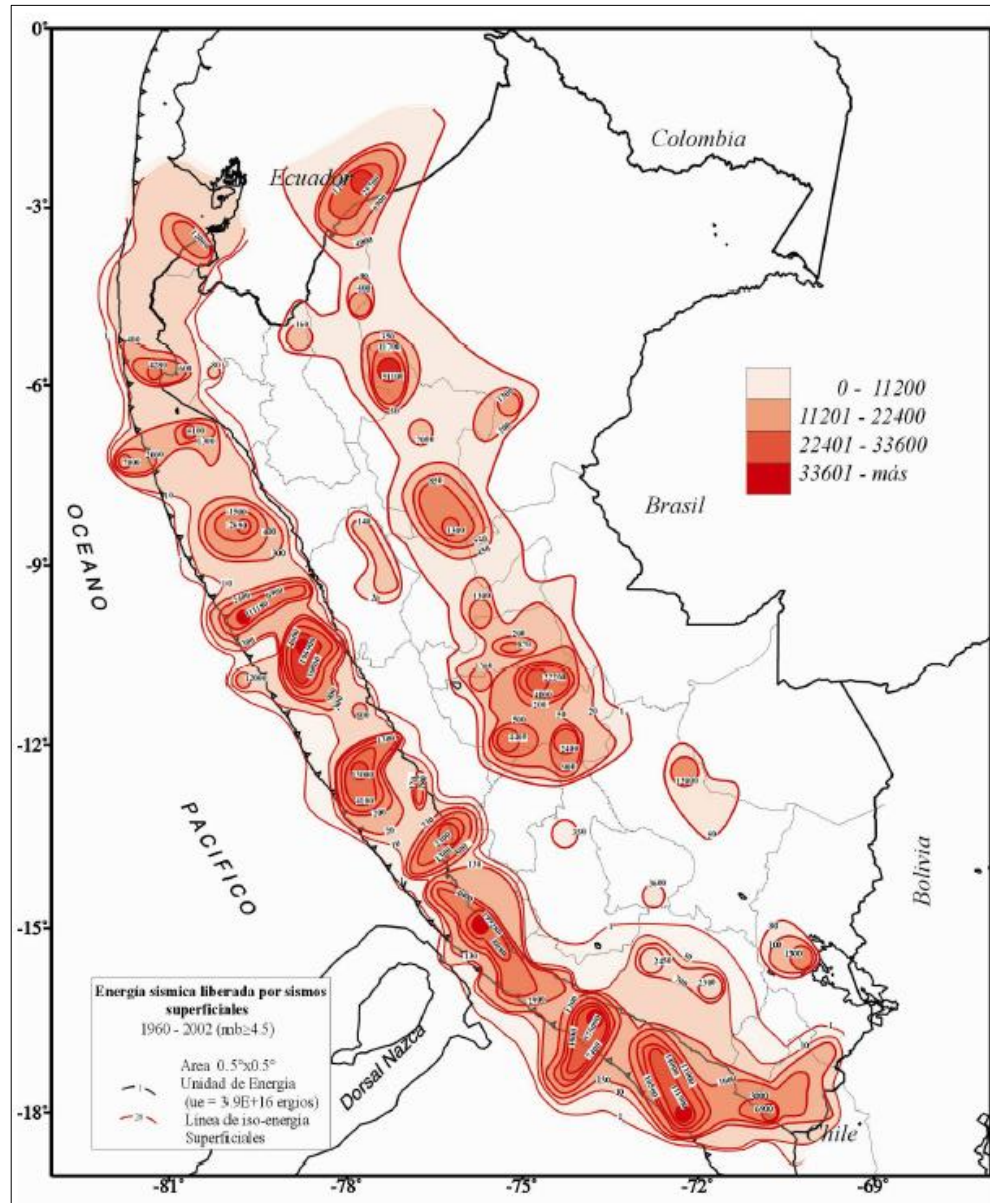
Desde el punto de vista cuantitativo, la mayor cantidad de energía fue liberada en el extremo Norte del departamento de Arequipa (575090ue) y gran parte de la misma, fue liberada por el sismo ocurrido en junio de 2001 (6.9mb). La energía liberada entre el departamento de Ancash y Lima (111180 y 196900ue respectivamente), corresponden a los sismos ocurridos en octubre y mayo de 1966 y 1970 respectivamente, ambos con magnitud mb de 6.4. Asimismo, en el extremo Sur de los departamentos de Tumbes y centro de Lima, se ha liberado 12000 y 13000ue respectivamente y gran parte se debe a los sismos ocurridos en diciembre y octubre de 1970 (6.3mb) y 1974 (6.2mb). Como se ha observado, en las zonas donde se ha liberado gran cantidad de energía han ocurrido sismos de magnitud elevada, lo que indicaría que el potencial sísmico de una zona no depende del número de sismos que en ella ocurren sino de la cantidad de energía que ellos liberan. Por otro lado, conforme tienden las líneas de iso-energía hacia la fosa ó hacia la costa, la cantidad de energía liberada tiende a disminuir. En el interior del continente, la mayor cantidad de energía ha sido liberada en la zona de Subandina de la región Norte (51100ue) y específicamente, en el extremo Norte del departamento de San Martín. Esta energía fue liberada por el sismo ocurrido en noviembre de 1982 (6.3mb). Menor cantidad de energía se ha liberado en la región Central de Perú, con un máximo de 22260ue.

#### PRESENTADO POR:

- Danny Daniel Saavedra Oré.
- Danilo Saavedra Oré.



**GRAFICO N° 24:** Mapa de energía sísmica liberada en Perú por sismos con foco superficial ocurridos entre 1960-2002.



**Fuente:** Bernal & Tavera, 2002.

Dónde: Los valores de energía están expresados en unidades de energía (ue).

**PRESENTADO POR:**

- Danny Daniel Saavedra Oré.
- Danilo Saavedra Oré.



### **11.3.2. CURVAS DE ISO-ENERGÍA PARA SISMOS CON FOCO INTERMEDIO.**

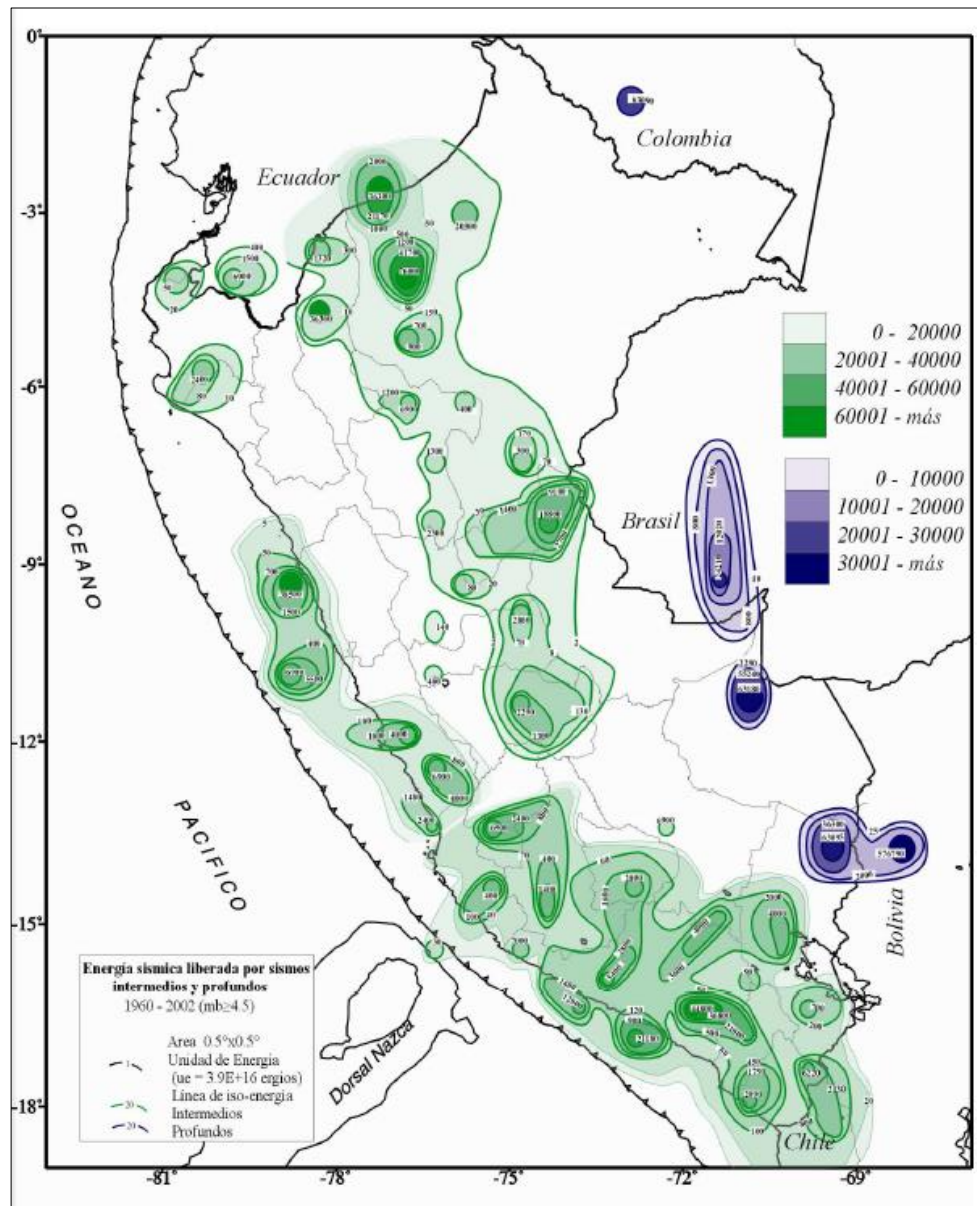
La mayoría de las curvas de iso-energía para sismos de foco intermedio se distribuyen principalmente en el interior del continente, aunque en la costa frente al departamento de Ancash, se observa una concentración menor de estas curvas. Al Sur de los 12°S, las curvas de energía tienden a distribuirse entre la línea de costa y el Altiplano conforme se tiende hacia la región Sur, en donde su densidad aumenta considerablemente. Al Norte de los 9° Sur, la mayoría de las curvas de iso-energía tienden a distribuirse en la zona Subandina, siendo mayor el número al Norte del departamento de Ucayali y NW de Loreto (Bernal & Tavera, 2002).

Desde el punto de vista cuantitativo, en la Figura 15 se observa que la mayor concentración de curvas de iso-energía se produce sobre el departamento de Arequipa con un máximo 44800ue. Al Sur de la ciudad de Lima, se ha liberado 6900ue de energía y gran parte corresponde al sismo ocurrido en enero de 1974 (6.2mb). Una segunda concentración de curvas de iso-energía es observada al Norte de Ucayali con un máximo de 18800ue y cerca a la frontera Perú - Ecuador con 76000ue, que corresponde a la liberada por un sismo ocurrido en julio de 1971 (6.4mb). Finalmente, es frente al departamento de Ancash que se liberó un total de 38500ue. En sentido general, durante este periodo de tiempo y para este nivel de profundidad, la mayor cantidad de energía fue liberada en la región Central; mientras que, al Oeste de la región Norte y Este de la región Sur, no se ha liberado energía sísmica considerable (Bernal & Tavera, 2002).

#### **PRESENTADO POR:**

- Danny Daniel Saavedra Oré.
- Danilo Saavedra Oré.

**GRAFICO N° 25:** Mapa de energía sísmica liberada en Perú por sismos con foco intermedio y profundos ocurridos entre 1960-2002.



**Fuente:** Bernal & Tavera, 2002.

Dónde: Los valores de energía están expresados en unidades de energía (ue).

**PRESENTADO POR:**

- Danny Daniel Saavedra Oré.
- Danilo Saavedra Oré.



### 11.3.3. CURVAS DE ISO-ENERGIA PARA SISMOS CON FOCO PROFUNDO ( $h > 300$ KM).

Las curvas de iso-energía para sismos con foco profundo (Figura 15, curvas de color azul), se concentran en dos grupos, uno localizado próximo a la frontera Perú - Brasil con un máximo de 24210ue y otro, cerca de Perú - Bolivia con un máximo de 576790ue. Gran parte de la energía liberada por el segundo grupo es debido al sismo ocurrido en junio de 1994 (7.0mb), siendo este el más grande producido en el mundo en los últimos 100 años a estos niveles de profundidad. Asimismo, al NE de la ciudad de Puno se ha liberado un total de 63095ue. Estos resultados sugieren que en los límites de frontera y a estos niveles de profundidad, se ha liberado mayor cantidad de energía en comparación con lo observado en otras regiones y niveles de profundidad, al menos durante todo el periodo de estudio (Bernal & Tavera, 2002).

En general, la distribución y la forma de las curvas de iso-energía han permitido configurar de manera clara la geometría de las fuentes sismogénicas presentes en Perú a diferentes niveles de profundidad. Los resultados sugieren que el potencial de una región sísmicamente activa no depende del mayor o menor número de sismos que en ella se puedan producir, sino del sismo de mayor magnitud que pueda ocurrir en un determinado periodo de tiempo (Bernal & Tavera, 2002).

## 12. PROYECCIÓN DE EVENTOS SÍSMICOS POR PERIODO DE RETORNO.

### 12.1. METODOLOGÍA DE PROYECCIÓN.

El Manual de Diseño de Puentes nos recomienda que el sismo de diseño será proyectado a 470 años de periodo de retorno y el sismo máximo crítico a 2500 años de periodo de retorno.

Para realizar la proyección de ocurrencia de eventos sísmicos, se utilizara la distribución probabilística Normal. La distribución normal es una distribución simétrica en forma de campana, también conocida como Campana de Gauss. La distribución normal se basa en los siguientes parámetros.

#### PRESENTADO POR:

- Danny Daniel Saavedra Oré.
- Danilo Saavedra Oré.

- **Función de densidad.**

$$f(x) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{(x-\mu)^2}{2\sigma^2}}, -\infty < x < +\infty$$

Dónde:

$f(x)$  : función densidad normal de la variable  $x$ .

$\mu$  : La media, también simbolizado ( $\bar{x}$ ).

$\sigma$  : Desviación estándar, también simbolizado ( $s$ ).

- **Estimación de parámetros.**

La media es igual a:

$$\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n X_i$$

La desviación Estándar es igual a:

$$s = \left\{ \frac{1}{n-1} \cdot \sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2 \right\}^{\frac{1}{2}}$$

- **Factor de Frecuencia**

Si se trabaja los  $X$  sin transformar el KT se calcula como:

$$K_T = \frac{X_T - \mu}{\sigma}$$

Este factor es el mismo de la variable normal estándar.

$$K_T = F^{-1} \left( 1 - \frac{1}{Tr} \right)$$

- **Función Distribución Acumulada.**

A continuación se muestra la equivalencia de la función de distribución acumulada:

$$F(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^z e^{-\frac{z^2}{2}} dz$$

## 12.2. PROYECCIÓN DE EVENTOS SÍSMICOS EN EL DEPARTAMENTO DE APURÍMAC.

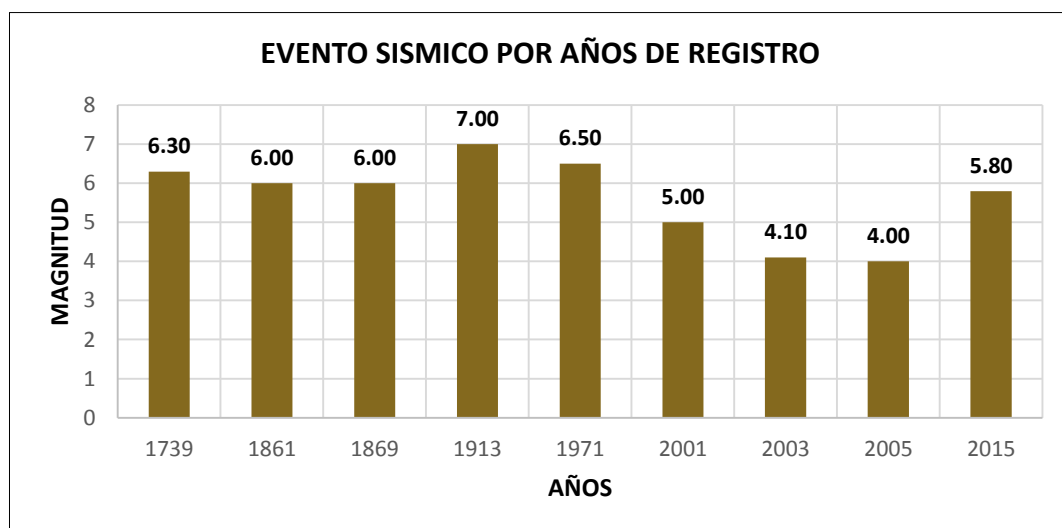
En el Departamento de Apurímac no se cuenta con registros de eventos sísmicos detallados. Se utilizara la información disponible y aproximada en el medio. A continuación se muestra los registros de eventos sísmicos en el Territorio de Apurímac.

**CUADRO N° 7:** Registro de Eventos Sísmicos en el Territorio del Departamento de Apurímac.

Años	Evento Sísmico (Mb, Ms, Mw, MI).	Energía (ergios)
1739	6.3	8.31764E+20
1861	6.0	1.58489E+20
1869	6.0	1.58489E+20
1913	7.0	3.98107E+22
1971	6.5	2.51189E+21
2001	5.0	6.30957E+17
2003	4.1	4.36516E+15
2005	4.0	2.51189E+15
2015	5.8	5.24807E+19

**Elaboración:** Propia, basada en información del IGP, INDECI y Wikipedia.

**GRAFICO N° 26:** Registro de Eventos Sísmicos en el Territorio del Departamento de Apurímac.

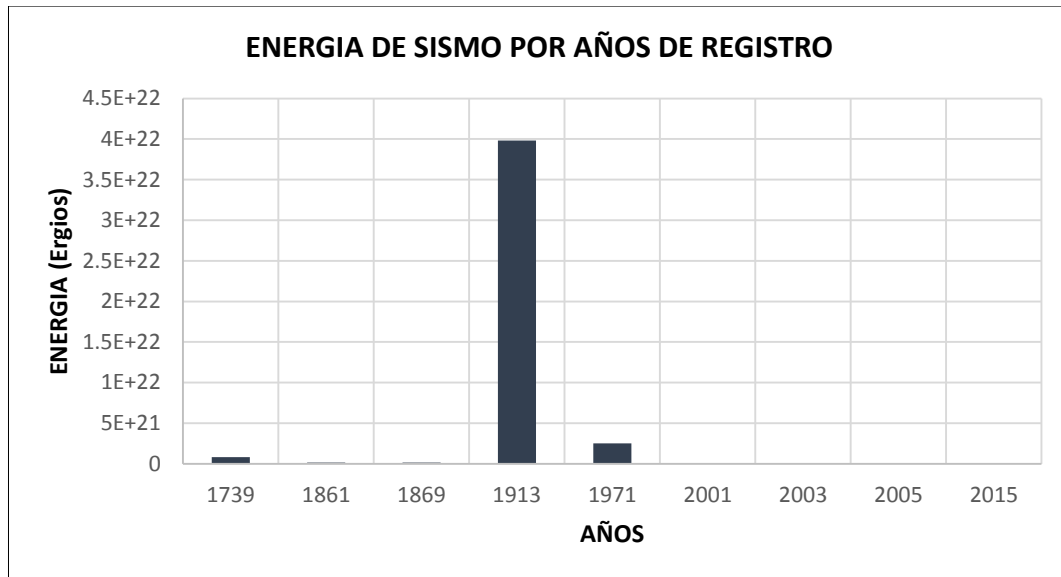


**Elaboración:** Propia, basada en información del IGP, INDECI y Wikipedia.

**PRESENTADO POR:**

- Danny Daniel Saavedra Oré.
- Danilo Saavedra Oré.

**GRAFICO N° 27:** Energía de Sismos registrados en el Departamento de Apurímac.



**Elaboración:** Propia.

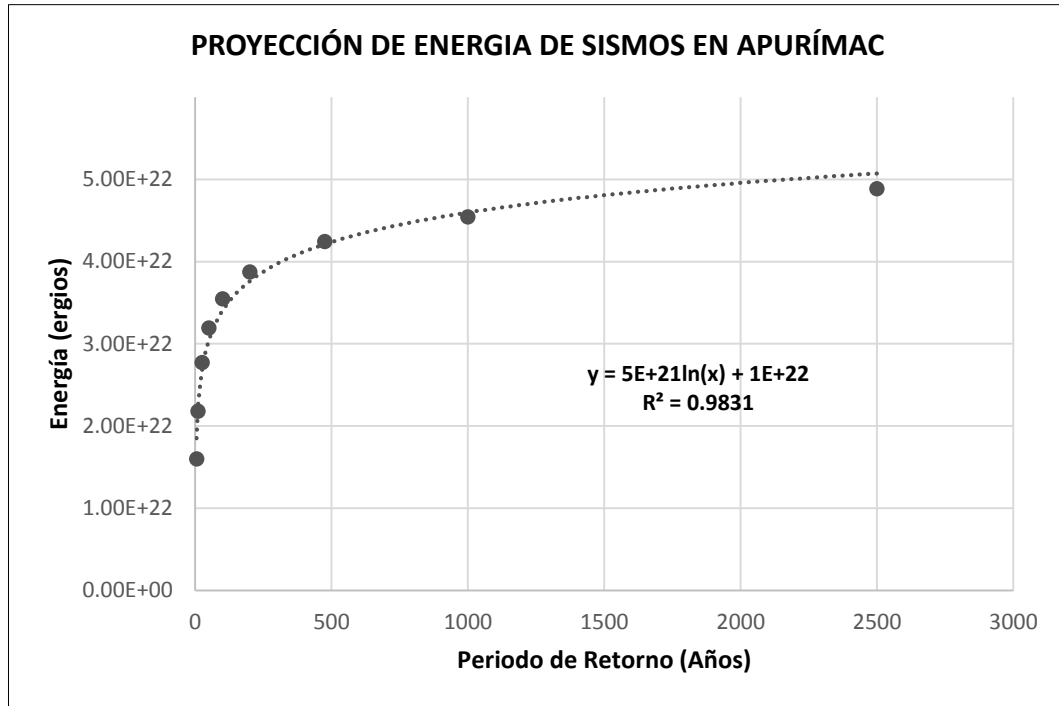
A continuación se muestra la proyección de Eventos Sísmicos en el Departamento de Apurímac hasta 2500 años de periodo de retorno.

**CUADRO N° 8:** Proyección de Eventos sísmicos por periodo de retorno.

PERIODO DE RETORNO (Años):	P	f(z)	z	Energía (ergios)	Evento Sísmico (Mb, Ms, Mw, MI).
5	0.20000	0.80000	0.85	1.601E+22	6.84
10	0.10000	0.90000	1.29	2.179E+22	6.89
25	0.04000	0.96000	1.74	2.770E+22	6.93
50	0.02000	0.98000	2.06	3.191E+22	6.96
100	0.01000	0.99000	2.33	3.545E+22	6.98
200	0.00500	0.99500	2.58	3.874E+22	7.00
475	0.00211	0.99789	2.86	4.242E+22	7.01
1000	0.00100	0.99900	3.09	4.544E+22	7.02
2500	0.00040	0.99960	3.35	4.886E+22	7.04

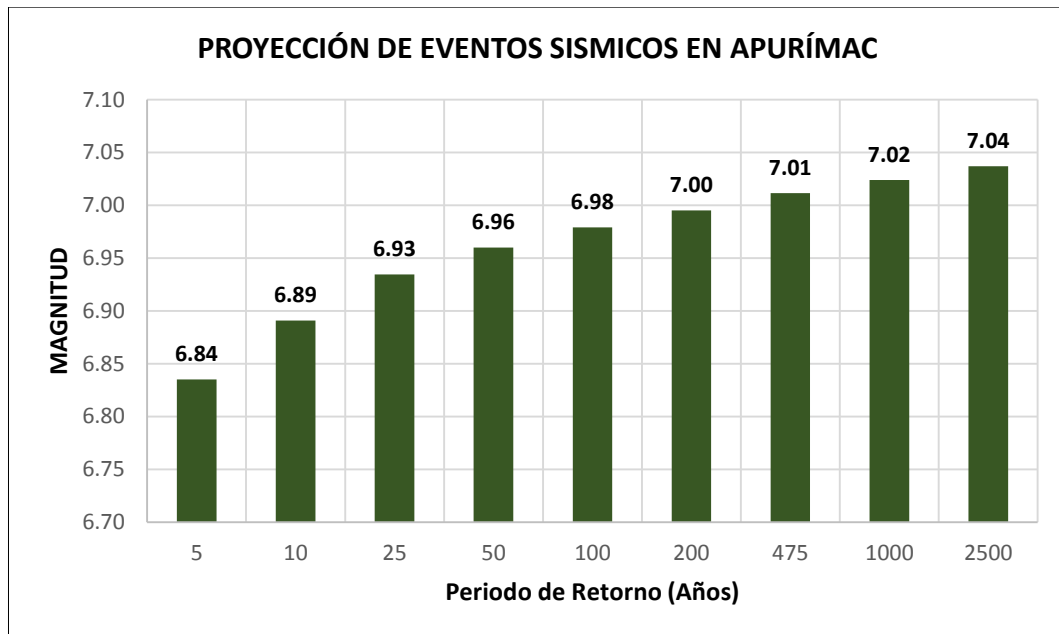
**Elaboración:** Propia.

**GRAFICO N° 28:** Proyección de Energía de los eventos Sismos en el Departamento de Apurímac por periodo de retorno.



**Elaboración:** Propia.

**GRAFICO N° 29:** Proyección de eventos Sismos en el Departamento de Apurímac por periodo de retorno.



**Elaboración:** Propia.

**PRESENTADO POR:**

- Danny Daniel Saavedra Oré.
- Danilo Saavedra Oré.





### 12.3. PROYECCIÓN DE EVENTOS SÍSMICOS MAYOR A UN RADIO DE 500 KM DESDE LA UBICACIÓN DEL PUENTE.

En el Perú no se tiene registros de eventos sísmicos detallados. Se utilizará la información disponible y aproximada en el medio. A continuación se muestra los registros de eventos sísmicos cercanos al área de interés.

**CUADRO N° 9 :** Registro de Eventos Sísmicos en un radio de 500 km a la redonda de la ubicación del puente.

Años	Evento Sísmico (Mb, Ms, Mw, MI).	Energía (ergios)
1940	8.2	3.01995E+25
1941	6.4	1.44544E+21
1942	8.2	3.01995E+25
1943	6.5	2.51189E+21
1945	5.5	1E+19
1946	7.3	2.0893E+23
1947	7.7	1.90546E+24
1948	7.4	3.63078E+23
1950	6.8	1.31826E+22
1951	6.3	8.31764E+20
1954	6	1.58489E+20
1955	6	1.58489E+20
1956	5.8	5.24807E+19
1957	5.5	1E+19
1958	7.5	6.30957E+23
1959	7.1	6.91831E+22
1960	7.5	6.30957E+23
1961	6	1.58489E+20
1962	6	1.58489E+20
1963	7.1	6.91831E+22
1964	6	1.58489E+20
1965	6	1.58489E+20
1966	8.2	3.01995E+25
1968	6.9	2.29087E+22
1969	6.2	4.7863E+20
1970	6.2	4.7863E+20
1971	6.5	2.51189E+21
1974	8.1	1.7378E+25
1979	7.1	6.91831E+22

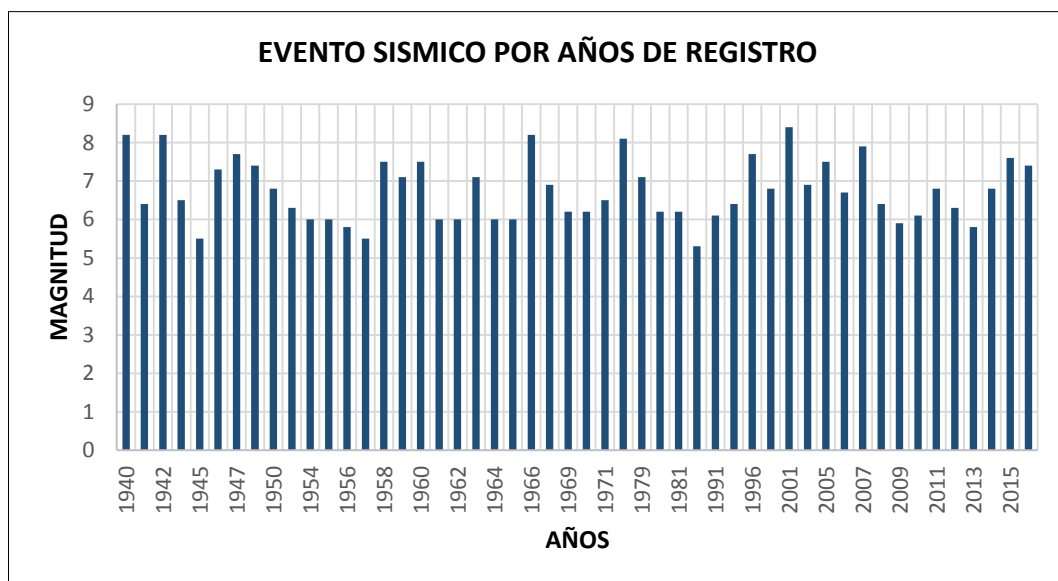
**PRESENTADO POR:**

- Danny Daniel Saavedra Oré.
- Danilo Saavedra Oré.

1980	6.2	4.7863E+20
1981	6.2	4.7863E+20
1986	5.3	3.31131E+18
1991	6.1	2.75423E+20
1992	6.4	1.44544E+21
1996	7.7	1.90546E+24
1999	6.8	1.31826E+22
2001	8.4	9.12011E+25
2002	6.9	2.29087E+22
2005	7.5	6.30957E+23
2006	6.7	7.58578E+21
2007	7.9	5.7544E+24
2008	6.4	1.44544E+21
2009	5.9	9.12011E+19
2010	6.1	2.75423E+20
2011	6.8	1.31826E+22
2012	6.3	8.31764E+20
2013	5.8	5.24807E+19
2014	6.8	1.31826E+22
2015	7.6	1.09648E+24
2016	7.4	3.63078E+23

**Elaboración:** Propia, basada en información del IGP, INDECI y Wikipedia.

**GRAFICO N° 30:** Registro de Eventos Sísmicos en un radio de 500 km a la redonda de la ubicación del puente.

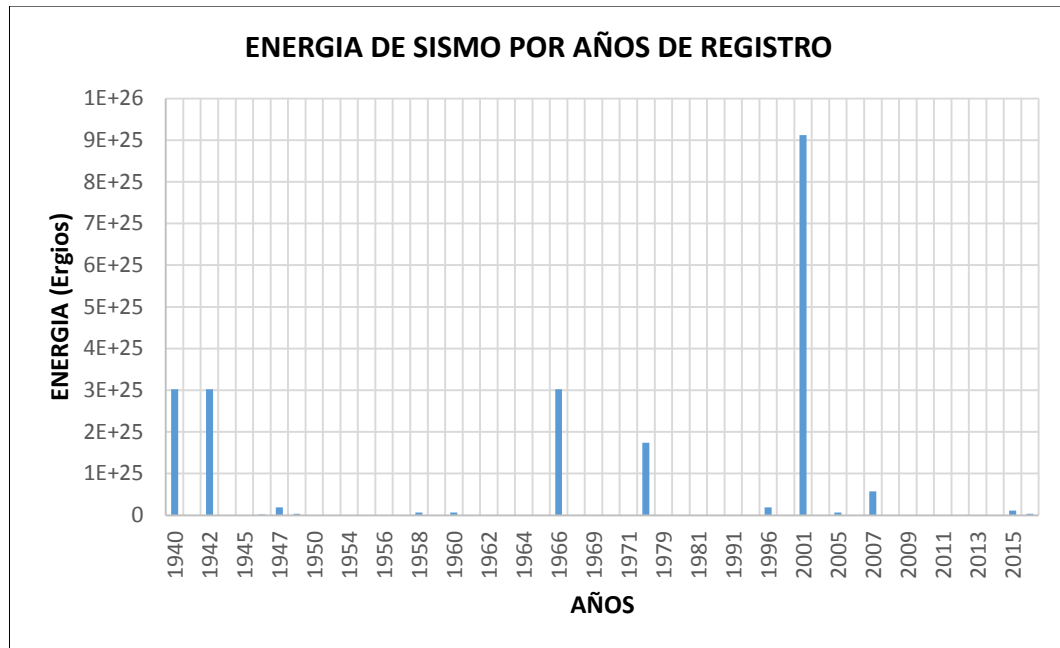


**Elaboración:** Propia, basada en información del IGP, INDECI y Wikipedia.

**PRESENTADO POR:**

- Danny Daniel Saavedra Oré.
- Danilo Saavedra Oré.

**GRAFICO N° 31:** Energía de Sismos registrados en un radio de 500 km a la redonda de la ubicación del puente.



**Elaboración:** Propia.

A continuación se muestra la proyección de eventos sísmicos en un radio de 500 km a la redonda de la ubicación del puente hasta 2500 años de periodo de retorno.

**CUADRO N° 10:** Proyección de eventos sísmicos por periodo de retorno.

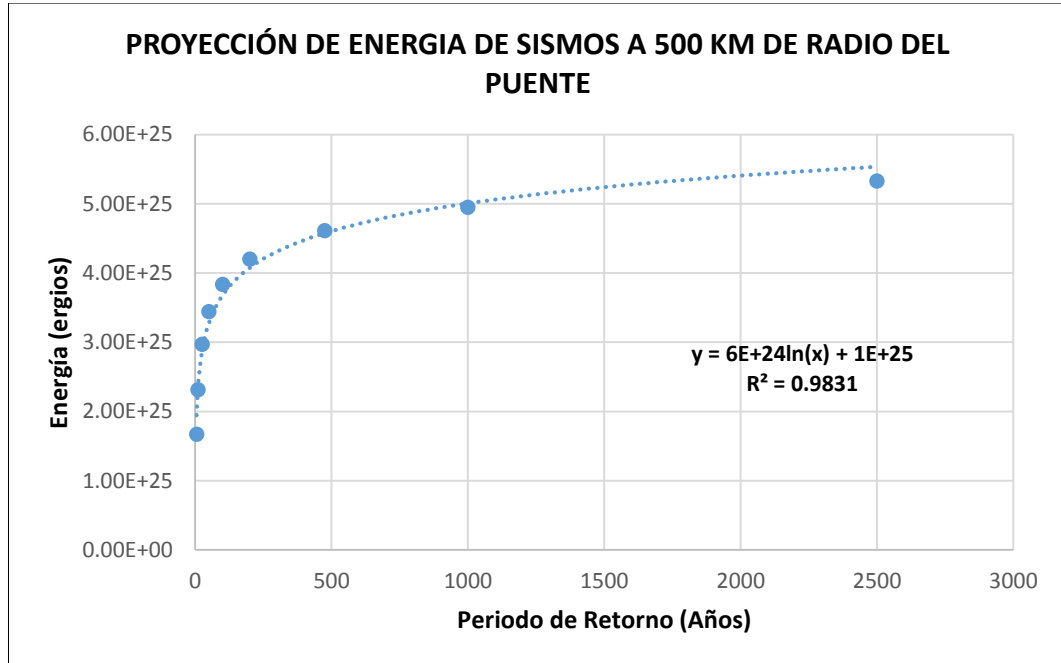
Periodo de Retorno (Años)	f	P	Z	Energía (ergios)	Evento Sísmico (Mb, Ms, Mw, MI).
<b>5</b>	0.20000	0.80000	0.85	1.670E+25	8.09
<b>10</b>	0.10000	0.90000	1.29	2.314E+25	8.15
<b>25</b>	0.04000	0.96000	1.74	2.972E+25	8.20
<b>50</b>	0.02000	0.98000	2.06	3.440E+25	8.22
<b>100</b>	0.01000	0.99000	2.33	3.835E+25	8.24
<b>200</b>	0.00500	0.99500	2.58	4.201E+25	8.26
<b>475</b>	0.00211	0.99789	2.86	4.611E+25	8.28
<b>1000</b>	0.00100	0.99900	3.09	4.947E+25	8.29
<b>2500</b>	0.00040	0.99960	3.35	5.328E+25	8.30

**Elaboración:** Propia.

**PRESENTADO POR:**

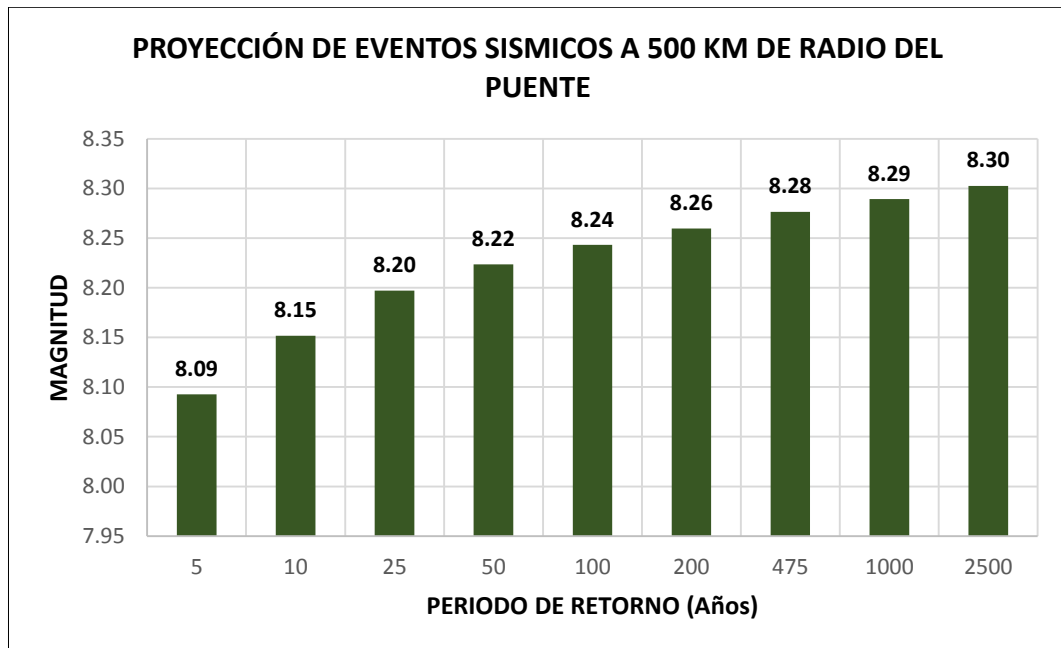
- Danny Daniel Saavedra Oré.
- Danilo Saavedra Oré.

**GRAFICO N° 32:** Proyección de Energía de los eventos Sismos en un radio de 500 km a la redonda de la ubicación del puente.



Elaboración: Propia.

**GRAFICO N° 33:** Proyección de eventos Sismos en un radio de 500 km a la redonda de la ubicación del puente.



Elaboración: Propia.

**PRESENTADO POR:**

- Danny Daniel Saavedra Oré.
- Danilo Saavedra Oré.

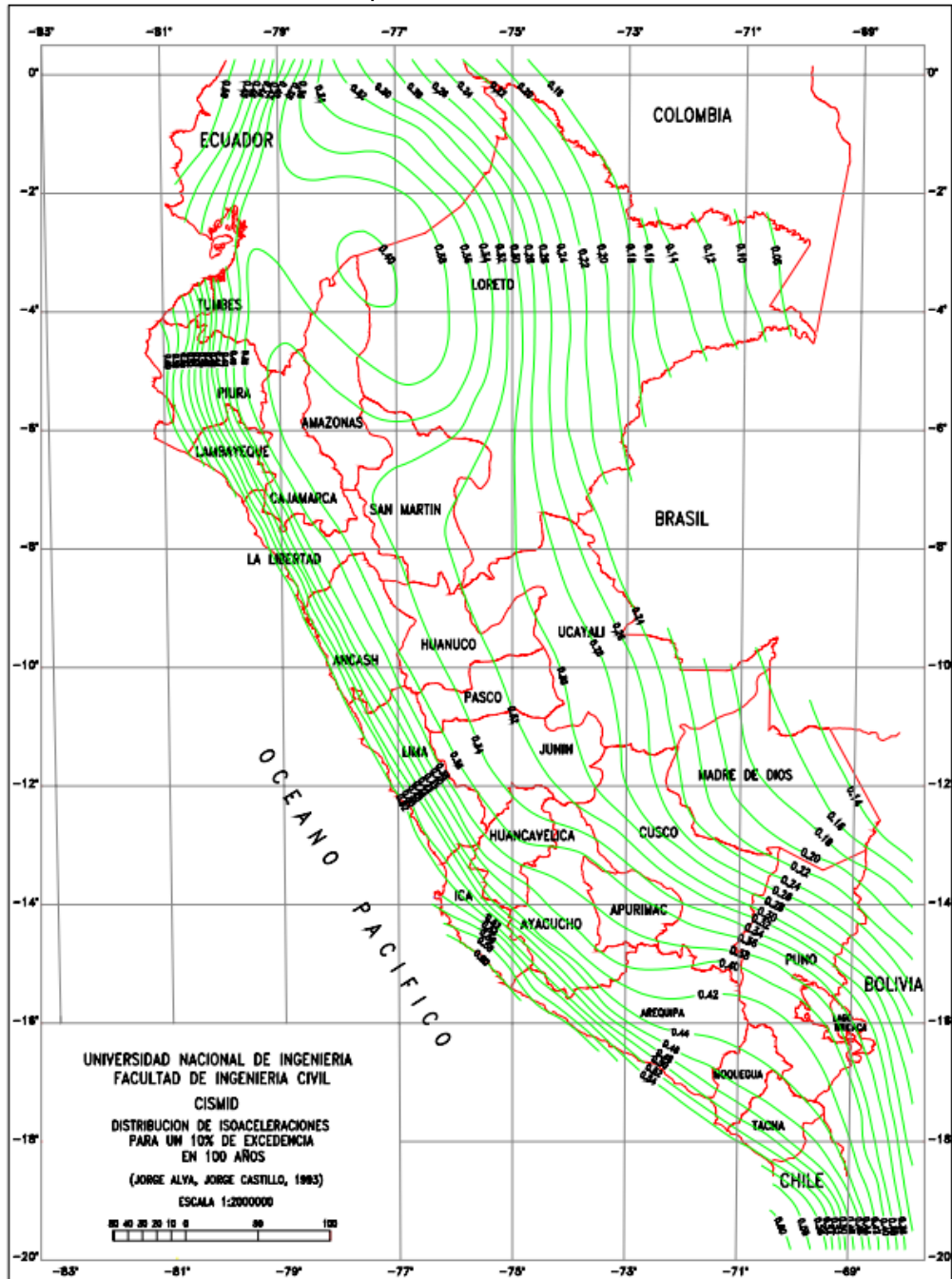
### 13. ESPECTRO DE DISEÑO.

#### 13.1. COEFICIENTE DE ACELERACIÓN.

El coeficiente de Aceleración se determina con un 10 % de nivel de excedencia para 50 años de vida útil, que es igual a un periodo de retoro igual a 475 años aproximadamente.

Se utilizara el siguiente grafico para determinar el Coeficiente de Aceleración.

GRAFICO N° 34: Mapa de Distribución de Isoaceleraciones.



Fuente: J. Alva, J. Castillo, UNI - FIC - CISMID, 1993.

#### PRESENTADO POR:

- Danny Daniel Saavedra Oré.
- Danilo Saavedra Oré.



Para la ubicación del puente en la ciudad de Abancay se ha considerado un coeficiente de aceleración igual 0.31 g, esto de acuerdo al anterior gráfico.

Para el componente vertical del coeficiente de aceleración, se puede considerar 2/3 del coeficiente de aceleración horizontal, resultando igual a 0.21 g.

### 13.2. CATEGORIZACIÓN DE LA ESTRUCTURA.

De acuerdo al Manual de Diseño de Puentes será necesario categorizar las estructuras para efectos de establecer los procedimientos mínimos de análisis, así como para determinar los coeficientes de modificación de la respuesta en distintos casos, los puentes se clasificarán en tres categorías importantes.

- Puentes críticos.
- Puentes esenciales, U.
- Otros Puentes.

### 13.3. ZONAS DE COMPORTAMIENTO SÍSMICO.

Se determinara la zona de comportamiento sísmico se utilizara los rangos que se muestra en el siguiente cuadro:

**CUADRO N° 11:** Zonas Sísmicas por Coeficiente de Aceleración.

Coeficiente de Aceleración	Zona Sísmica
$A \leq 0.09$	1
$0.09 < A < 0.10$	2
$0.19 < A < 0.29$	3
$0.29 < A$	4

**Fuente:** Manual de Diseño de Puentes.

Como el Coeficiente de Aceleración es igual a 0.31 g, la zona sísmica en donde se encuentra el puente será el 4.

### 13.4. CONDICIONES LOCALES.

Las condiciones del suelo modificaran las características del sismo. Para tener esta consideración este parámetro se utilizar el siguiente cuadro que a continuación se muestra.

#### PRESENTADO POR:

- Danny Daniel Saavedra Oré.
- Danilo Saavedra Oré.



**CUADRO N° 12:** Coeficiente de Sitio de acuerdo al Tipo de Perfil de Suelo.

Coeficiente de Sitio	Tipo de Perfil de Suelo			
	I	II	III	IV
S	1	1.2	1.5	2

**Fuente:** Manual de Diseño de Puentes.

Cada tipo de perfil de suelo se define de la siguiente manera.

#### **13.4.1. SUELO PERFIL TIPO I.**

Roca de cualquier característica descripción, o arcilla esquistosa o cristalizada en estado natural (tales materiales pueden ser descritos por velocidades de onda de corte mayores a 760 m/s). Condiciones de suelo rígido donde la profundidad del suelo es menor a 60 m y los tipos de suelos sobre la roca son depósitos estables de arenas, gravas o arcillas rígidas (Ministerio de Transporte y Comunicaciones, 2003).

#### **13.4.2. SUELO PERFIL TIPO II.**

Es un perfil compuesto de arcilla rígida o estratos profundos de suelos no cohesivos donde la altura del suelo excede los 60 m y los suelos sobre las rocas son depósitos estables de arenas, gravas o arcillas rígidas (Ministerio de Transporte y Comunicaciones, 2003).

#### **13.4.3. SUELO PERFIL TIPO III.**

Es un perfil con arcillas blandas a mediamente rígidas y arenas, caracterizado por 9 m o más de arcillas blandas o mediamente rígidas con o sin capas intermedias de arenas u otros suelos cohesivos (Ministerio de Transporte y Comunicaciones, 2003).

#### **13.4.4. SUELO PERFIL TIPO IV.**

Es un perfil con arcilla blandas o limos cuya profundidad es mayor a los 12 m (Ministerio de Transporte y Comunicaciones, 2003).

Para el proyecto se ha considerado un suelo de perfil II. Esto de acuerdo a la clasificación de suelos de la ciudad de Abancay realizados por el estudio del Programa Ciudades Sostenibles realizados el año 2007.

#### **PRESENTADO POR:**

- Danny Daniel Saavedra Oré.
- Danilo Saavedra Oré.



### 13.5. COEFICIENTE DE RESPUESTA SÍSMICA ELÁSTICA.

El coeficiente de respuesta sísmica elástica,  $C_{sn}$  con respecto al periodo de vibración del “n-ésimo” modo (s) se basa en la siguiente expresión:

$$C_{sn} = \frac{1.2 A S}{T_n^3} \leq 2.5 A$$

Donde:

T: Periodo de vibración del n-ésimo modo s.

A: Coeficiente de aceleración.

S: Coeficiente de sitio.

A continuación se muestra el espectro sísmico de diseño del proyecto.

**CUADRO N° 13:** Coeficiente de respuesta sísmica elástica,  $C_{sn}$  con respecto al periodo de vibración del “n-ésimo” modo (s) para el proyecto.

Tn	Cn
0.1	0.775
0.2	0.775
0.3	0.775
0.4	0.775
0.5	0.709
0.6	0.628
0.7	0.566
0.8	0.518
0.9	0.479
1	0.446
1.1	0.419
1.2	0.395
1.3	0.375
1.4	0.357
1.5	0.341
1.6	0.326
1.7	0.313
1.8	0.302
1.9	0.291
2	0.281
2.1	0.272
2.2	0.264
2.3	0.256
2.4	0.249
2.5	0.242
2.6	0.236

PRESENTADO POR:

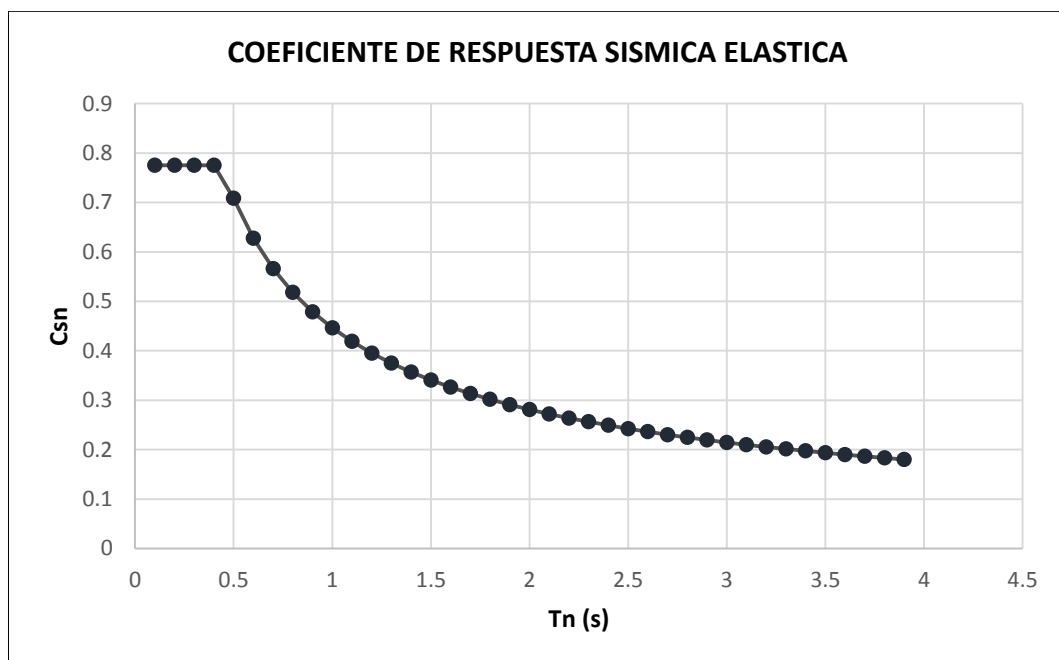
- Danny Daniel Saavedra Oré.
- Danilo Saavedra Oré.



2.7	0.230
2.8	0.225
2.9	0.220
3	0.215
3.1	0.210
3.2	0.206
3.3	0.201
3.4	0.197
3.5	0.194
3.6	0.190
3.7	0.187
3.8	0.183
3.9	0.180

**Elaboración:** Propia.

**GRAFICO N° 35:** Coeficiente de Respuesta Sísmica Elástica.



**Elaboración:** Propia.

### 13.6. FACTORES DE MODIFICACIÓN DE RESPUESTA.

Para conocer el factor de modificación de respuesta, será necesario conocer los detalles estructurales que deberán satisfacer las disposiciones referidas al diseño de estructuras de concreto armado en zonas sísmicas.

El factor de modificación de respuesta para sub-estructuras o conexiones se muestra en los siguientes cuadros.

**PRESENTADO POR:**

- Danny Daniel Saavedra Oré.
- Danilo Saavedra Oré.



**CUADRO N° 14:** Factores de modificación de Respuesta R (Sub-Estructura).

Sub-Estructura	Importancia		
	Critica	Esencial	Otros
Pilar tipo Placa de gran dimensión	1.5	1.5	2
Pilotes de concreto armado			
▪ Sólo pilotes verticales	1.5	2	3
▪ Grupo de pilotes verticales	1.5	1.5	2
Columnas Individuales	1.5	2	3
Pilotes de acero o acero compuesto con concreto			
▪ Sólo pilotes verticales	1.5	3.5	5
▪ Grupo de pilotes incluyendo pilotes inclinados	1.5	2	3
Columnas múltiples	1.5	3.5	5

**Elaboración:** Propia.

**CUADRO N° 15:** Factores de modificación de respuesta R – Conexiones.

Conexiones	Para todas las categorías de Importancia
Superestructuras a estribo	0.80
Juntas de expansión dentro de las superestructuras	0.80
Columnas, pilares o pilotes a las vigas cabezal o superestructuras	1.00
Columnas o pilares a la cimentación	1.00

**Elaboración:** Propia.

**PRESENTADO POR:**

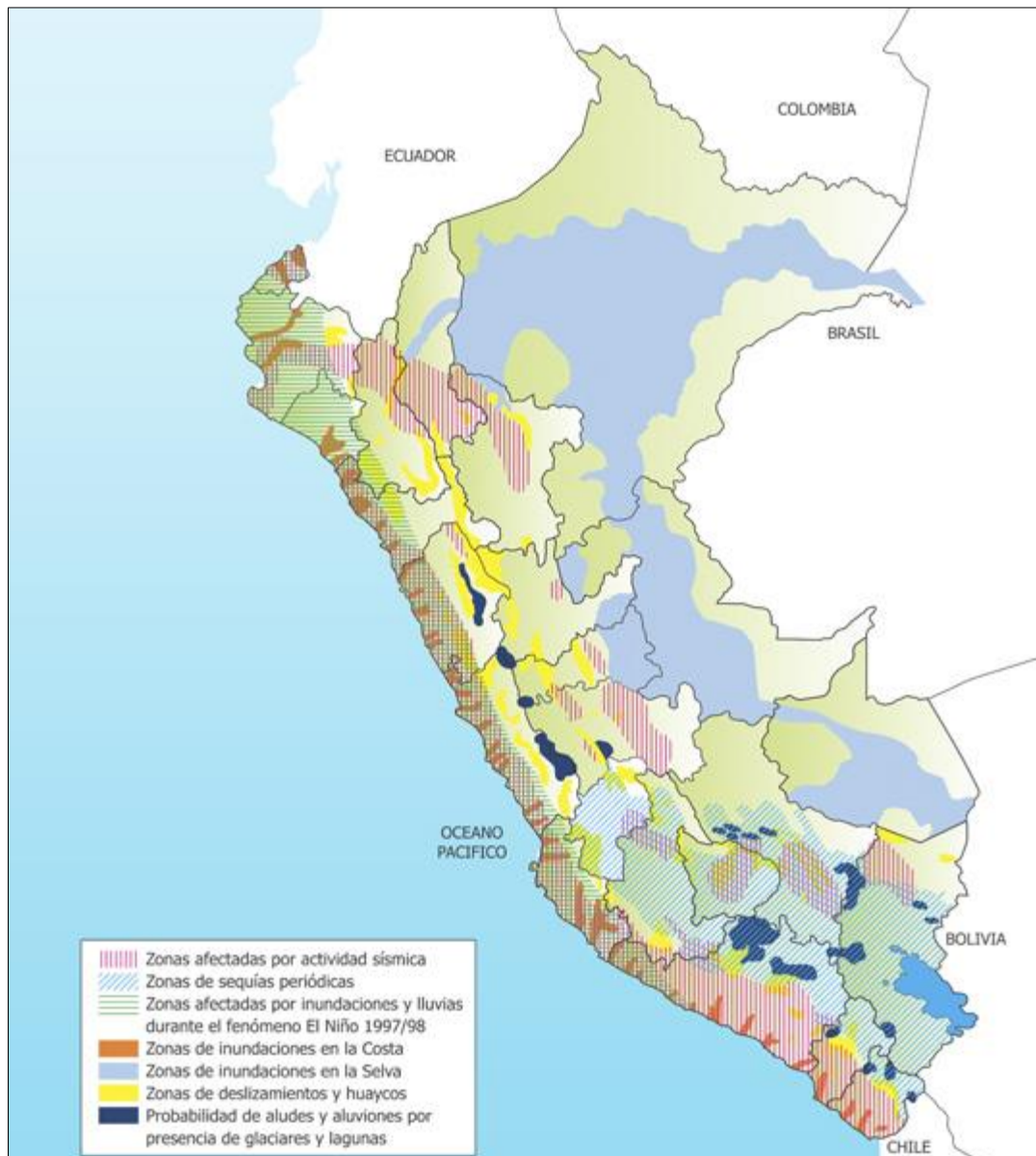
- Danny Daniel Saavedra Oré.
- Danilo Saavedra Oré.

## 14. ZONIFICACIÓN DE ZONAS DE RIESGOS.

### 14.1. MAPA DE RIESGOS Y PELIGROS POR EVENTOS SÍSMICOS.

En el Perú se realizó varios estudios sobre riesgos y peligros por eventos sísmicos. Principalmente fueron realizados por el Instituto Geofísico del Perú (IGP) y el PREDES - Centro de Estudios y Prevención de Desastres. A continuación se muestra algunos mapas de riesgos y peligros en el Perú:

**GRAFICO N° 36:** Mapa de Riesgos del Perú.

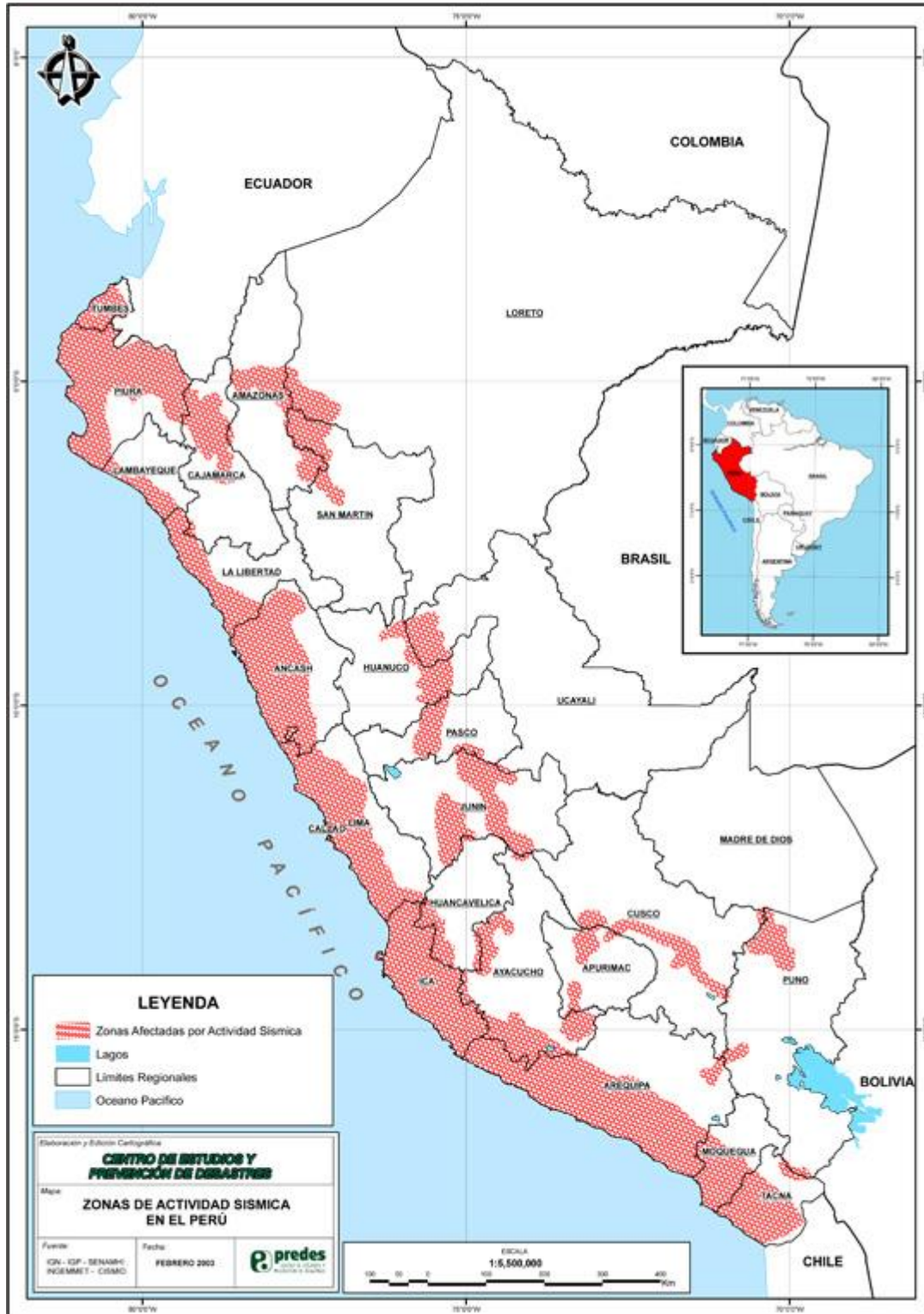


**Fuente:** <http://www.predes.org.pe/mapa-de-proyectos#!prettyPhoto>, PREDES.

#### PRESENTADO POR:

- Danny Daniel Saavedra Oré.
- Danilo Saavedra Oré.

GRAFICO N° 37: Mapa Sismos del Perú.

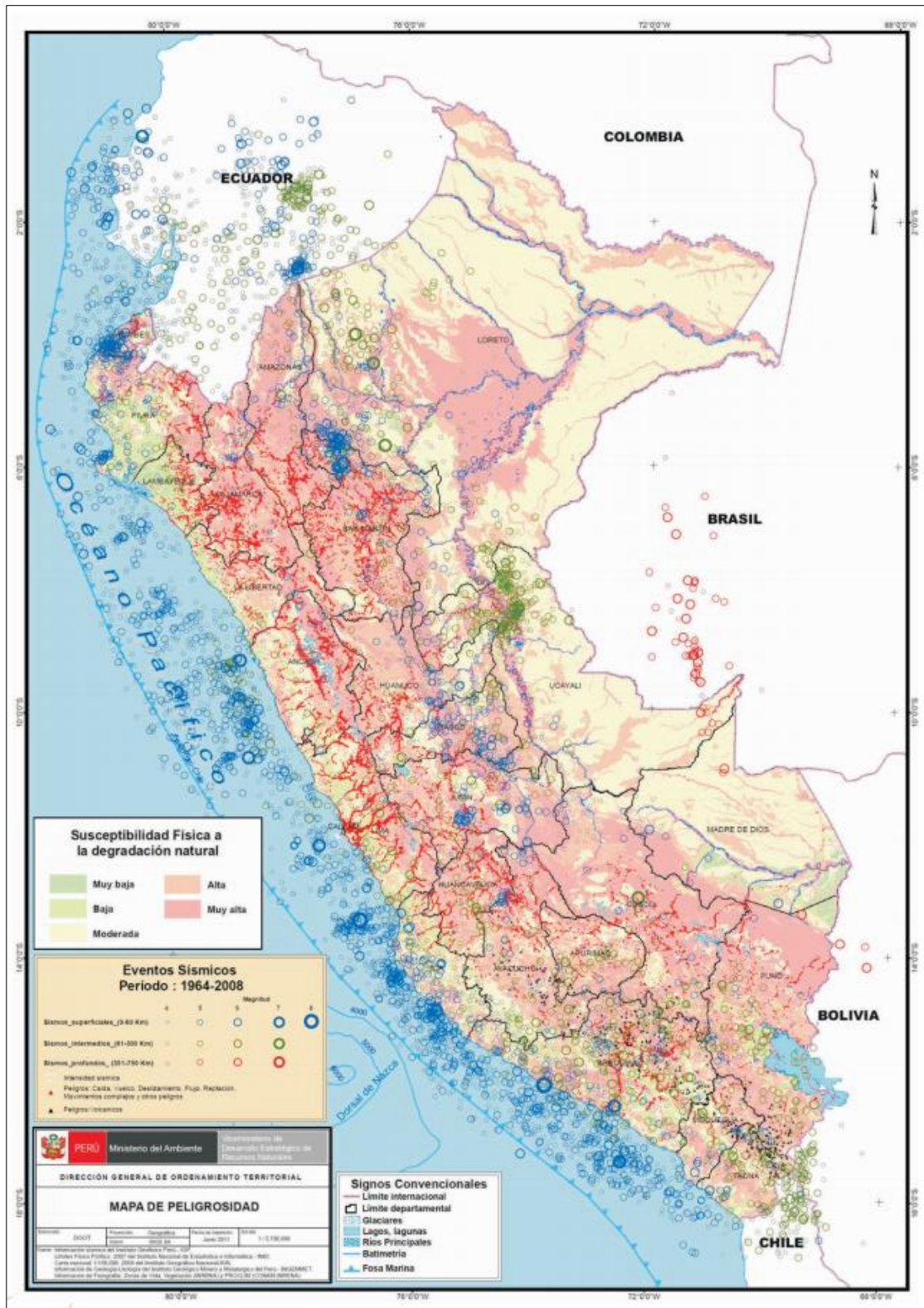


Fuente: <http://www.preDES.org.pe/terremotos>, PREDES.

PRESENTADO POR:

- Danny Daniel Saavedra Oré.
- Danilo Saavedra Oré.

GRAFICO N° 38: Peligro por Sismo.



Fuente: Instituto Geofísico del Perú.

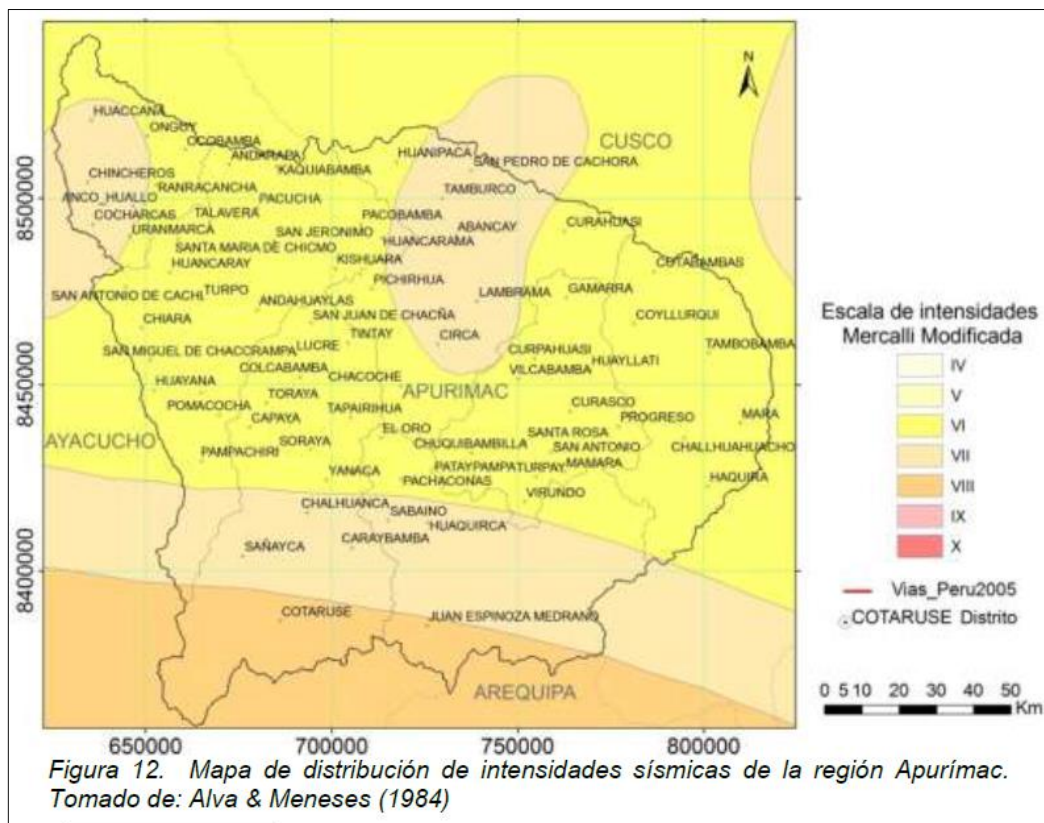
PRESENTADO POR:

- Danny Daniel Saavedra Oré.
- Danilo Saavedra Oré.

## 14.2. MAPA DE DISTRIBUCIÓN DE INTENSIDADES SÍSMICAS DE LA REGIÓN DE APURÍMAC.

Según los estudios del IGP los sismos en la región Apurímac estarían relacionados a la actividad de las fallas regionales. Según el mapa de zonificación sísmica del Perú. Se esperan para Apurímac Intensidades Máximas entre VI y VIII en la escala Mercalli. Los últimos sismos registrados en la región son los de Agosto del 2012 en Andahuaylas (magnitud en la escala de Richter 5.0, profundidad de 78 km) y Enero de 2013 en Antabamba (magnitud de 4.1 grados en la escala de Richter y profundidad de 22 km) (INGEMMET, 2013).

**GRAFICO N° 39:** Mapa de Distribución de Intensidades Sísmicas de la Región Apurímac.



**Fuente:** Alva & Meneses, 1984 (Segundo Reporte de Zonas Críticas por Peligros Geológicos y Geo-hidrologicos en la Región de Apurímac, INGEMMET, 2013).

### PRESENTADO POR:

- Danny Daniel Saavedra Oré.
- Danilo Saavedra Oré.

### 14.3. MAPA DE CATEGORIZACIÓN DE PELIGROS POR EVENTOS SÍSMICOS EN EL ÁREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO.

De acuerdo a la clasificación del suelo, realizado por el Programa de Ciudades Sostenibles de la ciudad de Abancay, toda la urbanización Patibamba Baja y Manuel Escorza presenta suelo de tipo S2; es decir, suelos regularmente estables con posibilidad media de ocurrencia de deslizamientos y por lo tanto se le considera como de peligro Medio en topografía continua. Muy puntualmente se identifica la presencia de áreas pequeñas probablemente compuestas de rellenos y otras cerca de la ribera del río Chinchichaca que son consideradas como de peligro alto por la posible ocurrencia de deslizamientos y/o derrumbes; mientras que, en la parte urbana, el peligro no se encuentra en la estabilidad del suelo, sino en la mala construcción de edificaciones y las pequeños anchos de vía de las calles, ya que hace difícil en contar con una zona de refugio en casos de sismos. Se ha zonificado las zonas seguras y vulnerables alrededor del puente. A continuación se muestra la estratificación de riesgos y el Mapa de categorización de peligros por eventos Sísmicos en el Área de Influencia del Proyecto.

**CUADRO N° 16:** Estratificación de Riesgos.

SÍMBOLO	DENOMINACIÓN	DESCRIPCIÓN
	Zona critica	Sector que cuentan con suelos inestables con una topografía accidentada. En un evento sísmico extraordinario se recomienda evacuar. No debe ser utilizada como refugio para los pobladores.
	Zona vulnerable	Sectores que cuentan con suelos estables a regular, tienen una topografía regular, los edificios construidos en esta zona no cuentan con un diseño ni proceso constructivo adecuado. Pequeños anchos de vías urbanas el cual dificulta encontrar refugio en esta Zona. No es segura como refugio en caso de un evento sísmico máximo o extraordinario y no brinda un refugio adecuado para los pobladores.
	Zona segura	Sectores que cuentan con suelos estables, tienen una topografía regular, sin edificios construidos alrededor o construidos un diseño y proceso constructivo adecuado. Zona segura en un evento sísmico máximo o extraordinario y refugio para los pobladores.

**Elaboración:** Propia.

**PRESENTADO POR:**

- Danny Daniel Saavedra Oré.
- Danilo Saavedra Oré.

**GRAFICO N° 40:** Mapa de categorización de peligros por eventos Sísmicos en el Área de Influencia del Proyecto.



**Elaboración:** Propia.

Donde:

1. Es un pequeño parque, el cual se le considera como una zona segura en caso de la ocurrencia de un evento sísmico máximo, por estar alejada de edificaciones.
2. Es un terreno que actualmente es de uso agrícola, sin edificios construidos alrededor. Es una zona estable y segura como refugio. En caso que este terreno pase por un proceso de urbanización, se deberá redefinir el grado de riesgo ante eventos sísmico, ya que dependerá del tipo de edificaciones que se construyan en la zona con respecto a un adecuado proceso constructivo.
3. Es una losa deportiva, el cual se le considera como una zona segura en caso de la ocurrencia de un evento sísmico máximo, por estar alejada de edificaciones y por la poca transitividad de vehículos.

**PRESENTADO POR:**

- Danny Daniel Saavedra Oré.
- Danilo Saavedra Oré.





4. Es un terreno que actualmente es de uso agrícola, sin edificios construidos alrededor. Es una zona estable y segura como refugio. En caso que este terreno pase por un proceso de urbanización, se deberá redefinir el grado de riesgo ante eventos sísmico, ya que dependerá del tipo de edificaciones que se construyan en la zona con respecto a un adecuado proceso constructivo.
5. Es una losa deportiva, el cual se le considera como una zona segura en caso de la ocurrencia de un evento sísmico máximo, por estar alejada de edificaciones. Es un adecuado refugio para los pobladores del sector.
6. Es una losa multideportiva, el cual se le considera como una zona segura en caso de la ocurrencia de un evento sísmico máximo, por estar alejada de edificaciones y por la poca transitividad de vehículos.
7. Está compuesta por calles y viviendas, que se encuentran sobre terrenos con suelos estables. El problema viene las deficiencias estructurales de los edificios, los cuales no cuentan con ningún tipo de diseño. El ancho de las vías urbanas son muy pequeñas para brindar refugio a los pobladores en caso de un evento sísmico, esto por un crecimiento urbano sin planificación por parte de las autoridades y la población.
8. Está compuesta por calles y viviendas, que se encuentran sobre terrenos con suelos estables. El ancho de las vías urbanas son muy pequeñas para brindar refugio a los pobladores en caso de un evento sísmico, esto por un crecimiento urbano sin planificación por parte de las autoridades y la población. Se puede observar gran cantidad de edificios en mal estado y muy convencional.
9. Zona de alto peligro en caso de que ocurra un evento sísmico máximo. Tiene problemas de deslizamientos e inestabilidad del suelo, ocasionada por escombros que se desechan en el lugar y la irregularidad topográfica que cuenta. Los edificios construidos en sus alrededores exponen a mayor esfuerzo a los taludes. En un evento sísmico, se recomienda evacuar el lugar.

**PRESENTADO POR:**

- Danny Daniel Saavedra Oré.
- Danilo Saavedra Oré.



## 15. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

- [1] La proyección de eventos sísmicos en el Departamento de Apurímac para un periodo de retorno de 475 es de 7.01 Mw y para un periodo de retorno de 2500 años es de 7.04 Mw.
- [2] La proyección de eventos sísmicos en un radio mayor de los 500 km a la redonda de la ubicación del puente para un periodo de retorno de 475 es de 8.28 Mw y para un periodo de retorno de 2500 años es de 8.30 Mw
- [3] El coeficiente de aceleración sísmica del proyecto a 10 % de nivel de excedencia para 50 años de vida útil, que es igual a un periodo de retorno igual a 475 años aproximadamente, será igual a 0.31 g. Esto de acuerdo al Mapa de Distribución de Isoaceleraciones.
- [4] El coeficiente de aceleración sísmica vertical del proyecto a 10 % de nivel de excedencia para 50 años de vida útil, que es igual a un periodo de retorno igual a 475 años aproximadamente, será igual a 0.21 g.
- [5] La velocidad de honda de corte dependerá directamente del tipo de suelo, para el proyecto se ha considerado un perfil de suelo de fundación tipo II, que cuenta con una velocidad de honda de corte aproximadamente igual 300 m/s.
- [6] La ciudad de Abancay está en la Zona Sísmica IV, esto de acuerdo al Manual de Diseño de Puentes.
- [7] De acuerdo Mapa de Distribución de Intensidades Sísmicas de la Región Apurímac, la ciudad de Abancay tiene una ocurrencia de sismos de intensidad VII en la escala de Mercalli Modificado.
- [8] Existe peligro de deslizamientos, dentro de la quebrada del Olivo, que pueden ser causadas por eventos sísmicos.
- [9] Las calles que cuentan con un ancho de vía pequeña, dentro de las urbanizaciones de Patibamba Baja y Manuel Escorza, representan un obstáculo para los pobladores, en caso que quieran buscar refugio en un evento sísmico.
- [10] En el lugar donde se proyecta construir el puente, actualmente no existe ninguna estructura que afecte el proyecto de manera directa.
- [11] Se considerara las cargas por sismo para el diseño del puente, estribo, pilotes y otros elementos no convencionales que se plantee en el proyecto.

### PRESENTADO POR:

- Danny Daniel Saavedra Oré.
- Danilo Saavedra Oré.



## 16. BIBLIOGRAFÍA.

- [1] Jorge L. Castillo Aedo y Jorge E. Alva Hurtado, 1993, “PELIGRO SÍSMICO EN EL PERÚ”, Lima.
- [2] Ministerio de Transportes y Comunicaciones del Perú, 2003, “Manual de Diseño de Puentes”.
- [3] Instituto Nacional de Defensa Civil, 2001, “Informe de los Principales Desastres Ocurridos en el Perú”, Lima.
- [4] Instituto Nacional de Defensa Civil, 2012, “La Gestión del Riesgo de Desastres en el Perú - Documento País Perú 2012”, Lima.
- [5] Comité Regional de Defensa Civil Apurímac, 2011, “Plan Regional de Prevención y Atención de Desastres de Apurímac”.
- [6] INGEMMET, 2013, “Segundo Reporte de Zonas Críticas por Peligros Geológicos y Geo-hidrológicos en la Región de Apurímac”.
- [7] Ministerio del Ambiente, 2012, “Mapa de Vulnerabilidad Física del Perú”.
- [8] Bernal, I., & Tavera, H., 2002, Geodinámica, Sismicidad, y Energía Sísmica en Perú (IGP), Lima.
- [9] Baca Vidal, C. F., Benavente Velasquez, R., Loayza Schiaffino, C., & Acurio Cruz, H., 2007, MAPA DE PELIGROS DE LA CIUDAD DE ABANCAY. Municipalidad Provincial de Abancay e Instituto Nacional de Defensa Civil, Abancay.
- [10] PREDES - Centro de Estudios y Prevención de Desastres, 2011, “<http://www.predes.org.pe/terremotos>”, Lima.
- [11] Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, 2016, “Norma Técnica E 030 Diseño Sismorresistente”, Lima.

### PRESENTADO POR:

- Danny Daniel Saavedra Oré.
- Danilo Saavedra Oré.



# ANEXO E

## ESTUDIO TRAFICO Y CARGAS



**NOMBRE DEL PROYECTO:** “ANÁLISIS Y DISEÑO DEL PUENTE DE INTERCONEXIÓN VIAL Y PEATONAL ENTRE LA URBANIZACIÓN PATIBAMABA BAJA Y MANUEL ESCORZA DE LA CIUDAD DE ABANCAY - APURIMAC”.

**PRESENTADO POR:**

DANNY DANIEL SAAVEDRA ORE.

DANILO SAAVEDRA ORÉ.

ABANCAY, AGOSTO DEL 2016



## **INDICE DE CONTENIDOS**

- 1. CONTEXTO GENERAL.**
- 2. OBJETIVOS**
- 3. METODOLOGIA.**
- 4. PLAN DE TRABAJO.**
  - 4.1. RECOPIACIÓN DE INFORMACIÓN.**
  - 4.2. COORDINACIÓN.**
  - 4.3. LABORES PREVIAS.**
  - 4.4. REALIZACIÓN DEL ESTUDIO.**
  - 4.5. CODIFICACIÓN, VERIFICACIÓN Y CONSISTENCIA DE LA INFORMACIÓN RECOPIADA.**
  - 4.6. PROCESAMIENTO DE DATOS.**
- 5. TRABAJO DE CAMPO.**
  - 5.1. ORGANIZACIÓN DEL PERSONAL.**
  - 5.2. ESTACIÓN 1 DE AFORO “AVIACIÓN” (E1).**
  - 5.3. ESTACIÓN 2 DE AFORO “CIRCUNVALACIÓN” (E2).**
  - 5.4. FORMATOS.**
- 6. ANALISIS DE TRAFICO IMD RESULTANTES.**
  - 6.1. UBICACIÓN DE LAS ESTACIONES DE CONTROL.**
  - 6.2. PROCESAMIENTO DE DATOS.**
  - 6.3. FACTORES DE CORRECCIÓN.**
  - 6.4. ÍNDICE MEDIO DIARIO SEGÚN CLASE VEHICULAR.**
  - 6.5. VARIACIÓN HORARIA Y DIARIA.**
    - 6.5.1. DIA PICO.**
    - 6.5.2. HORA PICO.**
    - 6.5.3. COMPOSICIÓN VEHICULAR.**
- 7. ENCUESTAS ORIGEN – DESTINO.**
  - 7.1. ENCUESTA ORIGEN – DESTINO EN LA ESTACIÓN AVIACIÓN.**
- 8. DEMANDA DE TRANSPORTE.**
  - 8.1. TIPOS DE TRANSITO.**
  - 8.2. TRÁFICO DE CARGA Y PASAJEROS.**
  - 8.3. PROYECCIONES DE TRANSITO.**
  - 8.4. PROYECCIÓN DEL TRÁFICO NORMAL.**

**RESENTADO POR:**

- Danny Daniel Saavedra Oré.
- Danilo Saavedra Oré.



- 8.5. **PROYECCIÓN DEL TRÁFICO GENERADO.**
- 8.6. **PROYECCIÓN DEL TRÁFICO DESVIADO.**
- 8.7. **PROYECCIÓN DEL TRAFICO TOTAL.**
9. **CENSOS DE CARGA.**
  - 9.1. **DETERMINACIÓN DEL FACTOR DE CARGA.**
  - 9.2. **CALCULO DE LOS EAL (EQUIVALENT AXIE LOAD).**
10. **CONCLUSIONES.**

#### **ANEXOS**

**ANEXO 1: PANEL FOTOGRAFICO.**

**ANEXO 2: FORMATOS DE CONTEO VEHICULAR.**

**ANEXO 3: VOLUMEN DE TRAFICO DIARIO ESTACIÓN E-1.**

**ANEXO 4: VOLUMEN DE TRAFICO DIARIO ESTACIÓN E-2.**

**ANEXO 5: FORMATO DE ENCUESTA ORIGEN DESTINO.**

**ANEXO 6: ENCUESTA ORIGEN DESTINO PASAJEROS.**

**ANEXO 7: ENCUESTA ORIGEN DESTINO CARGA.**

#### **RESENTADO POR:**

- Danny Daniel Saavedra Oré.
- Danilo Saavedra Oré.



## LISTA DE CUADROS

**CUADRO N° 01:** Ubicación de las Estaciones de control.

**CUADRO N° 02:** Factor de corrección del Peaje Casinchihua

**CUADRO N° 03:** Resumen del volumen clasificado diario de la Estación Aviación.

**CUADRO N° 04:** Resumen del volumen clasificado diario de la Estación Circunvalación.

**CUADRO N° 05:** Matriz de Origen – Destino de Vehículos Ligeros (Autos y Station Wagon)

**CUADRO N° 06:** Origen – Destino de Vehículos Ligeros (Camionetas Pick Up)

**CUADRO N° 07:** Origen – Destino de Vehículos Ligeros (Combis)

**CUADRO N° 08:** Motivo de viaje de los vehículos ligeros de estudio.

**CUADRO N° 09:** Antigüedad de los vehículos ligeros de estudio.

**CUADRO N° 10:** Tipo de Combustible de los vehículos ligeros de estudio.

**CUADRO N° 11:** Matriz Origen – Destino de Vehículo de Carga

**CUADRO N° 12:** Motivo de viaje de los vehículos pesados de estudio.

**CUADRO N° 13:** Tipo de Combustible de los vehículos pesados de estudio.

**CUADRO N° 14:** Marca de los vehículos pesados de estudio.

**CUADRO N° 15:** Carga Transportada de los vehículos pesados de estudio.

**CUADRO N° 16:** Proyección de Tráfico Vehicular Normal de la Estación Aviación “E1”

**CUADRO N° 17:** Proyección del Tráfico Vehicular Normal de la Estación Circunvalación “E2”.

**CUADRO N° 18:** Proyección del Tráfico Vehicular Generado de la Estación Aviación “E1”.

**CUADRO N° 19:** Proyección del Tráfico Vehicular Generado de la Estación Circunvalación “E2”.

**CUADRO N° 20:** Proyección del Tráfico Desviado de la Estación Aviación “E1”.

**CUADRO N° 21:** Proyección del Tráfico Vehicular Total de la Estación Aviación “E1”.

**CUADRO N° 22:** Proyección del Tráfico Vehicular Total de la Estación Circunvalación “E2”.

**CUADRO N° 23:** Factor Equivalente de Carga

**CUADRO N° 24:** Calculo de EAL para la Estación Aviación “E1”.

### RESENTADO POR:

- Danny Daniel Saavedra Oré.
- Danilo Saavedra Oré.



## LISTA DE FIGURAS

- FIGURA N° 01:** Vista Satelital de los puntos de aforamiento de vehículos.
- FIGURA N° 02:** Estación Aviación “E1”
- FIGURA N° 03:** Estación Circunvalación “E2”
- FIGURA N° 04:** Variación del Trafico Horario de la Estación Aviación “E1”
- FIGURA N° 05:** Variación del Trafico Horario de la Estación Circunvalación “E2”
- FIGURA N° 06:** Composición Vehicular Estación Aviación “E1”.
- FIGURA N° 07:** Composición Vehicular por tipo de vehículo Estación Aviación “E1”.
- FIGURA N° 08:** Composición Vehicular Estación Circunvalación “E2”.
- FIGURA N° 09:** Composición Vehicular por tipo de vehículo Estación Circunvalación “E2”.
- FIGURA N° 10:** Distribución del Motivo de Viaje de los Vehículos Ligeros.
- FIGURA N° 11:** Distribución de la antigüedad de los Vehículos Ligeros.
- FIGURA N° 12:** Distribución de Tipo de Combustible de los Vehículos Ligeros.
- FIGURA N° 13:** Distribución del Motivo de Viaje de los Vehículos Pesados.
- FIGURA N° 14:** Distribución del Tipo de Combustibles de los Vehículos Pesados.
- FIGURA N° 15:** Conteo vehicular día 01, Estación Circunvalación.
- FIGURA N° 16:** Conteo vehicular día 01, Estación Circunvalación.
- FIGURA N° 17:** Conteo vehicular día 02, Estación Circunvalación.
- FIGURA N° 18:** Conteo vehicular día 03, Estación Circunvalación.
- FIGURA N° 19:** Conteo vehicular día 04, Estación Circunvalación.
- FIGURA N° 20:** Conteo vehicular día 05, Estación Circunvalación.
- FIGURA N° 21:** Conteo vehicular día 06, Estación Circunvalación.
- FIGURA N° 22:** Conteo vehicular día 07, Estación Circunvalación.
- FIGURA N° 23:** Conteo vehicular día 01, Estación Aviación.
- FIGURA N° 24:** Conteo vehicular día 02, Estación Aviación.
- FIGURA N° 25:** Conteo vehicular día 03, Estación Aviación.
- FIGURA N° 26:** Conteo vehicular día 04, Estación Aviación.
- FIGURA N° 27:** Conteo vehicular día 05, Estación Aviación.
- FIGURA N° 28:** Conteo vehicular día 06, Estación Aviación.
- FIGURA N° 29:** Conteo vehicular día 07, Estación Aviación.

### RESENTADO POR:

- Danny Daniel Saavedra Oré.
- Danilo Saavedra Oré.





## **1. CONTEXTO GENERAL.**

El estudio de tráfico y cargas del proyecto del Puente de Interconexión, fue realizado en el mes de agosto del año 2016. El Puente de Interconexión en estudio se encuentra ubicado en el Distrito de Abancay, Provincia de Abancay y Departamento de Apurímac. Este Puente, dada su ubicación permite la Interconexión entra la Urb. Manuel Escorza y Urb. Patibamba Baja.

El presente estudio de tráfico se realiza como parte de los Estudio complementarios que demanda la Tesis de: **“ANÁLISIS Y DISEÑO DEL PUENTE DE INTERCONEXIÓN ENTRE LAS URBANIZACIONES DE PATIBAMBA BAJA Y MANUEL ESCORZA DE LA CIUDAD DE ABANCAY, APURIMAC”**

## **2. OBJETIVOS.**

### **2.1. Objetivo General.**

Determinar el Índice Medio Diario (IMD) en el área de influencia del Puente de Interconexión vial entre las urbanizaciones de Manuel Escorza y Patibamba Baja.

### **2.2. Objetivo Especifico**

- Realizar el Conteo y Clasificación vehicular para determinar el Índice Medio Diario Anual (IMDA) del Puente de Interconexión.
- Proyectar el IMD Anual para un periodo de 20 años.

## **3. METODOLOGÍA.**

Los parámetros para la realización del diseño de las obras viales plantea la necesidad de cuantificar los niveles de tráfico proyectado. Como base de esas proyecciones se utiliza el tráfico actual y se determina la tasa de crecimiento en base a la estimación de los beneficios del proyecto y el impacto que tendrá en la economía del área de estudio. El estudio de tráfico en el tramo se realizó para tal efecto.

La metodología utilizada en el estudio de tráfico consistió en la aplicación de conteos de tráfico y clasificación vehicular en dos estaciones (E1, E2), establecidas por los tesisistas y conjuntamente con el asesor. En cada estación se realizaron conteos de 7 días durante 24 horas. Los conteos proporcionaron información sobre la cantidad y estructura del tráfico actual.

En la estación E1, se realizaron encuestas de Origen y Destino de Pasajero y censos de carga por tipo de vehículo y por eje, durante periodos de 24 horas consecutivas,

### **RESENTADO POR:**

- Danny Daniel Saavedra Oré.
- Danilo Saavedra Oré.

los que permiten analizar los flujos de transporte, identificando las áreas de generación y atracción de tráfico en la zona de estudio.

#### 4. PLAN DE TRABAJO.

Los estudios de conteo y clasificación vehicular, y así mismo las encuestas de Origen Destino, se ejecutaron en las estaciones programadas, en el grafico siguiente se muestra las ubicaciones de las estaciones en el área de estudio.

Los procedimientos de campo estuvieron a cargo de los tesisistas, coordinados por el asesor y especialistas de tráfico que verificaron las encuestas, anotando cualquier dato excepcional. Se realizó una estricta supervisión con el objetivo de verificar que la información alzada se registrase según los métodos y procedimientos establecidos y para solucionar posibles problemas durante la operación de campo.

El Conteo y Clasificación Vehicular de tráfico se realizó según lo establecido en el Manual de Diseño de Puentes y el Manual de Diseño Geométrico de Vías Urbanas - ICG, en las 2 estaciones durante las 24 horas diarias por una semana.

Las encuestas Origen Destino y el Censo de Cargo se realizaron en estación según lo establecido en el Plan de Tesis.

**FIGURA N° 01:** Vista Satelital de los puntos de aforamiento de vehículos.



**FUENTE:** Elaboración Propia.

#### RESENTADO POR:

- Danny Daniel Saavedra Oré.
- Danilo Saavedra Oré.



#### **4.1. RECOPIACIÓN DE INFORMACIÓN.**

La información básica para la elaboración del estudio procede de dos fuentes diferentes: referenciales y directas.

**Fuentes Referenciales o Secundarios:** Documentos oficiales, son las referidas a las información del IMD y factores de corrección y/o información para el cálculo de los factores; existentes en el Ministerio de Transporte y Comunicaciones.

**Fuentes Directas o Primarias:** Recopilación de Información de campo, a través de los aforos o conteos vehiculares, requeridos en los términos de referencia, en este caso para el Puente de Interconexión de la parte Sur de la Ciudad de Abancay.

Antes de iniciar los aforos vehiculares en campo y con el propósito de identificar y precisar in situ, las estaciones necesarias para la aplicación del conteo, se realizó el reconocimiento de los puntos de aforamiento que son materia del presente estudio. Las estaciones se definieron considerando las intersecciones existentes, el flujo de tráfico vehicular, así como las condiciones físicas y facilidades que permitan realizar adecuadamente el levantamiento de información. Antes del inicio del trabajo de campo, se presentó el Plan de trabajo y se coordinó con el Asesor del trabajo de Tesis.

#### **4.2. COORDINACIÓN.**

Esta tarea cubre la totalidad del estudio y determina la realización del resto de tareas. El objetivo es controlar la adecuada realización de todas las actividades y conocer en todo momento el estado de cada estación, en cuanto a obtención de información, procesamiento y resultados.

Como insumo para la tarea de coordinación se ha tenido en cuenta lo siguiente:

- Directrices dadas por el asesor de la Tesis.
- Resultados de las reuniones de coordinación internas y externas.
- Plan de trabajo del estudio de tráfico y calendario de actividades.

#### **RESENTADO POR:**

- Danny Daniel Saavedra Oré.
- Danilo Saavedra Oré.



#### **4.3. LABORES PREVIAS.**

Para el desarrollo del proyecto se realizaron las siguientes actividades:

- Determinación de estaciones mediante reuniones previas para determinar la ubicación y número de estaciones y formatos a utilizar el estudio.
- Con las estaciones definidas se formaron brigadas de encuestadores para cada una. Se diseñaron identificaciones para cada encuestador, se coordinó también con la Municipalidad Provincial para la realización de dichos trabajos.
- Se dio instrucciones previas al personal de apoyo en las encuestas.
- Ubicación exacta de las estaciones y pruebas piloto: días antes del inicio de la ejecución del estudio se reconoció las estaciones y puntos exactos de ubicación de los encuestadores y se realizó una prueba piloto para ajustar procedimientos.

#### **4.4. REALIZACIÓN DEL ESTUDIO.**

En esta fase se entró a la operación propiamente dicha e incluye principalmente: la distribución del material, transporte, ubicación en el campo, supervisión, relevo de turno y cierre de encuesta.

- La distribución del material consistió en proveer al grupo de apoyo o encuestadores de todo el material necesario para la ejecución de la encuesta. Los encuestadores estuvieron adecuadamente identificados con chalecos, de un tablero, reloj y los formatos necesarios.
- El transporte consistió en la distribución del personal a los puntos de encuesta de acuerdo al esquema de ubicación de las estaciones de conteo teniendo en cuenta las recomendaciones de seguridad.
- Para la supervisión se determinó el área de cada supervisor y se estableció en comando central móvil.
- El relevo de turno consistió en armar esquemas de distribución de materiales y de transporte para los encuestadores que sustituyeron a otros.
- Recolección de los resultados del estudio de tráfico por medio de dos brigadas por estación. Se recolectó la información del estudio en un periodo de 24 horas al día, 7 días a la semana en dos estaciones.

#### **RESENTADO POR:**

- Danny Daniel Saavedra Oré.
- Danilo Saavedra Oré.



- Recolección in situ de los formatos completos al finalizar cada turno.
- Se ordenaron y encuadernaron los formatos del estudio de conteo.

#### 4.5. CODIFICACIÓN, VERIFICACIÓN Y CONSISTENCIA DE LA INFORMACIÓN RECOPIADA.

- Se asignaron un código a los datos recolectados para ser ingresados en la base de datos, esto incluye aquellas preguntas que no están precodificadas.
- Esta actividad se realiza en campo a fin de verificar la calidad de la información recolectada.
- Así mismo como parte del trabajo de gabinete, antes de preparar el Informe Final, también se revisó y analizo toda la información recolectada de campo a fin de verificar la coherencia y consistencia de la misma.

#### 4.6. PROCESAMIENTO DE DATOS.

- Comprende la elaboración de tablas y gráficos tanto a nivel descriptivo como analítico de la información, Para la elaboración de esta etapa se utilizaron cuadros de Excel para el procesamiento de datos de manera rápida y eficaz.
- Esta etapa se desarrolló en 2 semanas comprendidas desde el lunes 15 de agosto hasta el domingo 28 de agosto del 2016.

### 5. TRABAJO DE CAMPO.

#### 5.1. ORGANIZACIÓN DEL PERSONAL.

Para el Trabajo de Campo del Estudio de Tráfico vehicular la organización fue la siguiente:

- **Supervisión General:** Responsable de planificar y supervisar la ejecución del trabajo de campo, verificar la consistencia y analizar la información obtenida.
- **Contadores:** Responsable de la captación de la información de campo.
- **Encuestadores:** Responsables de la captación de información para las encuestas Origen Destino.

#### RESENTADO POR:

- Danny Daniel Saavedra Oré.
- Danilo Saavedra Oré.



## **5.2. ESTACIÓN 1 DE AFORO “AVIACIÓN” (E1).**

El punto de ubicación de esta estación es en el Departamento de Apurímac, Provincia de Abancay, Distrito de Abancay. El conteo se realizó desde las 00:00 horas del 8 de agosto del 2016 hasta las 24:00 horas del 14 de agosto del 2016. Las encuestas de Origen Destino se realizaron el 8, 9 y 10 de agosto del 2016 desde las 07:00 horas hasta las 17:00 horas. Los estudios se realizaron sin ningún tipo de percance

## **5.3. ESTACIÓN 2 DE AFORO “CIRCUNVALACIÓN” (E2).**

El punto de ubicación de esta Estación es en el departamento de Apurímac, Provincia de Abancay, Distrito de Abancay. El conteo se realizó desde las 00:00 horas del 8 de agosto del 2016 hasta las 24:00 horas del 14 de agosto del 2016. El conteo se realizó sin ningún tipo de percance.

## **5.4. FORMATOS.**

### **Conteo y Clasificación Vehicular**

Se utilizaron formatos de campo establecidos por la Oficina de Planificación y Presupuesto de Ministerio de Transporte y Comunicaciones.

Los Formatos Contienen la siguiente información:

- Tramo
- Estación
- Ubicación de la Estación
- Fecha
- Sentido
- Hora
- Sentido de circulación
- Tipo de vehículo
- Automóvil
- Camioneta
- Camioneta Rural
- Microbús
- Ómnibus 2E 3E
- Camión simple 2E 3E 4E

### **RESENTADO POR:**

- Danny Daniel Saavedra Oré.
- Danilo Saavedra Oré.



- Camiones articulados Semi-Trailers de 2S2 2S3 3S2 3S3 y Tráileres de 2T2 2T3 3T2 3T3.

La información de campo recopilada del Formato N° 01: Estudio de Clasificación Vehicular y Formato N° 02: Resumen del Estudio de Clasificación Vehicular. Ver Anexo N° 01.

### **Encuesta Origen Destino de Pasajeros y Censos de Carga.**

Se utilizaron formatos de campo tanto para encuestas de origen y destino de pasajeros como para los Censos de carga, establecidos por la Oficina de Planificación y Presupuesto del Ministerio de Transporte y Comunicaciones según se muestra en el Anexo N° 02 y 03.

El formato de Encuesta de Origen y Destino de Pasajeros contiene la siguiente información.

- Tramo
- Estación
- Ubicación de la Estación
- Fecha
- Sentido
- Hora
- Sentido de Circulación
- Tipo de vehículo, Station Wagon, Camioneta Pick Up, Camioneta Rural, Microbús 2E 3E 4E 2S2 2S3 3S2 3S3.
- Combustible.
- Número de Asientos y Pasajeros
- Origen y Destino
- Motivo de Viaje

## **6. ANALISIS DE TRAFICO IMD RESULTANTES.**

### **6.1. UBICACIÓN DE LAS ESTACIONES DE CONTROL POR TRAMOS.**

#### **RESENTADO POR:**

- Danny Daniel Saavedra Oré.
- Danilo Saavedra Oré.



Las ubicaciones de las estaciones de control es la siguiente:

**CUADRO N° 01:** Ubicación de las Estaciones de control.

N°	Ubicación	Estación	Tipo	Código de la Estación	N° Días	Fecha
<b>Conteo y Clasificación Vehicular</b>						
1	Esquina de Av, Aviación y Prolongación de ESSALUD II.	Aviación	Principal	E1	7	08/08/16 al 14/08/16
2	Puente Circunvalación	Circunvalación	Principal	E2	7	08/08/16 al 14/08/16
<b>Encuesta Origen - Destino</b>						
1	Esquina de Av, Aviación y Prolongación de ESSALUD II.	Aviación	Principal	OD1	3	08/08/16 al 10/08/16

**FUENTE:** Elaboración Propia.

## 6.2. PROCESAMIENTO DE DATOS.

Los datos obtenidos del Censo de Clasificación Vehicular y Encuesta Origen-Destino se validaron y procesaron en formato Excel, verificando el volumen de tránsito por tipo de vehículo, hora y sentido a fin de codificar y luego digitalarlos.

Una vez obtenido el resultado de volumen promedio de tránsito, por tipo de vehículo, hora y sentido se calculó la variación horaria, clasificación vehicular, Índice Medio Diario Semanal (IMDs) y el Índice Medio Diario Anual (IMDa) determinados por las siguientes formulas:

$$IMD_A = FC \times IMD_S$$

Donde:

IMDs = Volumen clasificación promedio de la semana.

FC = Factor de corrección estacional.

IMD<sub>A</sub> = Índice Medio Diario Anual.

Siendo:

$$IMD_S = \frac{VDL1 + VDL2 + VDL3 + VDL4 + VDL5 + VDSAB + VDDOM}{7}$$

### RESENTADO POR:

- Danny Daniel Saavedra Oré.
- Danilo Saavedra Oré.





Donde:

VDL1, VDL2, VDL3, VDL4, VDL5 = Volumen de tráfico registrado días laborales.

VDSAB = Volumen de tráfico registrado sábado.

VDDOM = Volumen de tráfico registrado domingo.

### 6.3. FACTORES DE CORRECCIÓN.

Los factores de corrección estacional son valores que tienen la finalidad de eliminar las variaciones del comportamiento del tránsito a lo largo de un año, incluye todo tipo de eventos como fiestas nacionales, épocas escolares y en general eventos que todos los años son realizados periódicamente y que tienen carácter anual.

Los factores de corrección estacional, se calculan tomando en cuenta una serie histórica anual completa de un año y para este estudio es conveniente tomar en cuenta el año inmediato anterior, del que se tiene información completa y detallada a través de los Peajes de la red vial nacional.

Como no es posible recolectar datos continuamente todos los días del año es todas las estaciones de conteo, se deben recolectarse datos de muestra de clasificados en la red vial y estimar los volúmenes anuales de tránsito a partir de los conteos periódicos. Esto incluye la definición del tamaño de mínimo de muestra (número de estaciones de conteo) para un nivel requerido de exactitud y la determinación de los factores de expansión diarios, mensuales, estacionales o todos para toda la red vial.

Los factores de corrección estacional (o también conocido como factores de expansión), que se usan para ajustar los conteos periódicos se determinan ya sea a partir de las estaciones de conteo continuo o de las estaciones de conteo de control como los Peajes.

Para determinar el factor de corrección estacional (FC) se utilizó el volumen vehicular obtenido en las estaciones de peaje próximas, como es el caso del peaje de Casinchiua para las estaciones de Aviación (E1) y Puente Circunvalación (E2).

El factor de corrección estacional para vehículos pesados y ligeros se ha calculado según la siguiente formula:

$$FC = \frac{IMD_{\text{año}}}{IMD_{\text{enero}}}$$

#### RESENTADO POR:

- Danny Daniel Saavedra Oré.
- Danilo Saavedra Oré.



Luego se determinó el  $IMD_A$  como el producto del Índice Medio Diario por el Factor de Corrección Estacional para el periodo mensual.

**CUADRO N° 02:** Factor de corrección del Peaje Casinchiua

MES	FACTOR DE CORRECCIÓN	
	VEHICULOS LIGEROS	VEHICULOS PESADOS
Agosto	0.820661	0.892909

**Fuente:** Factores de Corrección 2000 - 2010  
Para la determinación del Índice Medio Diario Anual

#### 6.4. ÍNDICE MEDIO DIARIO SEGÚN CLASE VEHICULAR.

Aplicando la metodología indicada en las estaciones de estudio, se obtiene el IMDs, el cual será afectado por el factor de corrección mensual (FC), indicado en el cuadro anterior, obteniendo el  $IMD_A$ .

En los Anexos se presentan el control vehicular, el volumen y clasificación horaria por sentido de circulación y por día de conteo.

Los resultados obtenidos, indican un volumen vehicular en la Estación Aviación es de 1414 veh/día, y en la Estación Circunvalación es de 8078 veh/día.

**CUADRO N° 03:** Resumen del volumen clasificado diario de la Estación Aviación.

ESTACIÓN E1
-------------

**RESENTADO POR:**

- Danny Daniel Saavedra Oré.
- Danilo Saavedra Oré.



VEHICULO	IMDS	FC	IMDA	DISTRIBUCIÓN
Automovil	244	0.82	200	14%
Station Wagon	980	0.82	804	57%
Pick Up	74	0.82	61	4%
Panel	1	0.82	1	0%
Combi	313	0.82	257	18%
Microbus	1	0.82	1	0%
Bus 2E	0	0.89	0	0%
Bus 3E	0	0.89	0	0%
Camión 2E	98	0.89	88	6%
Camión 3E	2	0.89	2	0%
Camión 4E	0	0.89	0	0%
Semitrayler 2S1/2S2	0	0.89	0	0%
Semitrayler 2S3	0	0.89	0	0%
Semitrayler 3S1/3S2	0	0.89	0	0%
Semitrayler >=3S3	0	0.89	0	0%
Trayler 2T2	0	0.89	0	0%
Trayler 2T3	0	0.89	0	0%
Trayler 3T2	0	0.89	0	0%
Trayler 3T3	0	0.89	0	0%
TOTAL			1414	100%

FUENTE: Elaboración Propia.

**CUADRO N° 04:** Resumen del volumen clasificado diario de la Estación Circunvalación.

**RESENTADO POR:**

- Danny Daniel Saavedra Oré.
- Danilo Saavedra Oré.



ESTACIÓN E2				
VEHICULO	IMDS	FC	IMDA	DISTRIBUCIÓN
Automovil	2521	0.82	2069	26%
Station Wagon	6116	0.82	5019	62%
Pick Up	407	0.82	334	4%
Panel	2	0.82	2	0%
Combi	397	0.82	326	4%
Microbus	1	0.82	1	0%
Bus 2E	0	0.00	0	0%
Bus 3E	0	0.89	0	0%
Camión 2E	339	0.89	303	4%
Camión 3E	27	0.89	24	0%
Camión 4E	0	0.89	0	0%
Semitrayler 2S1/2S2	0	0.89	0	0%
Semitrayler 2S3	0	0.89	0	0%
Semitrayler 3S1/3S2	0	0.89	0	0%
Semitrayler >=3S3	0	0.89	0	0%
Trayler 2T2	0	0.89	0	0%
Trayler 2T3	0	0.89	0	0%
Trayler 3T2	0	0.89	0	0%
Trayler 3T3	0	0.89	0	0%
TOTAL			8078	100%

FUENTE: Elaboración Propia.

## 6.5. VARIACIÓN HORARIA Y DIARIA.

### 6.5.1. DÍA PICO

#### RESENTADO POR:

- Danny Daniel Saavedra Oré.
- Danilo Saavedra Oré.

El día pico es aquel que registra el mayor volumen de tránsito, durante la semana de conteo. Para lo cual a continuación mostramos las imágenes siguientes que contienen el mayor volumen de tráfico que se presentó durante una semana de conteo en cada estación establecida,

**FIGURA N° 02:** Estación Aviación “E1”



FUENTE: Elaboración Propia.

**FIGURA N° 03:** Estación Circunvalación “E2”



FUENTE: Elaboración Propia.

### 6.5.2. HORA PICO

La hora pico es aquella que registra el mayor volumen de tránsito durante 24 horas del día. Las imágenes siguientes incluidas a

#### RESENTADO POR:

- Danny Daniel Saavedra Oré.
- Danilo Saavedra Oré.

continuación contiene la curva de variación horaria por sentido de circulación.

**FIGURA N° 04:** Variación del Trafico Horario de la Estación Aviación “E1”



FUENTE: Elaboración Propia.

**FIGURA N° 05:** Variación del Trafico Horario de la Estación Circunvalación “E2”



FUENTE: Elaboración Propia.

### 6.5.3. COMPOSICIÓN VEHICULAR.

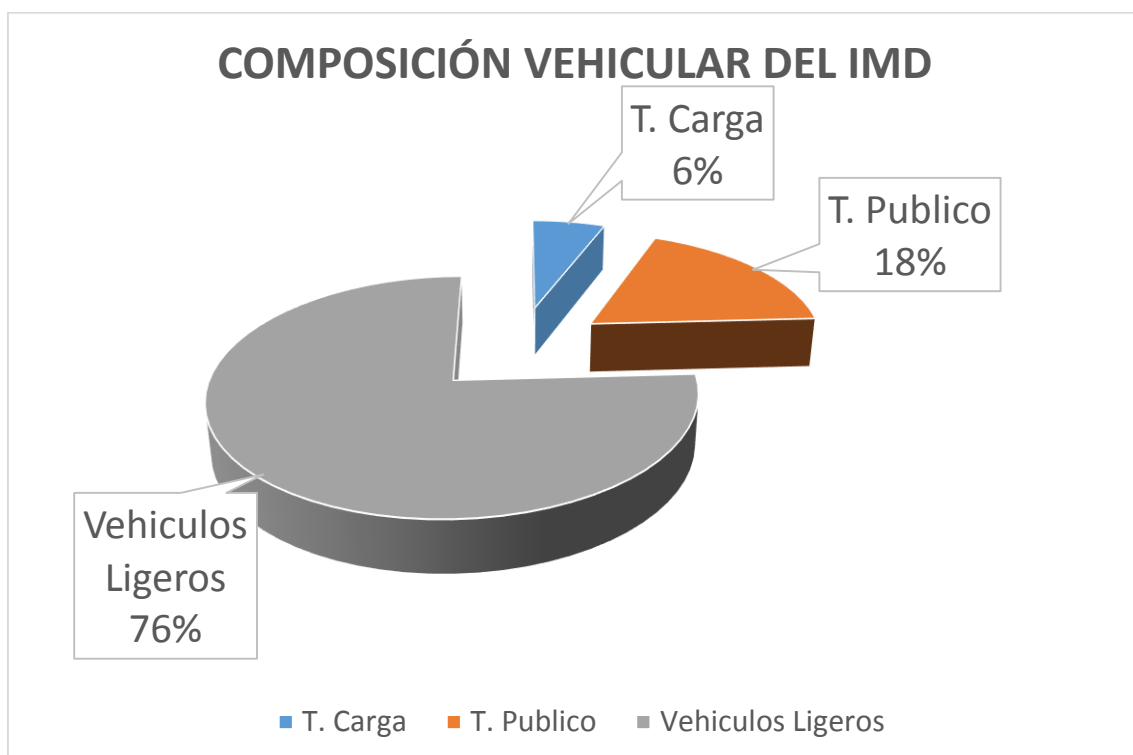
RESENTADO POR:

- Danny Daniel Saavedra Oré.
- Danilo Saavedra Oré.

La composición vehicular de la zona se basa en vehículos ligeros que transportan pasajeros a distintas arterias de la ciudad, cabe resaltar que el tipo de vehículo que realizara esta actividad son los Autos y Station Wagon.

El transporte Público de Pasajeros es reducido en las dos estaciones establecidas para el estudio, casi representando el 1% o 2%, así como también se ve que el Transporte de Carga conforma también una menor parte de la Composición Vehicular del IMD.

**FIGURA N° 06:** Composición Vehicular Estación Aviación “E1”.

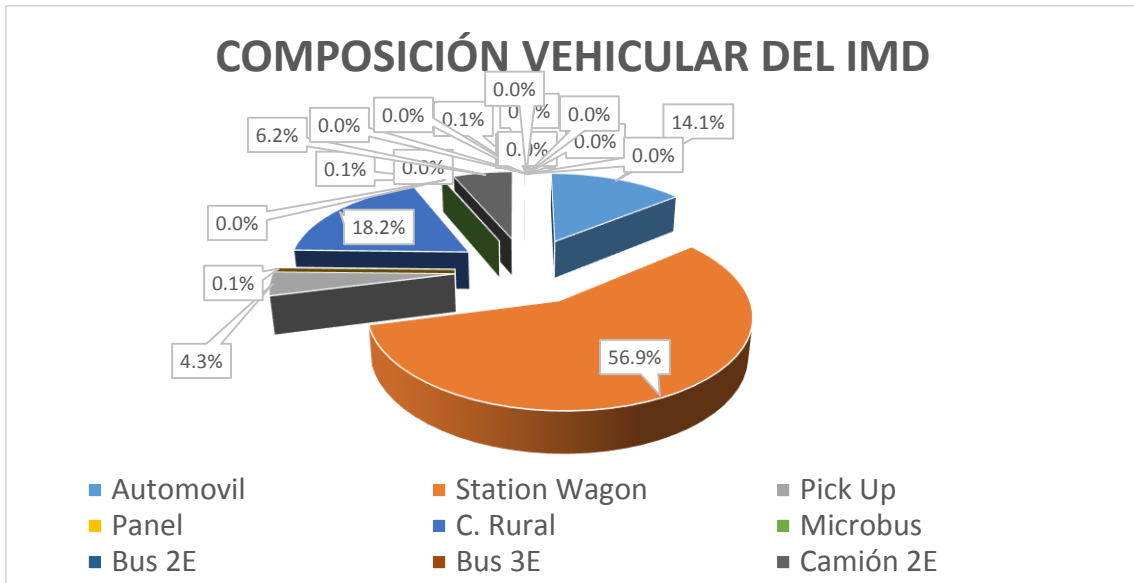


**FUENTE:** Elaboración Propia.

**RESENTADO POR:**

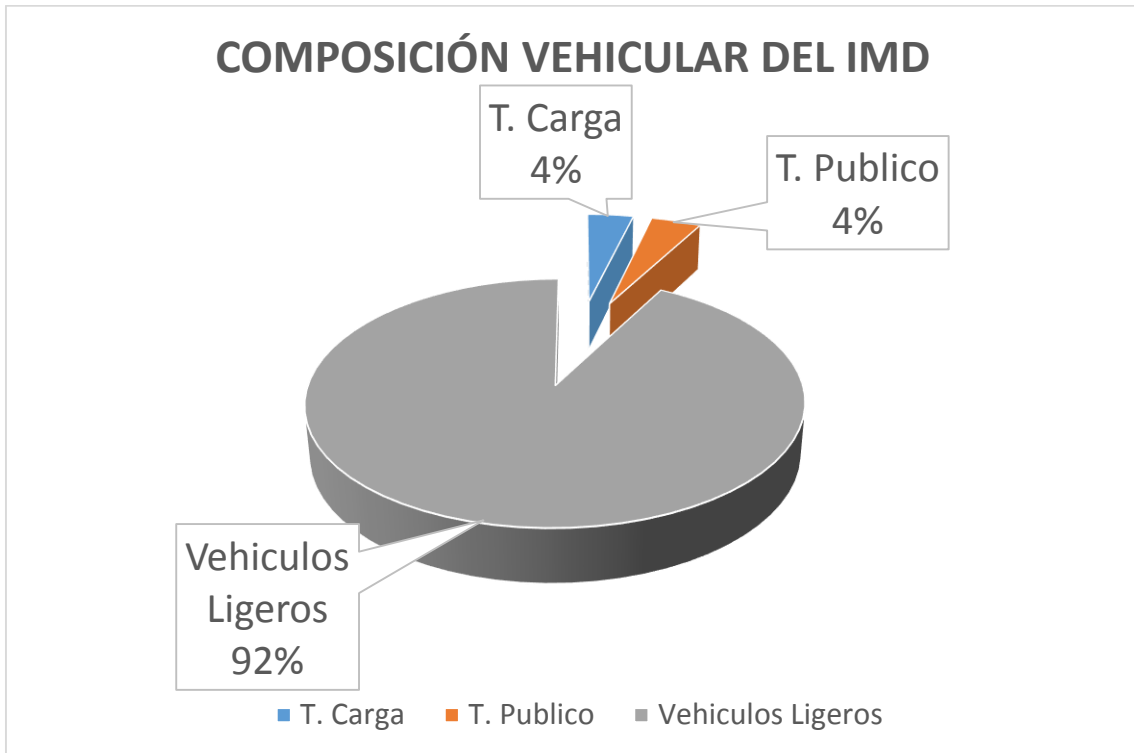
- Danny Daniel Saavedra Oré.
- Danilo Saavedra Oré.

**FIGURA N° 07:** Composición Vehicular por tipo de vehículo  
 Estación Aviación “E1”.



**FUENTE:** Elaboración Propia.

**FIGURA N° 08:** Composición Vehicular Estación Circunvalación “E2”.



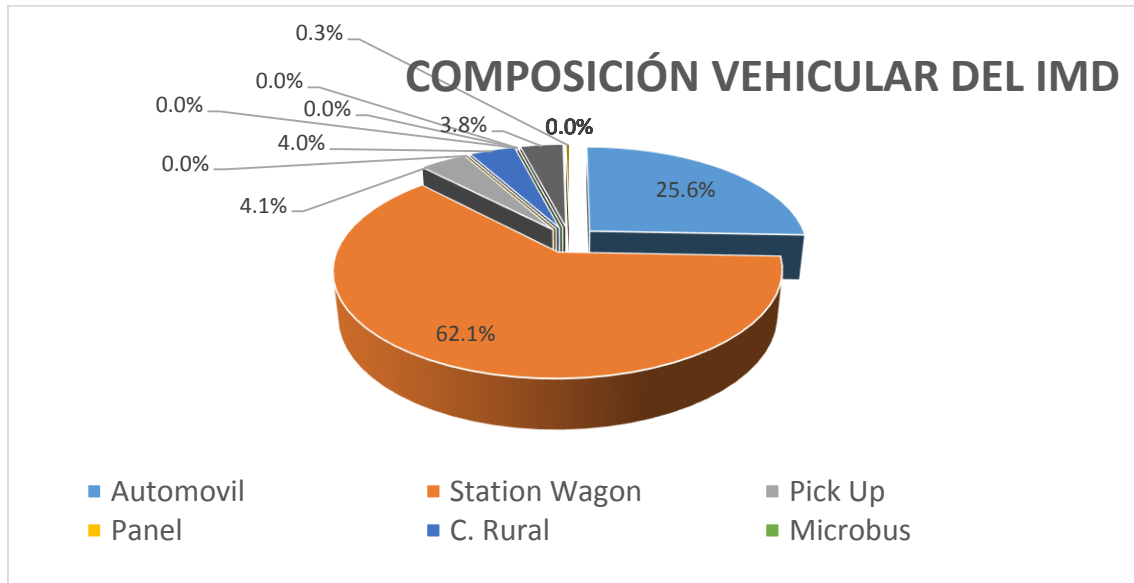
**FUENTE:** Elaboración Propia.

**RESENTADO POR:**

- Danny Daniel Saavedra Oré.
- Danilo Saavedra Oré.



**FIGURA N° 09:** Composición Vehicular por tipo de vehículo Estación Circunvalación “E2”.



FUENTE: Elaboración Propia.

## 7. ENCUESTAS ORIGEN – DESTINO.

La encuesta de Origen – Destino, tiene como objetivo, identificar en primer lugar los orígenes y destinos de los vehículos que circulan por el Puente de Interconexión, marca de los vehículos, antigüedad de parque automotor, motivo de viaje, etc. La encuesta se desarrolló del 08/08/16 al 10/08/16, desde las 07:00 a las 17:00 horas. Las encuestas de Origen – Destino a vehículos ligeros, transporte público y transporte de Carga, se realizaron simultáneamente con el Conteo y clasificación vehicular de la Estación Aviación (E1).

### 7.1. ENCUESTA ORIGEN – DESTINO EN LA ESTACIÓN AVIACIÓN.

#### 7.1.1. ENCUESTA ORIGEN DESTINO DE PASAJEROS

Los principales deseos de viaje de Pasajeros de los Autos y Station Wagon corresponden de la población de la zona sur de la Ciudad a la parte céntrica de la Ciudad y hacia el Hospital ESSALUD II y viceversa.

Los principales Orígenes Destino de las Camionetas Pick Up corresponden de la población de la zona sur de la Ciudad a la parte céntrica de la Ciudad y hacia el Hospital ESSALUD II y viceversa.

#### RESENTADO POR:

- Danny Daniel Saavedra Oré.
- Danilo Saavedra Oré.



Los principales Orígenes Destino de las Combis corresponden de la población de la zona sur de la Ciudad a la parte céntrica de la Ciudad y hacia el Hospital ESSALUD II y viceversa.

Los Orígenes Destinos nos dan como resultado que no existen destinos regionales y solo se dan en el ámbito de la Ciudad de Abancay.

**CUADRO N° 05:** Matriz de Origen – Destino de Vehículos Ligeros (Autos y Station Wagon)

ORIGEN	DESTINO																						
	ILLANYA	SAN GABRIEL	PACHACHACA	ESSALUD II	AV. CIRCUNVALACIÓN	HOSPITAL GUILLERMO DIAZ	ASOC. MANUEL ESCORZA	ASC. SAN FRANCISCO	URB. SAN JAVIER	URB. PATIBAMBA BAJA	AMERICAS	INST. TECN. DE ABANCAY	LA VICTORIA	PLAZA DE ARMAS	CENTRO DE LA CIUDAD	I.E. MUTTER IRENE	I.E. AURORA INES TEJADA	TAMBURCO	I.E.E. MIGUEL GRAU	CONDEBAMBA	MERCADO ABANCAY	TOTAL GENERAL	
SAN GABRIEL							1					1										1	3
PACHACHACA										1								1					2
ESSALUD II				1	1				1	2	1	2	2				1		1				12
AV. CIRCUNVALACIÓN		1		2																			3
TERMINAL TERRESTRE								1															1
ASC. SAN FRANCISCO													1			1							2
URB. SAN JAVIER														1	1	1			1				4
AMERICAS	1			1																			2
INST. TECN. DE ABANCAY								1															1
PUEBLO LIBRE				1				1															2
LA VICTORIA				1				1															2
PLAZA DE ARMAS								1															1
I.E. AURORA INES TEJADA								1	1														2
TAMBURCO				1				1															2
UTEA		1					1																2
I.E.E. MIGUEL GRAU								2															2
MUNICIPALIDAD	1																						1
GOBIERNO REGIONAL				1																			1
SAN ANTONIO				1																			1
CONDEBAMBA				1				1															2
<b>TOTAL GENERAL</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>0</b>	<b>9</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>8</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>4</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>48</b>

FUENTE: Elaboración Propia.

**RESENTADO POR:**

- Danny Daniel Saavedra Oré.
- Danilo Saavedra Oré.

**CUADRO N° 06:** Origen – Destino de Vehículos Ligeros (Camionetas Pick Up)

ORIGEN	DESTINO						
	ESSALUD II	URB. SAN JAVIER	PUEBLO LIBRE	DRTC	I.E. AURORA INES TEJADA	MUNICIPALIDAD	TOTAL GENERAL
ASC. SAN FRANCISCO					1	1	2
URB. SAN JAVIER			1	1			2
ELECTRO SUR		1					1
CENTRO DE LA CIUDAD		1					1
MUNICIPALIDAD	1						1
<b>TOTAL GENERAL</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>7</b>

**FUENTE:** Elaboración Propia.

**CUADRO N° 07:** Origen – Destino de Vehículos Ligeros (Combis)

ORIGEN	DESTINO				
	ILLANYA	AV. CIRCUNVALACIÓN	URB. SAN JAVIER	CENTRO DE LA CIUDAD	TOTAL GENERAL
ILLANYA				5	5
URB. SAN JAVIER		1			1
AMERICAS	1				1
PUEBLO LIBRE	1				1
CENTRO DE LA CIUDAD	2		1		3
<b>TOTAL GENERAL</b>	<b>4</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>5</b>	<b>11</b>

**FUENTE:** Elaboración Propia.

#### 7.1.1.1. MOTIVO DE VIAJE VEHICULOS LIGEROS.

De acuerdo a la información obtenida en las encuestas origen – destino a los vehículos de pasajeros la estructura porcentual del motivo de viaje es como sigue: Trabajo 47%, Turismo 5%, Estudio 18% y Salud 30%.

**RESENTADO POR:**

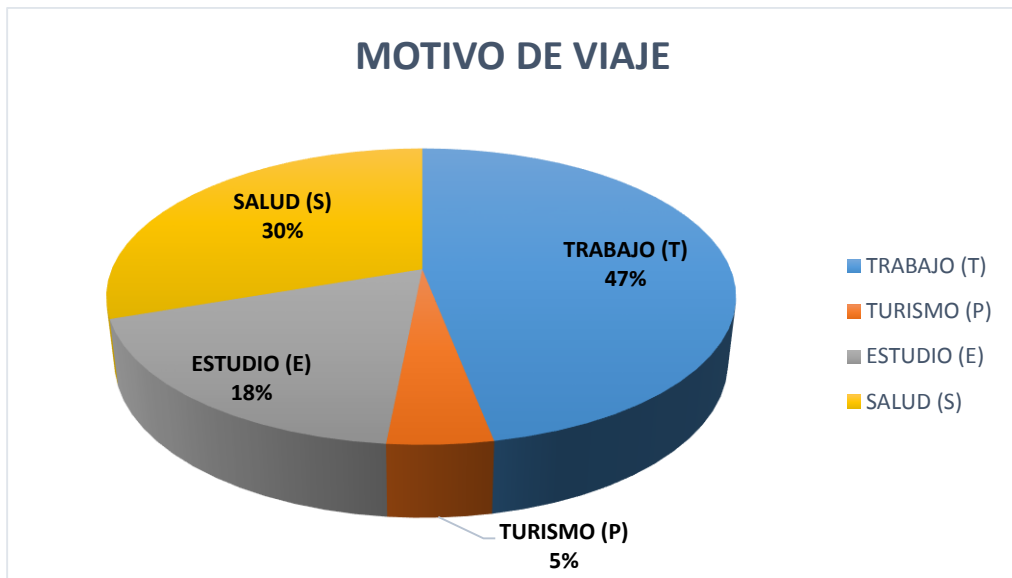
- Danny Daniel Saavedra Oré.
- Danilo Saavedra Oré.

**CUADRO N° 08:** Motivo de viaje de los vehículos ligeros de estudio.

MOTIVO DE VIAJE					
TIPO DE VEHICULO	TRABAJO (T)	TURISMO (P)	ESTUDIO (E)	SALUD (S)	TOTAL
Auto	2		1	3	6
Station Wagon	13	2	10	16	41
Combi	10	1			11
Pick Up	6		1	1	8
<b>TOTAL</b>	<b>31</b>	<b>3</b>	<b>12</b>	<b>20</b>	<b>66</b>
<b>%</b>	<b>47%</b>	<b>5%</b>	<b>18%</b>	<b>30%</b>	<b>100%</b>

FUENTE: Elaboración Propia.

**FIGURA N° 10:** Distribución del Motivo de Viaje de los Vehículos Ligeros.



FUENTE: Elaboración Propia.

#### 7.1.1.2. ANTIGÜEDAD DE VEHÍCULOS LIGEROS.

En cuanto a la antigüedad del parque automotor, se puede apreciar lo siguiente:

**RESENTADO POR:**

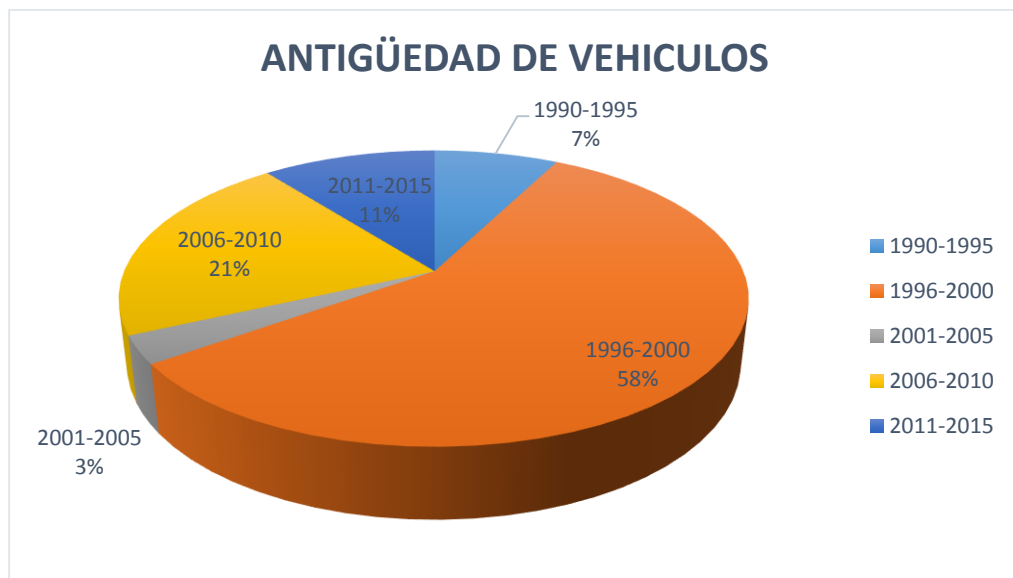
- Danny Daniel Saavedra Oré.
- Danilo Saavedra Oré.

**CUADRO N° 09:** Antigüedad de los vehículos ligeros de estudio.

<b>ANTIGÜEDAD DE VEHICULOS</b>						
<b>TIPO DE VEHICULO</b>	<b>1990-1995</b>	<b>1996-2000</b>	<b>2001-2005</b>	<b>2006-2010</b>	<b>2011-2015</b>	<b>TOTAL</b>
<b>Auto</b>				4	2	<b>6</b>
<b>Station Wagon</b>	5	34	2			<b>41</b>
<b>Combi</b>		4		7		<b>11</b>
<b>Pick Up</b>				3	5	<b>8</b>
<b>TOTAL</b>	<b>5</b>	<b>38</b>	<b>2</b>	<b>14</b>	<b>7</b>	<b>66</b>
<b>%</b>	<b>8%</b>	<b>58%</b>	<b>3%</b>	<b>21%</b>	<b>11%</b>	<b>100%</b>

FUENTE: Elaboración Propia.

**FIGURA N° 11:** Distribución de la antigüedad de los Vehículos Ligeros.



FUENTE: Elaboración Propia.

### 7.1.1.3. TIPO DE COMBUSTIBLE VEHICULOS LIGEROS.

El combustible mayormente utilizado es el Petróleo con un 91% y Gasolina con un 9%.

**RESENTADO POR:**

- Danny Daniel Saavedra Oré.
- Danilo Saavedra Oré.

**CUADRO N° 10:** Tipo de Combustible de los vehículos ligeros de estudio.

TIPO DE COMBUSTIBLE			
TIPO DE VEHICULO	PETROLEO	GASOLINA	TOTAL
Auto	1	6	7
Station Wagon	40		40
Combi	11		11
Pick Up	8		8
<b>TOTAL</b>	<b>60</b>	<b>6</b>	<b>66</b>
<b>%</b>	<b>91%</b>	<b>9%</b>	<b>100%</b>

FUENTE: Elaboración Propia.

**FIGURA N° 12:** Distribución de Tipo de Combustible de los Vehículos Ligeros.



FUENTE: Elaboración Propia.

### 7.1.2. ENCUESTA ORIGEN DESTINO DE CARGA

El principal deseo de viaje de camiones unitarios (2 ejes, 3 ejes y 4 ejes) corresponde tanto al transporte de corta distancia esta de la parte Sur de la ciudad a la parte céntrica de la ciudad, notándose así que no existen viajes de larga distancia. En los cuadros siguientes presentamos información relevante a vehículos de transporte de carga.

**RESENTADO POR:**

- Danny Daniel Saavedra Oré.
- Danilo Saavedra Oré.



**CUADRO N° 11: Matriz Origen – Destino de Vehículo de Carga**

ORIGEN	DESTINO							TOTAL GENERAL	
	ILLANYA	PACHACHACA	ASC. SAN FRANCISCO	URB. SAN JAVIER	URB. PATIBAMBA BAJA	AMERICAS	PUEBLO LIBRE		CONDEBAMBA
ILLANYA					1	1			2
SAN GABRIEL						1			1
ASC. MANUEL ESCORZA		1							1
ASC. SAN FRANCISCO						1			1
URB. SAN JAVIER							1	1	2
AMERICAS	1	1							2
URB. PATIBAMBA BAJA				1					1
TAMBURCO	1								1
LAMBRAMA					1				1
AV. PANAMA				1					1
SAN ANTONIO			1						1
<b>TOTAL GENERAL</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>14</b>

**FUENTE:** Elaboración Propia.

**7.1.2.1. ANTIGÜEDAD DEL PARQUE AUTOMOTOR VEHICULOS DE CARGA.**

Los años de antigüedad se han considerado tomando en cuenta el rango de antigüedad presentado en el siguiente cuadro:

**CUADRO N° 12: Motivo de viaje de los vehículos pesados de estudio.**

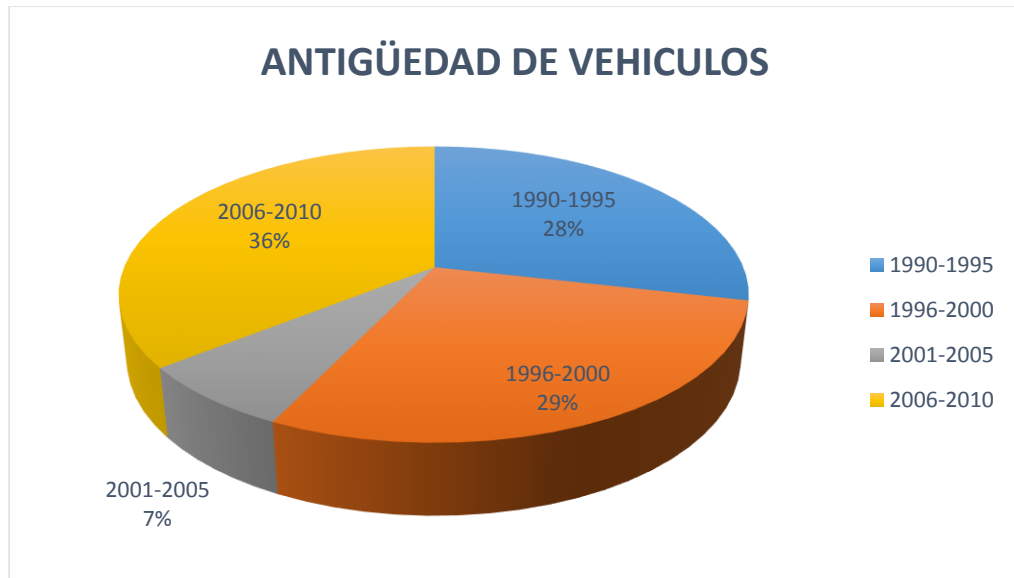
ANTIGÜEDAD DE VEHICULOS					
TIPO DE VEHICULO	1990-1995	1996-2000	2001-2005	2006-2010	TOTAL
<b>Camión</b>	4	4	1	5	<b>14</b>
<b>TOTAL</b>	<b>4</b>	<b>4</b>	<b>1</b>	<b>5</b>	<b>14</b>
<b>%</b>	<b>29%</b>	<b>29%</b>	<b>7%</b>	<b>36%</b>	<b>100%</b>

**FUENTE:** Elaboración Propia.

**RESENTADO POR:**

- Danny Daniel Saavedra Oré.
- Danilo Saavedra Oré.

**FIGURA N° 13:** Distribución del Motivo de Viaje de los Vehículos Pesados.



**FUENTE:** Elaboración Propia.

**7.1.2.2. TIPO DE COMBUSTIBLE VEHICULOS DE CARGA.**

El tipo de combustible mayormente utilizado es:

**CUADRO N° 13:** Tipo de Combustible de los vehículos pesados de estudio.

TIPO DE COMBUSTIBLE			
TIPO DE VEHICULO	PETROLEO	GASOLINA	TOTAL
Auto	14		14
<b>TOTAL</b>	<b>14</b>	<b>0</b>	<b>14</b>
<b>%</b>	<b>100%</b>	<b>0%</b>	<b>100%</b>

**FUENTE:** Elaboración Propia.

**RESENTADO POR:**

- Danny Daniel Saavedra Oré.
- Danilo Saavedra Oré.



**FIGURA N° 14:** Distribución del Tipo de Combustibles de los Vehículos Pesados.



FUENTE: Elaboración Propia.

#### 7.1.2.3. MARCAS DE VEHÍCULOS DE CARGA.

Las Marcas de los vehículos de carga son:

**CUADRO N° 14:** Marca de los vehículos pesados de estudio.

MARCAS DE VEHICULOS			
MARCAS	CAMION	TOTAL	%
MITSUBISHI	10	<b>10</b>	71%
TOYOTA	1	<b>1</b>	7%
HYUNDAI	2	<b>2</b>	14%
KIA	1	<b>1</b>	7%
<b>TOTAL</b>	<b>14</b>	<b>14</b>	100%
%	<b>100%</b>	<b>100%</b>	

FUENTE: Elaboración Propia.

#### 7.1.2.4. CARGA TRANSPORTADA

Los principales productos que transportan los vehículos de carga son:

**CUADRO N° 15:** Carga Transportada de los vehículos pesados de estudio.

**RESENTADO POR:**

- Danny Daniel Saavedra Oré.
- Danilo Saavedra Oré.



CARGA TRANSPORTADA		
PRODUCTO	CAMION	%
MERCADERIA	4750	74%
GASEOSA	1000	16%
BOLSAS	650	10%
<b>TOTAL</b>	<b>6400</b>	<b>100%</b>

FUENTE: Elaboración Propia.

## 8. DEMANDA DE TRANSPORTE.

### 8.1. TIPOS DE TRANSITO.

La proyección del tráfico comprende tres tipos diferentes de tráfico según su naturaleza, es decir: transito normal, transito generado y trafico desviado.

- El transito normal corresponde a aquel que circula por la vía, cuyo crecimiento es independiente de la realización del proyecto.
- Tráfico generado es el producto del mejoramiento de una carretera. No existirá de no mejorarse la vía, pues es efecto directo de la ejecución de un proyecto.
- Transito desviado es aquel que utiliza otras rutas pero que manteniendo su origen y destino, será atraído por la vía mejorada por un criterio de reducción de costos.

### 8.2. TRÁFICO DE CARGA Y PASAJEROS.

La estimación del tráfico para el horizonte de planeamiento se realizó considerando dos tipos de tráfico de pasajeros y de carga.

Para ambos se utilizó una metodología de proyección específica. Dado que la vía en estudio es actualmente la que une la Urb. Patibamba Baja y la Urb. Manuel Escorza mediante el Puente de Interconexión Vial directamente, pese a existir la vía de la Av. Aviación la cual fue analizada por las encuestas Origen Destino dándonos como resultado que el Puente de Interconexión Vial proporciona una mejor solución para una circulación directa.

### 8.3. PROYECCIONES DE TRANSITO.

#### RESENTADO POR:

- Danny Daniel Saavedra Oré.
- Danilo Saavedra Oré.



Si bien es cierto que existen varias metodologías para proyectar el tránsito de vehículos, la falta de información disponible limita su aplicación por lo que para el caso emplearemos la siguiente fórmula:

$$T_{Tn} = T_0(1 + R_i)^n$$

Donde:

$T_{Tn}$  = Tráfico en el Tramo T, en el año n.

$T_0$  = Tráfico en el tramo T, en el año base.

$R_i$  = Tasa de Generación de Viajes.

N = Tiempo en Años.

#### 8.4. PROYECCIÓN DEL TRÁFICO NORMAL.

Para proyectar el tráfico futuro, es necesario antes determinar la tasa de crecimiento del tráfico normal. Dicha tasa de crecimiento por lo general se correlaciona con las tasas de crecimiento de las principales actividades económicas de la zona del proyecto y el crecimiento poblacional (variables explicativas del tráfico).

Se debe destacar que las variables explicativas a ser incluidas en la estimación del tráfico futuro deben ser posibles de proyectar con un cierto nivel de exactitud, en caso contrario pierden la utilidad en su aplicación. En tal caso se utilizó la población y el PBI, la cual se pudo recurrir a proyecciones efectuadas por instituciones dedicadas a las labores de estadísticas nacionales y proyecciones de crecimiento de la economía.

En base a lo anterior se puede plantear la siguiente relación entre las tasas de crecimiento anual del tráfico y las tasas de crecimiento de las variables explicativas de población y PBI.

$$r_{vp} = E_1 \times r_{pob}$$

$$r_{vc} = E_2 \times r_{PBI}$$

Donde:

$r_{vp}$  = Tasa de crecimiento anual de vehículos de pasajeros.

$r_{vc}$  = Tasa de crecimiento anual de vehículos de carga.

$r_{pob}$  = Tasa de crecimiento anual de la población en el área de influencia.

$r_{PBI}$  = Tasa de crecimiento anual del PBI de la región.

$E_1, E_2$  = Elasticidad de tráfico respecto a las variables explicativas.

#### RESENTADO POR:

- Danny Daniel Saavedra Oré.
- Danilo Saavedra Oré.



Para este estudio se consideró las elasticidades como 1 ya que esta se acerca más a la realidad y por lo cual obtenemos:

$$r_{vp} = r_{pob}$$

$$r_{vc} = r_{PBI}$$

A partir de esta relación funcional entre el crecimiento del tráfico y el crecimiento de las variables explicativas seleccionadas (población y PBI regional), se tomó del Instituto Nacional de Estadística e Informática las tasas de crecimiento de la población distrital donde se ubica el proyecto y las tasas de crecimiento del PBI proyectadas por el MEF.

Tasa de Crecimiento Poblacional

$$r_{vp} = 1.80 \%$$

Tasa de Crecimiento Anual del PBI Regional.

$$r_{vc} = 4.54 \%$$

**RESENTADO POR:**

- Danny Daniel Saavedra Oré.
- Danilo Saavedra Oré.



**CUADRO N° 16:** Proyección de Tráfico Vehicular Normal de la Estación Aviación “E1”

VEHICULO	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036
Automovil	200	202	204	206	208	210	212	214	217	219	221	223	225	228	230	232	235	237	239	242	244
Station Wagon	804	812	820	828	837	845	853	862	871	879	888	897	906	915	924	933	943	952	962	971	981
Pick Up	61	62	62	63	63	64	65	65	66	67	67	68	69	69	70	71	72	72	73	74	74
Panel	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
C. Rural	257	260	262	265	267	270	273	276	278	281	284	287	290	292	295	298	301	304	307	310	314
Microbus	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Bus 2E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Bus 3E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Camión 2E	88	93	98	103	108	114	120	126	133	140	147	155	164	172	181	191	201	212	223	235	247
Camión 3E	2	2	2	2	2	3	3	3	3	3	3	4	4	4	4	4	5	5	5	5	6
Camión 4E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Semitrayler 2S1/2S2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Semitrayler 2S3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Semitrayler 3S1/3S2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Semitrayler >=3S3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Trayler 2T2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Trayler 2T3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Trayler 3T2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Trayler 3T3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>TOTAL</b>	<b>1414</b>	<b>1433</b>	<b>1450</b>	<b>1469</b>	<b>1487</b>	<b>1508</b>	<b>1528</b>	<b>1548</b>	<b>1570</b>	<b>1591</b>	<b>1612</b>	<b>1636</b>	<b>1660</b>	<b>1682</b>	<b>1706</b>	<b>1731</b>	<b>1759</b>	<b>1784</b>	<b>1811</b>	<b>1839</b>	<b>1868</b>

FUENTE: Elaboración Propia.

**RESENTADO POR:**

- Danny Daniel Saavedra Oré.
- Danilo Saavedra Oré.



**CUADRO N° 17:** Proyección del Tráfico Vehicular Normal de la Estación Circunvalación “E2”.

VEHICULO	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036
Automovil	2069	2090	2111	2132	2153	2175	2196	2218	2240	2263	2285	2308	2331	2355	2378	2402	2426	2450	2475	2500	2525
Station Wagon	5019	5069	5120	5171	5223	5275	5328	5381	5435	5489	5544	5600	5656	5712	5769	5827	5885	5944	6003	6063	6124
Pick Up	334	337	341	344	348	351	355	358	362	365	369	373	376	380	384	388	392	396	400	404	408
Panel	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
C. Rural	326	329	333	336	339	343	346	350	353	357	360	364	367	371	375	378	382	386	390	394	398
Microbus	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Bus 2E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Bus 3E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Camión 2E	303	319	336	354	373	392	413	435	458	482	508	535	563	593	624	657	692	729	768	808	851
Camión 3E	24	25	27	28	30	31	33	34	36	38	40	42	45	47	49	52	55	58	61	64	67
Camión 4E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Semitrayler 2S1/2S2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Semitrayler 2S3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Semitrayler 3S1/3S2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Semitrayler >=3S3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Trayler 2T2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Trayler 2T3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Trayler 3T2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Trayler 3T3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>TOTAL</b>	<b>8078</b>	<b>8172</b>	<b>8271</b>	<b>8368</b>	<b>8469</b>	<b>8570</b>	<b>8674</b>	<b>8779</b>	<b>8887</b>	<b>8997</b>	<b>9109</b>	<b>9225</b>	<b>9341</b>	<b>9461</b>	<b>9582</b>	<b>9707</b>	<b>9835</b>	<b>9966</b>	<b>10100</b>	<b>10236</b>	<b>10376</b>

FUENTE: Elaboración Propia.

**RESENTADO POR:**

- Danny Daniel Saavedra Oré.
- Danilo Saavedra Oré.



### **8.5. PROYECCIÓN DEL TRÁFICO GENERADO.**

Tráfico generado se denomina al tráfico incluido por la realización del proyecto debido al desarrollo económico de la región, consecuencia de las mejoras en las condiciones de la vía. Este tipo de tráfico solo existe en las condiciones con proyecto. El Puente de Interconexión entre las Urbanizaciones de Manual Escorza y Patibamba Baja que se encuentran dentro del casco urbano de la ciudad de Abancay, ubicada en el departamento de Apurímac.

En la mayoría de los casos la aparición del tráfico generado dependerá de la magnitud de la mejora efectuada por el proyecto en la vía intervenida, siendo posible clasificar el nivel de impacto del proyecto según el nivel de intervención.

Considerando la Guía Metodológica para la identificación, formulación y evaluación social de proyectos de viabilidad urbana, a nivel de perfil, recomienda asumir como tráfico generado el 15% del tráfico normal. Este tráfico se inicia luego de terminadas las obras en la vía urbana.

**RESENTADO POR:**

- Danny Daniel Saavedra Oré.
- Danilo Saavedra Oré.



CUADRO N° 18: Proyección del Tráfico Vehicular Generado de la Estación Aviación “E1”.

VEHICULO	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036
Automovil	0	0	31	31	31	32	32	32	33	33	33	33	34	34	35	35	35	36	36	36	37
Station Wagon	0	0	123	124	126	127	128	129	131	132	133	135	136	137	139	140	141	143	144	146	147
Pick Up	0	0	9	9	9	10	10	10	10	10	10	10	10	10	11	11	11	11	11	11	11
Panel	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
C. Rural	0	0	39	40	40	41	41	41	42	42	43	43	44	44	44	45	45	46	46	47	47
Microbus	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Bus 2E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Bus 3E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Camión 2E	0	0	15	15	16	17	18	19	20	21	22	23	25	26	27	29	30	32	33	35	37
Camión 3E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Camión 4E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Semitrayler 2S1/2S2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Semitrayler 2S3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Semitrayler 3S1/3S2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Semitrayler >=3S3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Trayler 2T2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Trayler 2T3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Trayler 3T2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Trayler 3T3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>TOTAL</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>217</b>	<b>219</b>	<b>222</b>	<b>227</b>	<b>229</b>	<b>231</b>	<b>236</b>	<b>238</b>	<b>241</b>	<b>245</b>	<b>250</b>	<b>252</b>	<b>257</b>	<b>261</b>	<b>263</b>	<b>269</b>	<b>271</b>	<b>276</b>	<b>280</b>

FUENTE: Elaboración Propia.

RESENTADO POR:

- Danny Daniel Saavedra Oré.
- Danilo Saavedra Oré.





CUADRO N° 19: Proyección del Tráfico Vehicular Generado de la Estación Circunvalación “E2”.

VEHICULO	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036
Automovil	0	0	317	320	323	326	329	333	336	339	343	346	350	353	357	360	364	368	371	375	379
Station Wagon	0	0	768	776	783	791	799	807	815	823	832	840	848	857	865	874	883	892	900	909	919
Pick Up	0	0	51	52	52	53	53	54	54	55	55	56	56	57	58	58	59	59	60	61	61
Panel	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
C. Rural	0	0	50	50	51	51	52	53	53	54	54	55	55	56	56	57	57	58	59	59	60
Microbus	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Bus 2E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Bus 3E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Camión 2E	0	0	50	53	56	59	62	65	69	72	76	80	84	89	94	99	104	109	115	121	128
Camión 3E	0	0	4	4	5	5	5	5	5	6	6	6	7	7	7	8	8	9	9	10	10
Camión 4E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Semitrayler 2S1/2S2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Semitrayler 2S3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Semitrayler 3S1/3S2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Semitrayler >=3S3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Trayler 2T2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Trayler 2T3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Trayler 3T2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Trayler 3T3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
TOTAL	0	0	1240	1255	1270	1285	1300	1317	1332	1349	1366	1383	1400	1419	1437	1456	1475	1495	1514	1535	1557

FUENTE: Elaboración Propia.

RESENTADO POR:

- Danny Daniel Saavedra Oré.
- Danilo Saavedra Oré.



### **8.6. PROYECCIÓN DEL TRÁFICO DESVIADO.**

El tráfico desviado podrá ser determinado mediante la comparación de costos de transporte por cada par origen – destino considerado en la zonificación del área de influencia del proyecto. Aquellos viajes donde el proyecto reduce el costo de transporte con respecto a la ruta tomada en la situación sin proyecto, podrá considerarse como tráfico desviado.

En el caso del empleo de un modelo de simulación de transporte, el tráfico desviado es estimado en forma directa por el modelo, es decir, como resultado del modelo de asignación se tendrá el tráfico en los arcos viales del proyecto. Mediante el procesamiento de datos de la encuesta de Origen – Destino se determinó que el tráfico desviado para la Estación Aviación “E1” es de 21%.

#### **RESENTADO POR:**

- Danny Daniel Saavedra Oré.
- Danilo Saavedra Oré.



**CUADRO N° 20:** Proyección del Tráfico Desviado de la Estación Aviación “E1”.

VEHICULO	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036
Automovil	0	0	43	43	44	44	45	45	46	46	47	47	47	48	48	49	49	50	50	51	51
Station Wagon	0	0	172	174	175	177	179	181	183	184	186	188	190	192	194	196	198	200	202	204	206
Pick Up	0	0	13	13	13	13	14	14	14	14	14	14	14	15	15	15	15	15	15	15	16
Panel	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
C. Rural	0	0	55	56	56	57	57	58	58	59	60	60	61	61	62	63	63	64	64	65	66
Microbus	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Bus 2E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Bus 3E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Camión 2E	0	0	21	21	21	22	22	22	22	23	23	23	23	23	24	24	24	24	25	25	25
Camión 3E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Camión 4E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Semitrayler 2S1/2S2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Semitrayler 2S3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Semitrayler 3S1/3S2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Semitrayler >=3S3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Trayler 2T2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Trayler 2T3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Trayler 3T2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Trayler 3T3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>TOTAL</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>304</b>	<b>307</b>	<b>309</b>	<b>313</b>	<b>317</b>	<b>320</b>	<b>323</b>	<b>326</b>	<b>330</b>	<b>332</b>	<b>335</b>	<b>339</b>	<b>343</b>	<b>347</b>	<b>349</b>	<b>353</b>	<b>356</b>	<b>360</b>	<b>364</b>

FUENTE: Elaboración Propia.

**RESENTADO POR:**

- Danny Daniel Saavedra Oré.
- Danilo Saavedra Oré.



### **8.7. PROYECCIÓN DEL TRAFICO TOTAL.**

Como se ha explicado, el tráfico total de la carretera está compuesto por el tráfico normal, el tráfico generado por el proyecto y el tráfico desviado de otras rutas. Por ello, el tráfico proyectado final es el resultado de sumar los tráficos normal y generado proyectados.

**RESENTADO POR:**

- Danny Daniel Saavedra Oré.
- Danilo Saavedra Oré.



**CUADRO N° 21:** Proyección del Tráfico Vehicular Total de la Estación Aviación “E1”.

VEHICULO	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036
Automovil	200	202	278	280	283	286	289	291	296	298	301	303	306	310	313	316	319	323	325	329	332
Station Wagon	804	812	1115	1126	1138	1149	1160	1172	1185	1195	1207	1220	1232	1244	1257	1269	1282	1295	1308	1321	1334
Pick Up	61	62	84	85	85	87	89	89	90	91	91	92	93	94	96	97	98	98	99	100	101
Panel	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
C. Rural	257	260	356	361	363	368	371	375	378	382	387	390	395	397	401	406	409	414	417	422	427
Microbus	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Bus 2E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Bus 3E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Camión 2E	88	93	134	139	145	153	160	167	175	184	192	201	212	221	232	244	255	268	281	295	309
Camión 3E	2	2	2	2	2	3	3	3	3	3	3	5	5	5	5	5	6	6	6	6	7
Camión 4E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Semitrayler 2S1/2S2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Semitrayler 2S3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Semitrayler 3S1/3S2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Semitrayler >=3S3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Trayler 2T2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Trayler 2T3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Trayler 3T2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Trayler 3T3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>TOTAL</b>	<b>1414</b>	<b>1433</b>	<b>1971</b>	<b>1995</b>	<b>2018</b>	<b>2048</b>	<b>2074</b>	<b>2099</b>	<b>2129</b>	<b>2155</b>	<b>2183</b>	<b>2213</b>	<b>2245</b>	<b>2273</b>	<b>2306</b>	<b>2339</b>	<b>2371</b>	<b>2406</b>	<b>2438</b>	<b>2475</b>	<b>2512</b>

FUENTE: Elaboración Propia.

**RESENTADO POR:**

- Danny Daniel Saavedra Oré.
- Danilo Saavedra Oré.



**CUADRO N° 22:** Proyección del Tráfico Vehicular Total de la Estación Circunvalación “E2”.

VEHICULO	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036
Automovil	2069	2090	2428	2452	2476	2501	2525	2551	2576	2602	2628	2654	2681	2708	2735	2762	2790	2818	2846	2875	2904
Station Wagon	5019	5069	5888	5947	6006	6066	6127	6188	6250	6312	6376	6440	6504	6569	6634	6701	6768	6836	6903	6972	7043
Pick Up	334	337	392	396	400	404	408	412	416	420	424	429	432	437	442	446	451	455	460	465	469
Panel	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
C. Rural	326	329	383	386	390	394	398	403	406	411	414	419	422	427	431	435	439	444	449	453	458
Microbus	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Bus 2E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Bus 3E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Camión 2E	303	319	386	407	429	451	475	500	527	554	584	615	647	682	718	756	796	838	883	929	979
Camión 3E	24	25	31	32	35	36	38	39	41	44	46	48	52	54	56	60	63	67	70	74	77
Camión 4E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Semitrayler 2S1/2S2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Semitrayler 2S3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Semitrayler 3S1/3S2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Semitrayler >=3S3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Trayler 2T2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Trayler 2T3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Trayler 3T2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Trayler 3T3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>TOTAL</b>	<b>8078</b>	<b>8172</b>	<b>9511</b>	<b>9623</b>	<b>9739</b>	<b>9855</b>	<b>9974</b>	<b>10096</b>	<b>10219</b>	<b>10346</b>	<b>10475</b>	<b>10608</b>	<b>10741</b>	<b>10880</b>	<b>11019</b>	<b>11163</b>	<b>11310</b>	<b>11461</b>	<b>11614</b>	<b>11771</b>	<b>11933</b>

FUENTE: Elaboración Propia.

**RESENTADO POR:**

- Danny Daniel Saavedra Oré.
- Danilo Saavedra Oré.



## 9. CENSOS DE CARGA.

### 9.1. DETERMINACIÓN DEL FACTOR DE CARGA.

Para determinar el factor de carga por tipo de vehículo, se ha aplicado las fórmulas de los factores de EQUIVALENCIA DE carga en relación con el EJE Estándar de 8200 kilos (8.2 Ton) mostrado en las tablas de AASHTO, los que has sido deducidos analíticamente en base al calculo estadístico.

Eje simple:  $(p/8200)^4$

Eje tándem:  $(p/15100)^4$

Eje tridem:  $(p/22950)^4$

El resultado de los factores de carga y factores destructivos por cada vehículo se muestran en el Anexo I, en el siguiente cuadro se muestra el resumen de los factores de carga (FEC) corregidos por la presión de aire (PSI) por tipo de vehículo.

**CUADRO N° 23:** Factor Equivalente de Carga

Tipo de Vehículo	FEC
<b>Automovil, Station Wagon, Camionetas y Combis</b>	0.0001
<b>Microbus</b>	3.56
<b>Camión 2E</b>	3.56
<b>Camión 3E</b>	2.53

FUENTE: Elaboración Propia.

### 9.2. CALCULO DE LOS EAL (EQUIVALENT AXIE LOAD)

Para el cálculo del EAL se ha utilizado la siguiente información:

- El trafico del año base 2016, primer año de operación de la vía urbana. Se considera la incorporación del tráfico desviado en el año 2018.
- El factor de crecimiento de los ejes equivalentes, que se determina utilizando las tasas de crecimiento del tráfico de vehículos pesados (camiones y buses) y aplicando la siguiente formula: factor de crecimiento =  $((1+r)^n-1)/r$ , donde r = tasa de crecimiento y n = número de años.

#### RESENTADO POR:

- Danny Daniel Saavedra Oré.
- Danilo Saavedra Oré.



En el cuadro siguiente se presenta los resultados de los ejes equivalentes con facto de carga, para ambos sentidos:

**CUADRO N° 24:** Calculo de EAL para la Estación Aviación “E1”.

AÑO	Automóvil	Station Wagon	Pick Up	Panel	Combi	Microbus	Camión 2E	Camión 3E	Tráfico Total	Trafico Acumulado	
2017	1	3.65	14.67	1.11	0.02	4.69	649.70	57173.60	923.45	<b>58770.89</b>	<b>58770.89</b>
2018	2	7.35	29.55	2.24	0.04	9.45	1305.90	117640.51	1895.84	<b>120890.88</b>	<b>179661.78</b>
2019	3	11.08	44.55	3.38	0.06	14.24	1968.66	181177.22	2919.77	<b>186138.96</b>	<b>365800.73</b>
2020	4	14.85	59.70	4.53	0.07	19.08	2638.04	248081.37	3997.97	<b>254815.62</b>	<b>620616.35</b>
2021	5	18.66	75.00	5.69	0.09	23.97	3314.12	318531.45	5133.31	<b>327102.29</b>	<b>947718.65</b>
2022	6	22.50	90.45	6.86	0.11	28.91	3996.96	392715.37	6328.83	<b>403190.00</b>	<b>1350908.65</b>
2023	7	26.38	106.06	8.05	0.13	33.90	4686.63	470831.05	7587.71	<b>483279.91</b>	<b>1834188.55</b>
2024	8	30.30	121.82	9.24	0.15	38.94	5383.20	553086.85	8913.30	<b>567583.82</b>	<b>2401772.37</b>
2025	9	34.26	137.74	10.45	0.17	44.03	6086.73	639702.22	10309.16	<b>656324.76</b>	<b>3058097.13</b>
2026	10	38.26	153.82	11.67	0.19	49.17	6797.30	730908.19	11779.00	<b>749737.60</b>	<b>3807834.74</b>
2027	11	42.30	170.06	12.90	0.21	54.36	7514.97	826948.09	13326.73	<b>848069.63</b>	<b>4655904.37</b>
2028	12	46.38	186.46	14.15	0.23	59.60	8239.82	928078.10	14956.50	<b>951581.25</b>	<b>5607485.62</b>
2029	13	50.51	203.03	15.40	0.25	64.90	8971.92	1034568.00	16672.64	<b>1060546.65</b>	<b>6668032.27</b>
2030	14	54.67	219.76	16.67	0.27	70.25	9711.34	1146701.86	18479.74	<b>1175254.57</b>	<b>7843286.84</b>
2031	15	58.87	236.66	17.96	0.29	75.65	10458.15	1264778.82	20382.62	<b>1296009.03</b>	<b>9139295.86</b>
2032	16	63.12	253.73	19.25	0.31	81.11	11212.43	1389113.86	22386.35	<b>1423130.16</b>	<b>10562426.03</b>
2033	17	67.41	270.97	20.56	0.34	86.62	11974.26	1520038.65	24496.28	<b>1556955.08</b>	<b>12119381.10</b>
2034	18	71.74	288.39	21.88	0.36	92.18	12743.70	1657902.46	26718.03	<b>1697838.73</b>	<b>13817219.83</b>
2035	19	76.11	305.97	23.21	0.38	97.80	13520.84	1803073.05	29057.53	<b>1846154.90</b>	<b>15663374.74</b>
2036	20	80.53	323.73	24.56	0.40	103.48	14305.75	1955937.68	31521.03	<b>2002297.17</b>	<b>17665671.91</b>

**FUENTE:** Elaboración Propia.

**RESENTADO POR:**

- Danny Daniel Saavedra Oré.
- Danilo Saavedra Oré.





## 10. CONCLUSIONES.

- El conteo de tráfico se realizó durante (07) siete días en las Estaciones de Aviación y Circunvalación, mientras que la encuesta origen – destino se realizó durante (03) tres días en la Estación Aviación.
- El Censo de carga se realizó en la Estación de Aviación, materia del presente estudio.
- El IMD Anual obtenido en la Estación Aviación es de 1414 vehículos y en la Estación Circunvalación es de 8078 vehículos.
- Para las proyecciones de tráfico, se ha utilizado el método de las tasas de generación de viajes en función de las variables macroeconómicas como el Producto Brito Interno (PBI), la Población y el PBI por habitante.
- La proyección del tráfico normal o existente se ha relacionado al crecimiento de las variables macroeconómicas de los departamentos que contribuyen en la generación del tráfico de la vía urbana.
- El porcentaje del tráfico generado (15% del tráfico normal), se asume sobre la base de estimaciones consideradas en otros proyectos similares, por efecto del mejoramiento de la vía urbana, y en este caso también sustentado en el desarrollo de la actividad económica principal del área de influencia del proyecto.
- El IMD Anual para el año 2036 (año 20) en la Estación Aviación es de 2512 vehículos y en la Estación Circunvalación es de 11933 vehículos, que incluye el tráfico normal, generado y desviado.
- Las estaciones de estudio se caracterizaron principalmente por componer un tráfico ligero considerando principalmente el transporte público.
- La construcción del Puente de Interconexión otorgara diversos beneficios como:
  - ✓ Regulación del tráfico en la Av. Circunvalación como también tendrá la incidencia en las arterias principales como Vallecito el Olivo, Av. Bárcenas, Av Venezuela y otros.
  - ✓ Otorgará una vía de cruce directo de ESSALUD II hacia la Urb. Patibamba Baja.

### RESENTADO POR:

- Danny Daniel Saavedra Oré.
- Danilo Saavedra Oré.



- ✓ Disminuirá considerablemente el costo de viaje entre ambas arterias.
- ✓ Brindará una vía de escape en casos de emergencia.
- ✓ Impulsará el desarrollo socio económico en la Ciudad de Abancay.
- ✓ Otorgará nuevas rutas para el transporte público.
- Para el diseño de Pavimentos se hizo el cálculo del EAL, obteniendo un resultado de “**2002297.17**” para 20 años de periodo de diseño.

**RESENTADO POR:**

- Danny Daniel Saavedra Oré.
- Danilo Saavedra Oré.



# ANEXO

**RESENTADO POR:**

- Danny Daniel Saavedra Oré.
- Danilo Saavedra Oré.



# ANEXO 1: PANEL FOTOGRAFICO.

**RESENTADO POR:**

- Danny Daniel Saavedra Oré.
- Danilo Saavedra Oré.

**FIGURA N° 15:** Conteo vehicular día 01, Estación Circunvalación.



**FIGURA N° 16:** Conteo vehicular día 01, Estación Circunvalación.



**RESENTADO POR:**

- Danny Daniel Saavedra Oré.
- Danilo Saavedra Oré.

**FIGURA N° 17:** Conteo vehicular día 02, Estación Circunvalación.



**FIGURA N° 18:** Conteo vehicular día 03, Estación Circunvalación.



**RESENTADO POR:**

- Danny Daniel Saavedra Oré.
- Danilo Saavedra Oré.

**FIGURA N° 19:** Conteo vehicular día 04, Estación Circunvalación.



**FIGURA N° 20:** Conteo vehicular día 05, Estación Circunvalación.



**RESENTADO POR:**

- Danny Daniel Saavedra Oré.
- Danilo Saavedra Oré.

**FIGURA N° 21:** Conteo vehicular día 06, Estación Circunvalación.



**FIGURA N° 22:** Conteo vehicular día 07, Estación Circunvalación.



**RESENTADO POR:**

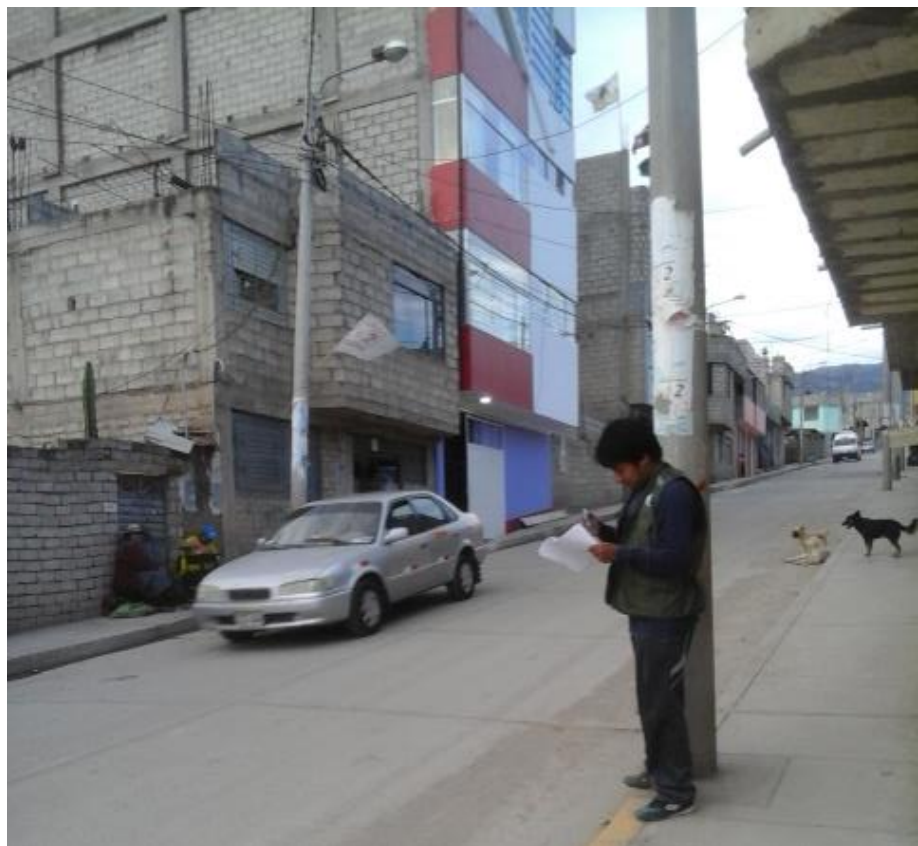
- Danny Daniel Saavedra Oré.
- Danilo Saavedra Oré.



**FIGURA N° 23:** Conteo vehicular día 01, Estación Aviación.



**FIGURA N° 24:** Conteo vehicular día 02, Estación Aviación.



**RESENTADO POR:**

- Danny Daniel Saavedra Oré.
- Danilo Saavedra Oré.

**FIGURA N° 25:** Conteo vehicular día 03, Estación Aviación.



**FIGURA N° 26:** Conteo vehicular día 04, Estación Aviación.



**RESENTADO POR:**

- Danny Daniel Saavedra Oré.
- Danilo Saavedra Oré.

**FIGURA N° 27:** Conteo vehicular día 05, Estación Aviación.



**FIGURA N° 28:** Conteo vehicular día 06, Estación Aviación.



**RESENTADO POR:**

- Danny Daniel Saavedra Oré.
- Danilo Saavedra Oré.



**FIGURA N° 29:** Conteo vehicular día 07, Estación Aviación.



**RESENTADO POR:**

- Danny Daniel Saavedra Oré.
- Danilo Saavedra Oré.



# **ANEXO 2: FORMATOS DE CONTEO VEHICULAR.**

**RESENTADO POR:**

- Danny Daniel Saavedra Oré.
- Danilo Saavedra Oré.



# **ANEXO 3: VOLUMEN DE TRAFICO DIARIO ESTACIÓN E-1.**

**RESENTADO POR:**

- Danny Daniel Saavedra Oré.
- Danilo Saavedra Oré.



# **ANEXO 4: VOLUMEN DE TRAFICO DIARIO ESTACIÓN E-2.**

**RESENTADO POR:**

- Danny Daniel Saavedra Oré.
- Danilo Saavedra Oré.



# **ANEXO 5: FORMATO DE ENCUESTA ORIGEN DESTINO.**

**RESENTADO POR:**

- Danny Daniel Saavedra Oré.
- Danilo Saavedra Oré.





# **ANEXO 6: ENCUESTA ORIGEN DESTINO PASAJEROS.**

**RESENTADO POR:**

- Danny Daniel Saavedra Oré.
- Danilo Saavedra Oré.



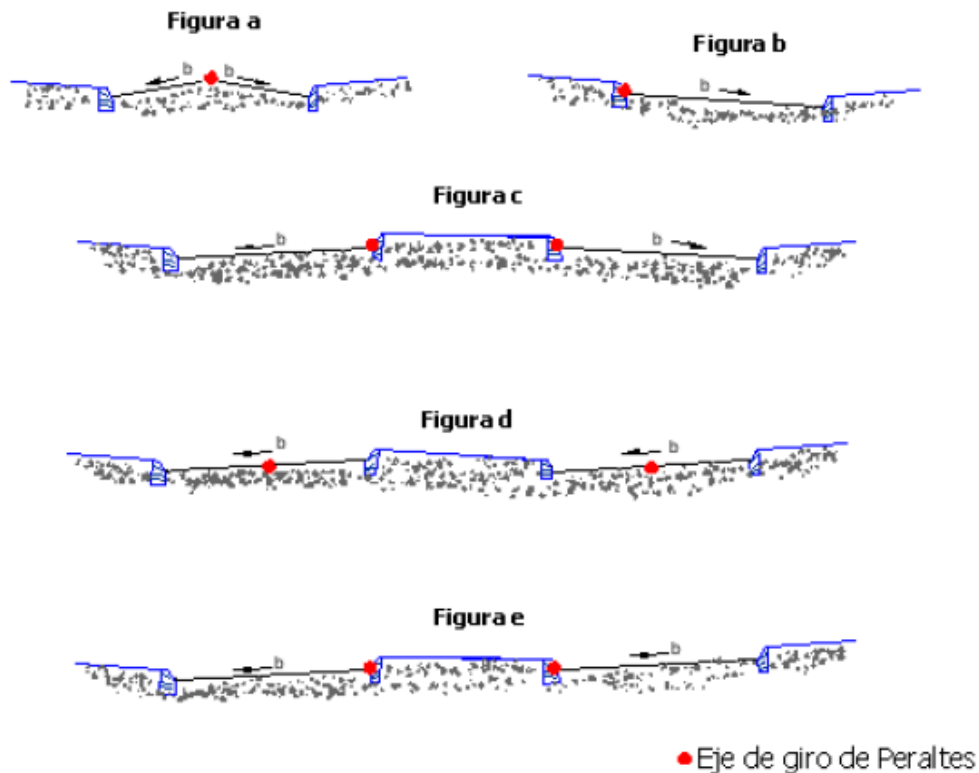
# **ANEXO 7: ENCUESTA ORIGEN DESTINO CARGA.**

**RESENTADO POR:**

- Danny Daniel Saavedra Oré.
- Danilo Saavedra Oré.

# ANEXO F

## ESTUDIO TRAZO Y DISEÑO VIAL DE LOS ACCESOS



**NOMBRE DEL PROYECTO:** “ANÁLISIS Y DISEÑO DEL PUENTE DE INTERCONEXIÓN VIAL Y PEATONAL ENTRE LA URBANIZACIÓN PATIBAMABA BAJA Y MANUEL ESCORZA DE LA CIUDAD DE ABANCAY - APURIMAC”.

**PRESENTADO POR:**

DANNY DANIEL SAAVEDRA ORE.

DANILO SAAVEDRA ORÉ.

ABANCAY, AGOSTO DEL 2016



## **INDICE DE CONTENIDO**

- 1. INTRODUCCIÓN**
- 2. ESTADO ACTUAL DE LA VÍA.**
- 3. OBJETIVO.**
- 4. ACCESO Y UBICACIÓN DEL PROYECTO.**
- 5. ALCANCES.**
- 6. CONCEPTO DEL DISEÑO GEOMÉTRICO.**
- 7. CLASIFICACIÓN Y ELECCIÓN DE PARÁMETROS DE DISEÑO.**
- 8. DERECHO DE VÍA O FAJA DE DOMINIO.**
- 9. SECCIÓN TRANSVERSAL.**
  - A. NÚMERO DE CARRILES / ANCHO DE LAS CALZADAS.**
  - B. ANCHO DE CARRILES.**
  - C. BOMBEO Y PERALTE (PENDIENTE TRANSVERSAL).**
  - D. SEPARADORES O BERMAS CENTRALES.**
  - E. BERMAS LATERALES.**
  - F. SARDINELES.**
  - G. DISTANCIAS LATERALES Y VERTICALES LIBRES EN LAS VIAS.**
  - H. SECCIONES TRANSVERSALES TÍPICAS.**
- 10. DISEÑO DE INTERSECCIONES E INTERCAMBIOS.**
  - 10.1. DISEÑO GEOMETRICO DE LA ROTONDA.**
    - 10.1.1. CONCEPTO.**
    - 10.1.2. CARACTERISTICAS DE LAS ROTONDAS URBANAS.**
- 11. CONCLUSIONES.**
- 12. RECOMENDACIONES**
- 13. BIBLIOGRAFIA.**

### **RESENTADO POR:**

- Danny Daniel Saavedra Oré.
- Danilo Saavedra Oré.



## LISTA DE CUADROS

**CUADRO N°01:** Parámetros de Diseño Vinculados a la Clasificación de Vías Urbanas.

**CUADRO N°02:** Anchos mínimos de Derecho de vía.

**CUADRO N°03:** Clasificación vial y ancho de carril dependiente de la velocidad.

**CUADRO N°04:** Bombeo de la Calzada.

**CUADROS N°05:** Radios Mínimos para Curvas Horizontales en Contraperalte en Vías no Expresas.

## LISTA DE FIGURAS

**FIGURA N°01:** Ubicación de la Zona del Proyecto.

**FIGURA N°02:** Pendiente Transversal o Peralte.

**FIGURA N°03:** Peralte de las Bermas.

**FIGURA N°04:** Sección Transversal Típica del Puente de Interconexión.

**FIGURA N°05:** Sección Transversal Típica de los Accesos.

**FIGURA N°06:** Planta del Diseño de la Rotonda y Sección Transversal.

## RESENTADO POR:

- Danny Daniel Saavedra Oré.
- Danilo Saavedra Oré.



## **1. INTRODUCCIÓN**

La descripción de los métodos seguidos para la obtención de la topografía estuvo basado en el Manual de Diseño de Puentes, las cuales definió nuestras brigadas topográficas con la finalidad de aplicar un trazo geométrico acorde con las Normas de Diseño de Puente y Diseño Vial urbano de los accesos, todo esto acorde al plan de Tesis presentado. En el presente informe se ha definido las soluciones geométricas con la obtención del diseño definitivo. Plasmándose dicho diseño en los planos respectivos de planta. Perfil longitudinal y las secciones transversales respectivas, concluyendo con el metrado del movimiento de tierras total de toda el área de estudio.

Básicamente el Puente de Interconexión vial se encuentra en la quebrada el Olivo entre la Urb. Patibamba y la Urb. Manuel Escorza.

El presente estudio se desarrolló en Base a lo establecido en el Manual de Diseño de Puente y el Manual de Diseño Geométrico de Vías Urbanas, que permitió establecer las dimensiones y parámetros adecuados para la circulación de vehículos de manera confortable.

Las verificaciones de la posición del trazo definitivo con respecto a las coordenadas UTM, en el cual se fue controlada en precisión con respecto a los puntos de control o BMs los cuales se encuentran entrelazados.

## **2. ESTADO ACTUAL DE LA VÍA.**

El área en estudio se encuentra en la zona sur de la Ciudad de Abancay; actualmente la Urb. Patibamba Baja y Manuel Escorza se encuentran aislada una de otra, debido a la existencia de la Quebrada estacional el Olivo y al alto riesgo que presenta la circulación de vehículos en esta.

Existiendo el riesgo de tránsito de vehículos, se apertura de manera improvisada una vía para cruce de vehículos ligeros. También se pudo apreciar que el acceso hacia la Quebrada el Olivo de la Urb. Manuel Escorza actualmente se encuentra con pavimento rígido con un ancho de calzada de 5m y veredas de 1m a cada lado, y en el acceso por la Urb. Patibamba Baja no se encuentra pavimentada debido a la baja densidad de viviendas lo cual permitirá un dimensionamiento adecuado de la Vía.

### **RESENTADO POR:**

- Danny Daniel Saavedra Oré.
- Danilo Saavedra Oré.



Ante todo lo mencionado anteriormente se propuso la implementación de un Puente que otorga una vía directa de conexión entre ambas zonas del estudio. Dicho Puente obedece a las recomendaciones mencionadas en el Estudio realizado de ciudades sostenibles, siendo el Puente de gran Luz y altura considerable.

### **3. OBJETIVO.**

Determinar y detallar los aspectos técnicos del Trazo y Diseño Geométrico vial urbano los accesos del Puente de Interconexión entre las Urb. Patibamba Baja y Urb. Manuel Escorza.

### **4. ACCESO Y UBICACIÓN DEL PROYECTO.**

- **Accesibilidad.**

La zona del proyecto se encuentra ubicado en la zona sur de la Ciudad de Abancay aproximadamente 15 minutos de la Plaza de Armas, entre la Urb. Patibamba Baja y la Urb. Manuel Escorza, en la dirección del ESSALUD II de la Ciudad de Abancay.

- **Ubicación.**

El área de estudio comprende el emplazamiento del Puente de interconexión vial entre las urbanizaciones de Patibamba Baja y Manuel Escorza y sus accesos ubicados hidrográficamente sobre la Quebrada el Olivo.

#### UBICACIÓN POLITICA DEL PUENTE DE INTERCONEXIÓN VIAL

- Lugar : Quebrada el Olivo
- Distrito : Abancay
- Provincia : Abancay
- Departamento : Apurímac
- Región Geográfica : Sierra

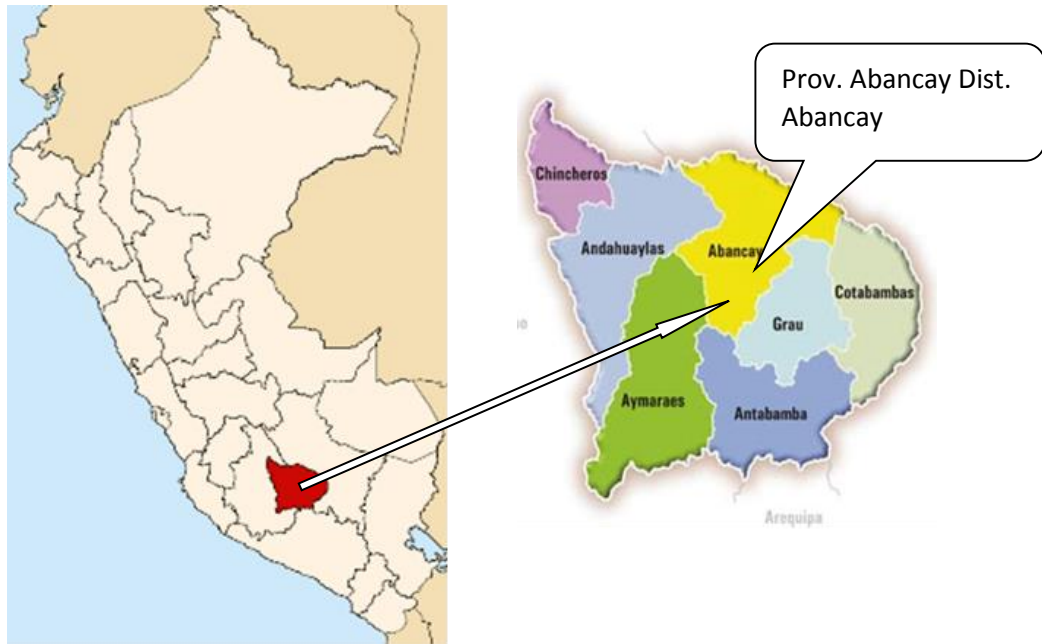
#### UBICACIÓN GEOGRAFICA DEL PUENTE DE INTERCONEXIÓN VIAL

- Este : 727772.46m
- Norte : 8490705.53m
- Altitud : 2238msnm

#### **RESENTADO POR:**

- Danny Daniel Saavedra Oré.
- Danilo Saavedra Oré.

**FIGURA N°01:** Ubicación de la Zona del Proyecto.



El Proyecto se desarrollará en el Distrito y Provincia de Abancay,  
Región Apurímac.



**RESENTADO POR:**

- Danny Daniel Saavedra Oré.
- Danilo Saavedra Oré.





**RESENTADO POR:**

- Danny Daniel Saavedra Oré.
- Danilo Saavedra Oré.



## **5. ALCANCES.**

- Establecer el eje de la vía urbana tratando de aprovechar el máximo de la plataforma vial existente en sus condiciones de transitabilidad y soporte estructural.
- No alterar las condiciones Ambientales de conservación de la naturaleza existente.
- Aplicación de las Normas Peruanas de diseño de carreteras vigentes.
- Cumplimiento del Plan de Tesis para establecer los parámetros necesarios para el presente estudio.

## **6. CONCEPTO DEL DISEÑO GEOMÉTRICO.**

Para el Diseño Geométrico se requiere conocer los siguientes fundamentos teóricos y normativos (MTC):

### **a. Clasificación de las vías**

Objeto del diseño, definiendo la función que desempeñará dentro del sistema vial del cual es parte integrante, y propiciando el establecimiento de diversos parámetros de diseño.

### **b. Diagnóstico y Estudios de Base**

Tales como topografía y urbanismo, tráfico, suelos y geotecnia, infraestructura de servicios públicos existentes y requeridos. Respecto a la topografía, la adecuación del diseño al derecho de vía y limitaciones físicas del espacio utilizable no solo está vinculada al respeto del entorno y minimización de impactos ambientales, sino también a la posibilidad y conveniencia de adquirir terrenos complementarios que pudieran ser requeridos.

No está demás mencionar la importancia que tiene el que los planos topográficos reflejen adecuadamente el terreno objeto del diseño. Es el caso que el desarrollo de proyectos se efectúa no sobre el terreno sino sobre la representación del mismo expresada como planos topográficos. Por ello las deficiencias de uno se traducirán con mucha probabilidad en errores del producto obtenido.

### **RESENTADO POR:**

- Danny Daniel Saavedra Oré.
- Danilo Saavedra Oré.



En lo que se refiere a la Intensidad y característica de tráfico previsible, además de la información cualitativa y cuantitativa de tráfico debe decidirse cuanto de la demanda existente o prevista será atendida en la vía objeto de diseño, así como el nivel de servicio con el que se prevé atender esa demanda.

**c. Definición de velocidades y vehículos de diseño.**

El Diseño Geométrico de una vía urbana se efectuara en concordancia con los tipos de vehículos dimensiones, pesos y demás características, contenidas en el Reglamento Nacional de Vehículos, vigente.

Las características físicas y la proporción de vehículos de distintos tamaños que circulan por las vías, son elementos clave en su definición geométrica. Por ello, se hace necesario examinar todos los tipos de vehículos, establecer grupos y seleccionar el tamaño representativo dentro de cada grupo para su uso en el proyecto. Estos vehículos seleccionados, con paso representativo, dimensiones y características de operación, utilizados para establecer los criterios de los proyectos de las carreteras, son conocidos como vehículos de diseño.

Al seleccionar el vehículo de diseño hay que tomar en cuenta la composición del tráfico que utiliza o utilizara la vía. Normalmente, hay una participación suficiente de vehículos pesados para condiciones las características del proyecto de carretera. Por consiguiente, el vehículo de diseño normal será el vehículo comercial rígido (camiones y/o buses).

La velocidad escogida para el diseño, entendiéndose que será la máxima que se podrá mantener con seguridad y comodidad, sobre una sección determinada de la carretera, cuando las circunstancias sean favorables para que prevalezcan las condiciones de diseño.

En el proceso de asignación de la Velocidad de Diseño, se debe otorgar la máxima prioridad a la seguridad vial de los usuarios. Por ello, la velocidad de diseño a lo largo del trazado, debe ser tal, que los conductores no sean sorprendidos por cambios bruscos y/o muy frecuentes en la velocidad a la que pueden realizar con seguridad el recorrido.

**RESENTADO POR:**

- Danny Daniel Saavedra Oré.
- Danilo Saavedra Oré.



**d. Inversión requerida y rentabilidad esperada.**

Los montos de la inversión y las características de la rentabilidad esperada no solo condicionan la decisión de ejecutar el proyecto vial, sino que el proceso de análisis de la rentabilidad permitirá estimar la cantidad de carriles y capacidad de la vía que es económicamente factible ofertar.

**e. Reglamentación y criterios de diseño.**

Los proyectos se desarrollan usualmente sobre la base de criterios y estipulaciones contenidas en manuales, normas o estipulaciones de diseño, los que establecen ciertos valores mínimos, máximos o recomendables que han de cumplirse para garantizar la calidad y el nivel de servicio ya definidos.

La secuencia usual de diseño sugiere que con los fundamentos indicados se procede al diseño en planta según la sección transversal típica prevista. Luego se diseñan los perfiles longitudinales compatibilizándolos entre sí y con el terreno existente. Finalmente se establecen precisiones a las plataformas diseñadas mediante las secciones transversales, debiendo verificar en ellas las previsiones para el flujo peatonal, el drenaje y otros. El diseño de cada tramo o cruce, sea en planta, perfil longitudinal o en sección transversal puede implicar ajustes a elementos diseñados previamente.

El diseño procurará satisfacer los objetivos de funcionalidad, seguridad, comodidad, integración con su entorno, estética, economía y flexibilidad para prever posibles ampliaciones en el futuro.

Aquellos elementos que definen el trazado en función de estas variables, están directamente condicionados a los factores de velocidad específica e intensidad de tráfico, y que en una visión descriptiva, pueden agruparse en relación a su dimensión en planta, en perfil longitudinal y en sección transversal.

Sin embargo, hay que procurar obtener del tratamiento armónico y conjunto de todos los elementos de la vía, las mejores características funcionales y estéticas, compatibles con los medios empleados en su construcción.

**RESENTADO POR:**

- Danny Daniel Saavedra Oré.
- Danilo Saavedra Oré.



## **7. CLASIFICACIÓN Y ELECCIÓN DE PARÁMETROS DE DISEÑO.**

El sistema de clasificación planteado es aplicable a todo tipo de vías públicas urbanas terrestres, ya sean calles, jirones, avenidas, alamedas, plazas, malecones, paseos, destinados al tráfico de vehículos, personas y/o mercaderías; habiéndose considerado los siguientes criterios:

- Funcionamiento de la red vial.
- Tipo de tráfico que soporta.
- Uso del suelo colindante (acceso a los lotes urbanizados y desarrollo de establecimientos comerciales).
- Espaciamiento (considerando a la red vial en su conjunto).
- Nivel de servicio y desempeño operacional.
- Características físicas.
- Compatibilidad con sistemas de clasificación vigentes.

La clasificación adoptada considera cuatro categorías principales: Vías expresas, arteriales, colectoras y locales. Se ha previsto también una categoría adicional denominada “vías especiales” en la que se consideran incluidas aquellas que, por sus particularidades, no pueden asimilarse a las categorías principales.

La clasificación de una vía, al estar vinculada a su funcionalidad y al papel que se espera desempeñe en la red vial urbana, implica de por sí el establecimiento de parámetros relevantes para el diseño como son:

- Velocidad de diseño.
- Características básicas del flujo que transitara por ellas.
- Control de accesos y relaciones con otras vías.
- Número de carriles.
- Servicio a la propiedad adyacente.
- Compatibilidad con el transporte público.
- Facilidades para el estacionamiento y la carga y descarga de mercaderías.

En el siguiente cuadro se presenta resumidamente las categorías principales y los parámetros de diseño antes mencionados.

### **RESENTADO POR:**

- Danny Daniel Saavedra Oré.
- Danilo Saavedra Oré.



**CUADRO N°01:** Parámetros de Diseño Vinculados a la Clasificación de Vías Urbanas.

ATRIBUTOS Y RESTRICCIONES	VÍAS EXPRESAS	VÍAS ARTERIALES	VÍAS COLECTORAS	VÍAS LOCALES
<b>Velocidad de Diseño</b>	Entre 80 y 100 Km/hora Se regirá por lo establecido en los artículos 160 a 168 del Reglamento Nacional de Tránsito (RNT) vigente.	Entre 50 y 80 Km/hora Se regirá por lo establecido en los artículos 160 a 168 del RNT vigente.	Entre 40 y 60 Km/hora Se regirá por lo establecido en los artículos 160 a 168 del RNT vigente.	Entre 30 y 40 Km/hora Se regirá por lo establecido en los artículos 160 a 168 del RNT vigente.
<b>Características del flujo</b>	Flujo ininterrumpido. Presencia mayoritaria de vehículos livianos. Cuando es permitido, también por vehículos pesados. No se permite la circulación de vehículos menores, bicicletas, ni circulación de peatones.	Debe minimizarse las interrupciones del tráfico. Los semáforos cercanos deberán sincronizarse para minimizar interferencias. Se permite el tránsito de diferentes tipos de vehículos, correspondiendo el flujo mayoritario a vehículos livianos. Las bicicletas están permitidas en ciclovías.	Se permite el tránsito de diferentes tipos de vehículos y el flujo es ininterrumpido frecuentemente por intersecciones a nivel. En áreas comerciales e industriales se presentan porcentajes elevados de camiones. Se permite el tránsito de bicicletas recomendándose la implementación de ciclovías.	Está permitido el uso por vehículos livianos y el tránsito peatonal es irrestricto. El flujo de vehículos semipesados es eventual. Se permite el tránsito de bicicletas.
<b>Control de Accesos y Relación con otras vías</b>	Control total de los accesos. Los cruces peatonales y vehiculares se realizan a desnivel o con intercambios especialmente diseñados. Se conectan solo con otras vías expresas o vías arteriales en puntos distantes y mediante enlaces. En casos especiales, se puede prever algunas conexiones con vías colectoras, especialmente en el Área Central de la ciudad, a través de vías auxiliares	Los cruces peatonales y vehiculares deben realizarse en pasos a desnivel o en intersecciones o cruces semaforizados. Se conectan a vías expresas, a otras vías arteriales y a vías colectoras. Eventual uso de pasos a desnivel y/o intercambios. Las intersecciones a nivel con otras vías arteriales y/o colectoras deben ser necesariamente semaforizadas y considerarán carriles adicionales para volteo.	Incluyen intersecciones semaforizadas en cruces con vías arteriales y solas señalizadas en los cruces con otras vías colectoras o vías locales. Reciben soluciones especiales para los cruces donde existían volúmenes de vehículos y/o peatones de magnitud apreciable	Se conectan a nivel entre ellas y con las vías colectoras.
<b>Número de carriles</b>	Bidireccionales: 3 o más carriles/sentido	Unidireccionales: 2 ó 3 carriles	Unidireccionales: 2 ó 3 carriles	Unidireccionales: 2 carriles

**RESENTADO POR:**

- Danny Daniel Saavedra Oré.
- Danilo Saavedra Oré.



		Bidireccionales: 2 ó 3 carriles/sentido	Bidireccionales: 1 ó 2 carriles/sentido	Bidireccionales: 1 carril/sentido
<b>Servicio a propiedades adyacentes</b>	Vías auxiliares laterales	Deberán contar preferentemente con vías de servicio laterales.	Prestan servicio a las propiedades adyacentes.	Prestan servicio a las propiedades adyacentes, debiendo llevar únicamente su tránsito propio generado.
<b>Servicio de Transporte público</b>	En caso se permita debe desarrollarse por buses, preferentemente en " Carriles Exclusivos " o "Carriles Solo Bus " con paraderos diseñados al exterior de la vía.	El transporte público autorizado deber desarrollarse por buses, preferentemente en "Carriles Exclusivos " o " Carriles Solo Bus " con paraderos diseñados al exterior de la vía o en bahía.	El transporte público, cuando es autorizado, se da generalmente en carriles mixtos, debiendo establecerse paraderos especiales y/o carriles adicionales para volteo.	No permitido
<b>Estacionamiento , carga y descarga de mercaderías</b>	No permitido salvo en emergencias.	No permitido salvo en emergencias o en las vías de servicio laterales diseñadas para tal fin. Se regirá por lo establecido en los artículos 203 al 225 del RNT vigente.	El estacionamiento de vehículos se realiza en estas vías en áreas adyacentes, especialmente destinadas para este objeto. Se regirá por lo establecido en los artículos 203 al 225 del RNT vigente.	El estacionamiento está permitido y se regirá por lo establecido en los artículos 203 al 225 del RNT vigente

**Fuente:** Manual de Diseño Geométrico de Vías Urbanas - 2005 – ICG, DG-2013.

Para la clasificación y diseño de parámetros de diseño de vías urbanas, se ha utilizado el cuadro anterior obtenido del Manual de Diseño Geométrico de Vías Urbanas de la ICG, en donde se concluye que la vía en estudio corresponde a la Clase de **Vías Colectoras** que considera los siguientes parámetros:

- **Velocidad de Diseño** : entre 40 – 60 Km/h
- **Número de Carriles** : Bidireccional 1 carril /sentido
- **Ancho de Carril** : 3.00 m

**RESENTADO POR:**

- Danny Daniel Saavedra Oré.
- Danilo Saavedra Oré.



## 8. DERECHO DE VÍA O FAJA DE DOMINIO.

Es el área del terreno destinada al tránsito por el Estado y la Entidad competente, para implantar y mantener las vías y su equipamiento.

Llamada también Faja de ancho variable, dentro de la cual se encuentra comprendida la vía y todas sus obras complementarias, cuya propiedad del terreno ha sido reservada por el Estado, de lo contrario será adquirida por expropiación o por negociación con los propietarios.

En el cuadro siguiente se indica los anchos mínimos que debe tener el Derecho de Vía, en función a la Clasificación de la carretera por demanda y orografía.

**CUADRO N°02:** Anchos mínimos de Derecho de vía.

Clasificación	Anchos Mínimos (m)
Autopistas Primera Clase	40
Autopista Segunda Clase	30
Carretera Primera Clase	25
Carretera Segunda Clase	20
Carretera Tercera Clase	16

**Fuente:** Manual de Carreteras: Diseño Geométrico DG – 2013 RD N° 31 – 2013 MTC/14

Para zonas urbanas, la autoridad competente fijara el Derecho de vía, en Función al ancho requerido por la sección transversal del proyecto, debiendo efectuarse el saneamiento físico legal, para cumplir con los anchos mínimos fijados en el cuadro anterior; excepcionalmente podrá fijarse anchos mínimos inferiores, en función a las construcciones e instalaciones permanentes adyacentes a la carretera.

Considerando los parámetros requeridos en el anterior cuadro se clasifico la vía como carretera de primera clase, con el cual se considera como Ancho Mínimo de Derecho de vía de 25m.

### RESENTADO POR:

- Danny Daniel Saavedra Oré.
- Danilo Saavedra Oré.





## **9. SECCIÓN TRANSVERSAL.**

El diseño de la sección transversal implica a su vez el diseño de diversos elementos en un proceso que se encuentra notablemente influido por condiciones de la demanda; por la capacidad vial que es factible ofrecer; por estipulaciones de índole reglamentario (Reglamento Nacional de Construcciones, Ordenanzas Municipales, etc.) y por limitaciones en el derecho de vía, entre otras.

El diseño optará por esquemas que satisfaciendo las estipulaciones del presente manual, así como las necesidades del habitante del lugar y del peatón, brinden comodidad, seguridad y funcionalidad adecuadas a los conductores.

Los elementos de la sección transversal considerados en el presente manual son:

- Número de carriles / ancho de las calzadas.
- Ancho de los carriles.
- Bombeo y Peralte (Pendiente Transversal).
- Separadores o bermas centrales.
- Bermas laterales.
- Sardineles.
- Distancias laterales y verticales libres en las vías.
- Secciones en túnel.
- Secciones transversales típicas.

Se determinara el Diseño de la Sección Transversal para el Puente de Interconexión, Diseño de la Rotonda y Diseño de los Accesos.

### **A. NÚMERO DE CARRILES / ANCHO DE LAS CALZADAS.**

Esta característica está directamente relacionada con la clasificación funcional de la vía; también con la capacidad operacional necesaria para atender a la demanda vehicular; y, con el sentido de la circulación. La decisión que se tome al respecto dependerá por tanto de estos factores así como también de las restricciones que pudieran existir al derecho de vía.

La determinación del número de carriles y consecuentemente del ancho de la calzada, en un principio, se define en los estudios de planificación

#### **RESENTADO POR:**

- Danny Daniel Saavedra Oré.
- Danilo Saavedra Oré.



de la red vial y de transporte urbano. El número mínimo de carriles en una calzada con sentido único es lógicamente uno y el máximo sugerido es cuatro. Este máximo es en realidad un criterio estrictamente referencial ya que en caso de que la demanda sugiera un mayor número de carriles puede convenir establecer dos calzadas por sentido. La primera de ellas, probablemente ubicada más hacia el centro de la vía y destinada a los vehículos con un recorrido más largo, y la otra operaría como vía local.

➤ **Diseño del Puente de Interconexión.**

Número de Carriles: 2 carriles.

➤ **Diseño del Acceso.**

Número de Carriles: 2 carriles.

**B. ANCHO DE CARRILES.**

El ancho recomendable para los carriles de una vía dependerá principalmente de la clasificación de la misma y de la velocidad de diseño adoptada, sin embargo no siempre será posible que los diseños se efectúen según las condiciones ideales. Pero los Tesistas podrán justificar el empleo de valores excepcionales atendiendo aspectos sociales, económicos, físicos, geográficos e inclusive institucionales. Dependiendo de la velocidad de diseño y de la clasificación vial, el ancho de los carriles, en tramos rectos, puede asumir los valores indicados en el Cuadro siguiente:

**CUADRO N°03:** Clasificación vial y ancho de carril dependiente de la velocidad.

CLASIFICACIÓN DE VIAS		Velocidad (Km/Hr)	Ancho Recomendable (Mts)	Ancho Mínimo de Carril en Pista Normal (Mts)	Ancho Mínimo de Carril único de tipo Solo Bus (Mts)	Ancho de Dos Carriles juntos (Mts)
	<b>LOCAL</b>	30 A 40	3.00	2.75	3.50	6.50
	<b>COLECTORA</b>	40 A 50	3.30	3.00	3.50	6.50
		50 A 60	3.30	3.25	3.50	6.75
<b>ARTERIAL</b>		60 A 70	3.50	3.25	3.75	6.75
		70 A 80	3.50	3.50	3.75	7.00
<b>EXPRESAS</b>		80 A 90	3.60	3.50	3.75	7.25
		90 A 100	3.60	3.50	No aplicable	No aplicable

**Fuente:** Manual de Diseño Geométrico de Vías Urbanas - 2005 – ICG.

**RESENTADO POR:**

- Danny Daniel Saavedra Oré.
- Danilo Saavedra Oré.



➤ **Diseño del Punte de Interconexión.**

Ancho de Carril: 3.00 m

➤ **Diseño del Acceso.**

Ancho de Carril: 3.00 m

**C. BOMBEO Y PERALTE (PENDIENTE TRANSVERSAL).**

En lo que respecta a la pendiente de las secciones transversales debe tenerse presente que el diseño geométrico de vías urbanas presenta condicionamientos altimétricos especiales para los bordes de las vías debido a la obligación de producir empalmes coherentes y estéticos con los demás elementos urbanos. Debido a ello, no siempre será posible introducir las recomendaciones para las pendientes transversales, sean estas relativas al bombeo o al peralte.

**Bombeo.-**

La pendiente de las secciones transversales en tramos rectos o “bombeo” tiene por objeto facilitar el drenaje superficial. Esta inclinación puede ser constante en todo el ancho o presentar discontinuidad en el eje de simetría para que el drenaje se produzca hacia ambos bordes. La magnitud del bombeo dependerá del tipo de superficie de rodadura y de los niveles de precipitación de la zona.

**CUADRO N°04:** Bombeo de la Calzada.

Ancho Mínimo de Carril en Pista Normal (Mts)	Bombeo %	
	Precipitación <500mm/año	Precipitación >500mm/año
Pavimento Superior	2.0	2.5
Tratamiento Superficial	2.5	2.5 – 3.0
Afirmado	3.0 – 3.5	3.0 – 4.9

**Fuente:** Manual de Diseño Geométrico de Vías Urbanas - 2005 – ICG.

**Peralte.-**

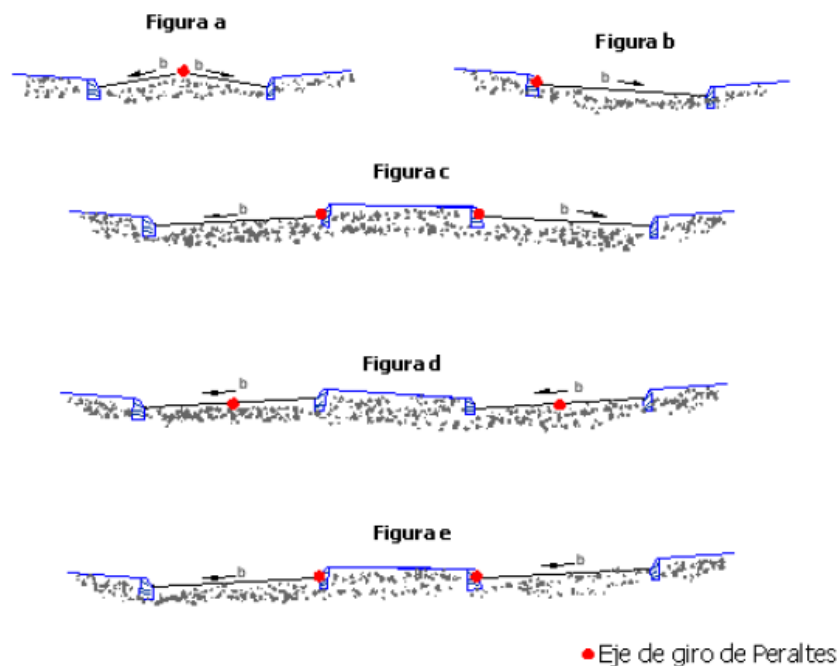
Para mejorar el confort y seguridad en un tramo en curva, se puede adoptar un aumento de la pendiente transversal o “peralte”, en un ángulo conveniente, creando así un componente contrario a la fuerza centrífuga.

**RESENTADO POR:**

- Danny Daniel Saavedra Oré.
- Danilo Saavedra Oré.

Para la definición de los peraltes debe tenerse en cuenta que aun cuando fijar la geometría de una vía exige la definición previa de una velocidad de diseño, el hecho de tratarse de una vía urbana implica, mucho más que en el caso rural, una gran dispersión de las velocidades de operación a lo largo del día y de la vida útil en general. Esto, sumado a las limitaciones físicas que impone el entorno urbano, hace recomendable limitar el peralte máximo en forma mucho más estricta que en el caso de carreteras.

**FIGURA N°02:** Pendiente Transversal o Peralte.



**Fuente:** Manual de Diseño Geométrico de Vías Urbanas - 2005 – ICG.

Teniendo en cuenta lo indicado en el párrafo anterior, y con la finalidad de lograr una coherencia con lo establecido por la norma vigente para diseño de carreteras peruanas, que establece que el peralte máximo de dichas vías, en los tramos de cruce de áreas urbanas será de 6%; se ha establecido como peralte máximo el 6% para las vías expresas y arteriales y el 4% para las vías locales y colectoras.

La sección relativa a curvas horizontales contiene las estipulaciones que permitan, al diseñar dichas curvas, elegir los peraltes que se usaran en cada caso, por lo que el usuario del manual deberá referirse a ella para

**RESENTADO POR:**

- Danny Daniel Saavedra Oré.
- Danilo Saavedra Oré.

consultar las relaciones entre peralte, coeficiente de fricción, velocidad directriz y radio adoptado.

### Peralte de las bermas.-

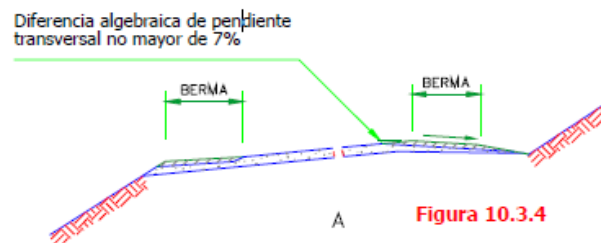
La berma situada en la parte interior del peralte, seguirá la inclinación de éste. La berma situada en la parte superior del peralte será en lo posible horizontal o con inclinación igual a la del bombeo en sentido contrario a la inclinación del peralte de modo que escurra hacia a cuneta y no hacia el pavimento.

La diferencia algebraica entre las pendientes transversales de la berma superior y la calzada, proyectadas de acuerdo con el párrafo anterior, será siempre igual o menor de 7 %.

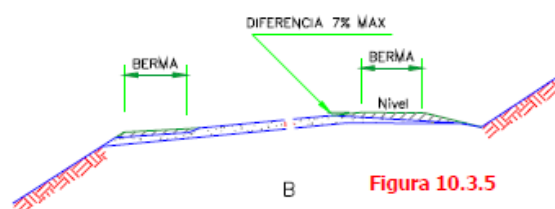
Cuando la berma tiene dimensiones comprendidas entre 2.4 y 3.0 mts de ancho, puede mejorar el diseño estableciendo una pendiente hacia la cuneta, según se ilustra en la Figura siguiente.

**FIGURA N°03:** Peralte de las Bermas.

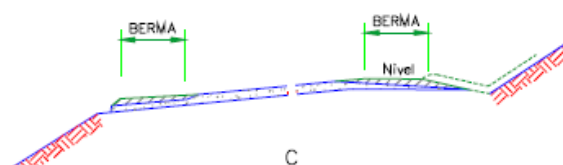
#### SECCIÓN TÍPICA PERALTADA (A)



#### SECCIÓN TÍPICA PERALTADA (B)



#### SECCIÓN TÍPICA PERALTADA (C)



**Fuente:** Manual de Diseño Geométrico de Vías Urbanas - 2005 – ICG.

#### RESENTADO POR:

- Danny Daniel Saavedra Oré.
- Danilo Saavedra Oré.



### Contraperaltes

En muchas calles podrá ser conveniente o necesario mantener el bombeo, incluso en curvas, evitando con ello el uso de peraltes. El bombeo de la vía en un tramo curvo implicará un “contraperalte” por lo que se requerirán radios mayores que los establecidos para la condición en la que pueda usarse peralte.

Salvo que este sea sustentado, adecuada y satisfactoriamente, el uso de radios menores, se tendrá en cuenta lo indicado en el Cuadro siguiente.

**CUADROS N°05:** Radios Mínimos para Curvas Horizontales en Contraperalte en Vías no Expresas.

V (Km/hr)	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80
Radio Min. (mts)	20	40	50	80	110	160	220	290	370	470	600	750	850

Fuente: Manual de Diseño Geométrico de Vías Urbanas - 2005 – ICG.

➤ **Diseño del Puente de Interconexión.**

Bombeo: 2.5 %

Peralte: 6 %

➤ **Diseño del Acceso.**

Bombeo: 2.5 %

Peralte: 6 %

### **D. SEPARADORES O BERMAS CENTRALES.**

Son superficies generalmente elevadas, delimitadas usualmente por sardineles, alargadas en sentido paralelo a las calzadas y que tienen por objeto principal separar físicamente dos corrientes de tráfico, incrementando la seguridad y creando espacios para los giros vehiculares y refugio a los peatones.

Los separadores pueden ser planteados también como reservas de espacio para futuras ampliaciones, y permiten la creación de pistas de desaceleración y espera, empleando parte de su ancho normal.

Los anchos de bermas centrales se adecuarán a los siguientes criterios:

- Si la función es únicamente la de separar flujos el ancho no será menor a 1.0 metros.

**RESENTADO POR:**

- Danny Daniel Saavedra Oré.
- Danilo Saavedra Oré.



- Si la función, además de separar flujos, es la de servir como islas de refugio para el cruce peatonal, entonces el ancho no será menor a 2.0 metros.
- Si se ha previsto el empleo de estos para alojar en ellos pistas de giro el ancho mínimo será de 5.0 metros.
- Si se ha previsto que los separadores puedan alojar los ensanches de calzada destinados a paraderos, entonces el mínimo será de 6.0 metros.
- Los anchos de 6.0 metros ofrecen así mismo una capacidad mínima de almacenamiento en sus aberturas.
- La pendiente transversal de los separadores o bermas centrales se adecuará a las necesidades de compatibilización altimétrica de las calzadas adyacentes.
- En el caso de aberturas en el espacio de los separadores será recomendable que se mantenga, al menos, la pendiente transversal de una de las calzadas adyacentes. Cuando ello no es posible se sugiere efectuar la compatibilización sin que la diferencia de pendientes en alguna de las aristas exceda el 6%.
- En vías expresas es conveniente que las bermas centrales tengan anchos del orden de 12.0 metros cuando no usen barreras vehiculares y de por lo menos 4.0 metros cuando si las usen.
- En las vías arteriales y colectores, estos separadores pueden ser reducidos, por problemas de limitación de espacio, a un ancho mínimo de 2 y 1 metro, respectivamente, manteniéndose los dispositivos de seguridad y protección necesarios.

➤ **Diseño del Puente de Interconexión.**

Berma Central: No presenta.

➤ **Diseño del Acceso.**

Berma Central: 1.50 m.

**E. BERMAS LATERALES.**

Son franjas emplazadas hacia uno o ambos lados de las calzadas cuya función básica es disponer suficiente espacio, fuera de la calzada de circulación, para que los vehículos, por razones de emergencia, puedan

**RESENTADO POR:**

- Danny Daniel Saavedra Oré.
- Danilo Saavedra Oré.



salir de la corriente normal del tráfico sin causar perjuicio en el nivel de operación de la vía.

Estas bermas ofrecen también protección al pavimento y sus capas inferiores al evitar que el agua y los eventuales flujos vehiculares por fuera de la calzada erosiones y socaven el pavimento.

Desde el punto de vista operacional incrementa la capacidad de la vía al actuar psicológicamente sobre los conductores.

No deben tener obstáculos y se recomienda que sea pavimentada o tratadas superficialmente.

Las bermas laterales exteriores (lado derecho de la calzada) tendrán anchos comprendidos entre 1.5 y 2.5 metros.

También, por razones de seguridad, se puede proyectar bermas laterales interiores (lado izquierdo de la calzada); que tienen la función de disminuir la fricción del flujo de tráfico con obstáculos laterales.

En el caso de 3 o menos carriles este tipo de bermas podrá tener anchos del orden de 1.0 mts, mientras que en el caso de más de 3 carriles los anchos recomendados son similares a los de las bermas laterales exteriores.

➤ **Diseño del Puente de Interconexión.**

Berma Lateral: 0.50m. (Se implementa solo por motivos de emergencia)

➤ **Diseño del Acceso.**

Berma Lateral: 1.00m.

**F. SARDINELES.**

Son elementos que delimitan la superficie de la calzada, vereda, berma, andén, o cualquier otra superficie de uso diferente, formada por elementos prefabricados de concreto, vaciados en sitio, colocados con anclajes o sobre cimientos de concreto o adheridos con pegamento si el pavimento es asfáltico.

Tienen el propósito de limitar el espacio de circulación, para que los vehículos circulen solamente en las calzadas, con confort y seguridad y que los peatones se sientan protegidos en las veredas, bermas centrales o islas de canalización, realizando altimétricamente estas últimas áreas.

**RESENTADO POR:**

- Danny Daniel Saavedra Oré.
- Danilo Saavedra Oré.





A efectos de dimensionar los sardineles deberá tenerse en cuenta que los elementos emplazados próximos al borde de la calzada, y en particular los sardineles, cuando tienen alturas superiores a 15 cm., producen un cierto efecto de estrechez y consecuentemente la capacidad efectiva se ve reducida.

➤ **Diseño del Puente de Interconexión.**

Sardinel (altura): 0.20 m

Sardinel (ancho): 0.20 m

➤ **Diseño del Acceso.**

Sardinel (altura): 0.20 m

Sardinel (ancho): 0.15 m

**G. DISTANCIAS LATERALES Y VERTICALES LIBRES EN LAS VIAS.**

Las vías urbanas, a su paso bajo, entre, sobre o al lado de cualquier elemento (túneles, puentes, muros, señalización vertical, terminales, árboles etc.) dispondrán de espacios libres en todos los sentidos, que permitan la libre circulación de los vehículos típicos de proyecto, con plena visibilidad y sin crear efectos psicológicos negativos, para evitar dificultades operativas y las correspondientes mermas en la capacidad y nivel de servicio.

Las distancias libres laterales se miden desde el borde de la calzada hasta cualquier obstáculo de altura superior a 0.15 mts y se considera como mínimo deseable la distancia de 1.20 mts y 0.5 mts como mínimo absoluto. En caso de que el proyectista enfrente restricciones que le impidan considerar las distancias mínimas deseables deberá tenerse presente que el efecto de los obstáculos situados a la izquierda es menor que los situados a la derecha por lo que la reducción de los espacios laterales libres podrá ser mayor hacia el primero de los lados nombrados. Las distancias libres en sentido vertical serán como mínimo de 4.5 mts, sobre el ancho de la plataforma que sea susceptible de ser ocupada por los vehículos (calzada, estacionamiento, bermas, etc.). La altura libre del proyecto tendrá en cuenta la altura máxima permitida reglamentariamente para los vehículos que usaran la vía.

**RESENTADO POR:**

- Danny Daniel Saavedra Oré.
- Danilo Saavedra Oré.

La parte de la sección transversal destinada exclusivamente al paso de peatones o bicicletas podrá reducir su altura libre a 2.50 mts, salvo en los 0.5 mts próximos a la calzada donde se exige los 4.50 mts mencionados antes.

En casos especiales, donde sólo circularán automóviles, algunos buses pequeños y camiones pequeños o camionetas, se puede llegar a adoptar un valor mínimo 3.20 m., empleándose señalización especial.

➤ **Diseño del Puente de Interconexión.**

Distancia Vertical: 0.20 m

Distancia Horizontal: 1.20 m

➤ **Diseño del Acceso.**

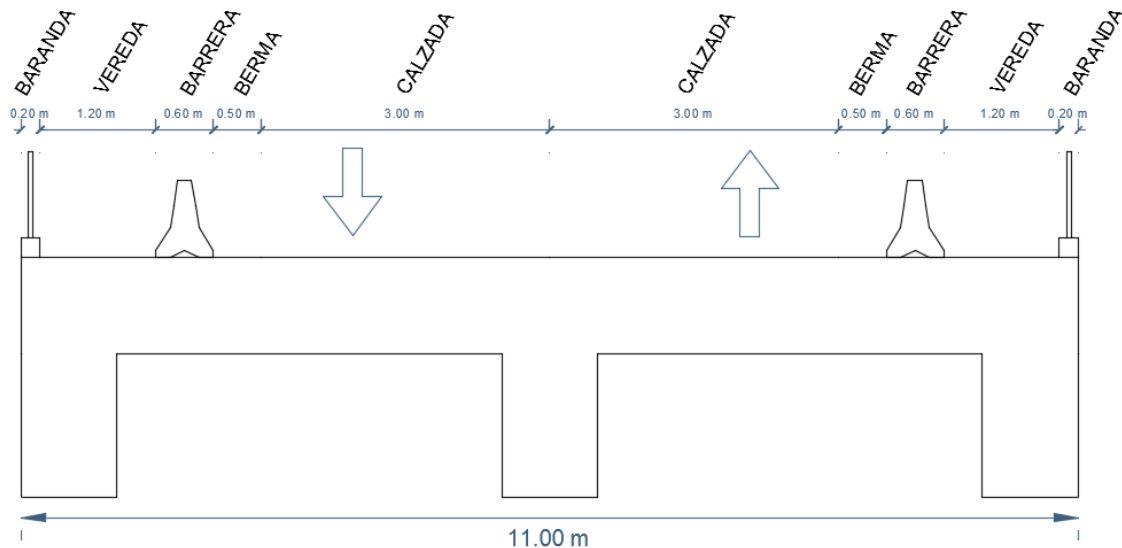
Distancia Vertical: 0.20 m

Distancia Horizontal: 1.20 m

## H. SECCIONES TRANSVERSALES TÍPICAS.

➤ **Sección Transversal Típica del Puente de Interconexión.**

**FIGURA N°04:** Sección Transversal Típica del Puente de Interconexión.



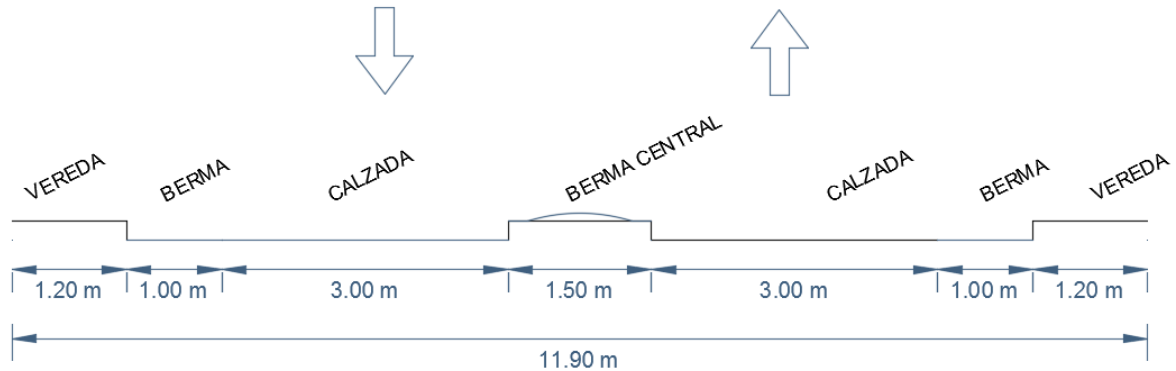
**Fuente:** Elaboración Propia.

### RESENTADO POR:

- Danny Daniel Saavedra Oré.
- Danilo Saavedra Oré.

➤ **Sección Transversal Típica de los Accesos.**

**FIGURA N°05:** Sección Transversal Típica de los Accesos.



**Fuente:** Elaboración Propia.

## 10. DISEÑO DE INTERSECCIONES E INTERCAMBIOS.

Las intersecciones son áreas comunes a dos o más vías que se cruzan al mismo nivel y en las que se incluyen las calzadas que pueden utilizar los vehículos para el desarrollo de todos los movimientos posibles.

Las intersecciones son elementos de discontinuidad en cualquier red vial, por lo que representan situaciones críticas que hay que tratar específicamente, ya que las maniobras de convergencia, divergencia o cruce no son usuales en la mayor parte de los recorridos.

Tanto en las intersecciones como en las vías, pero con mayor razón en las intersecciones, se trata de obtener condiciones óptimas de seguridad y capacidad, dentro de posibilidades físicas y económicas limitadas.

### 10.1. DISEÑO GEOMETRICO DE LA ROTONDA.

#### 10.1.1. CONCEPTO.

Entendemos por rotonda urbana toda aquella intersección dotada de un obstáculo central, materialmente infranqueable y rodeado por una calzada anular con sentido de circulación giratorio a derechas sobre la que confluyen varias calles, que se rige por una especial regla de prioridad según la cual los vehículos que pretendan entrar en la calzada anular deben ceder el paso a los que ya se encuentran en ella.

#### RESENTADO POR:

- Danny Daniel Saavedra Oré.
- Danilo Saavedra Oré.



En este estudio se han observado numerosas configuraciones reguladas por otro tipo de prioridad (por ejemplo mediante semáforos), que estrictamente hablando no son rotondas, pero sin embargo se han considerado susceptibles de análisis.

## **10.1.2. CARACTERÍSTICAS DE LAS ROTONDAS URBANAS.**

### **10.1.2.1. Geometría**

Es importante remarcar la diversidad de las tipologías de rotondas que se dan en el medio urbano, lo que se traduce en la imposibilidad de dictar una normativa específica que tenga en cuenta toda la casuística que abarca la elección de un determinado diseño y se recomienda que sea el proyectista, en cada caso, quien decida qué características deberá tener la nueva rotonda, siempre atendiendo a los condicionantes del lugar y a las necesidades específicas que debe resolver la nueva intersección.

Esto hace que todo lo que se expone a continuación tenga un carácter vago y/o superfluo ya que no son más que unas directrices a tener en cuenta y no una serie de normativas que se tiene que seguir.

Evidentemente las características de la nueva rotonda no serán las mismas para una intersección entre dos vías importantes de alta capacidad y en las que se circula a velocidades elevadas (que normalmente se encuentran en la entrada de un población o dando servicio a un polígono industrial y en la que los tipos de tráfico pueden ser de paso, de intercambio o local y además puede existir un importante porcentaje de vehículos pesados, mientras que las bicicletas y los peatones son relativamente escasos), que para una intersección en medio urbano sobre la que confluyen dos vías circuladas a velocidades reducidas, que se hallan principalmente en el centro de una población o en zonas residenciales.

En medio urbano, por ejemplo en la reconversión de una intersección convencional en giratoria, los condicionantes impuestos por el lugar autorizan una cierta permisividad en la elección de las características geométricas de la rotonda siempre y cuando tengan en cuenta a los peatones y ciclistas e induzcan a los automovilistas a respetar el régimen de prioridad y de circulación en la rotonda.

#### **RESENTADO POR:**

- Danny Daniel Saavedra Oré.
- Danilo Saavedra Oré.



### **Islote central**

En general se recomienda que sea de forma circular por razones de dominio y/o de interdistancia entre las diferentes ramas, o bien oval o elíptica siempre que su excentricidad sea moderada. De todos modos el islote central puede adoptar formas muy diversas como sucede en algunos casos de acondicionamientos como plaza o en situaciones que así lo exigían debido a la disposición de los ramales.

Un valor medio del tamaño del islote central es el comprendido entre los 20 y los 40 metros de diámetro. Para diámetros superiores a 40 metros la rotonda puede ser considerada como grande y del mismo modo rotondas con diámetros del islote central inferiores a 20 metros se pueden considerar pequeñas.

La reducción del diámetro del islote central aporta una serie de ventajas que son a menudo determinantes:

- Menor ocupación del suelo y aportación de un mayor carácter urbano.
- Reducción en la distancia a recorrer por los peatones y ciclistas.
- Menor velocidad de los vehículos circulantes por el anillo, lo que redundará en una mayor seguridad para los peatones y ciclistas.
- Coste más bajo.

Mientras que los criterios que llevan a proyectar una rotonda con un diámetro mayor son:

- El desnivel de la intersección.
- Un importante número de ramales a empalmar.
- Una repartición molesta o desigual de los ramales.
- La decisión de establecer una actuación urbana que se salga de las escalas dimensionales corrientes.
- La voluntad de realizar un acondicionamiento monumental.
- Indirectamente un volumen de tráfico es muy importante, ya que la fluidez del mismo dependerá no solo del número de carriles sino que por razones geométricas puede ser necesario un aumento del radio.

En la práctica no existe limitación inferior a la reducción del diámetro de un islote central, el único problema reside en que se debe mantener el espíritu de intersección giratoria y de circulación alrededor de un obstáculo central, cosa que no siempre resulta fácil ya que pequeños diámetros del islote

#### **RESENTADO POR:**

- Danny Daniel Saavedra Oré.
- Danilo Saavedra Oré.



central pueden inducir a trayectorias muy tangentes con lo que la reducción de velocidades no es efectiva.

El tratamiento paisajístico del islote central (plantaciones, esculturas, movimientos de tierras y otros) permite mejorar la percepción lejana de la intersección.

A este respecto es importante señalar que cuando la velocidad de circulación de las vías es alta es peligroso implantar obstáculos rígidos o duros en el islote (por ejemplo árboles de tronco grueso y alto, columnas de iluminación, esculturas) ya que uno de los accidentes más frecuentes en las rotondas es la pérdida de control del vehículo con invasión del islote central. Sin embargo este problema no es importante en medio urbano, donde las velocidades son bajas.

Sí resulta recomendable para las rotondas con islotes pequeños marcar la periferia del mismo con algún tipo de pintura o pavimento especial que lo diferencie del resto de la calzada anular pero a la vez sea transitable, de manera que los vehículos más largos puedan efectuar las maniobras de giro mientras que los usuarios de los vehículos ligeros perciban la imposición de un islote más grande con lo que se evitan las trayectorias directas.

➤ **Diseño de la Intersección.**

Diámetro de la Rotonda: 20m.

**Calzada anular**

La elección del número de vías de la calzada anular se debe principalmente a:

- Al número de carriles de las vías a empalmar.
- Al tráfico.
- Al giro de los vehículos.
- A la decisión del acondicionamiento.

La anchura de la calzada anular será de:

- 3.6 - 4 metros para un solo carril.
- 8 metros es el óptimo para calzadas con dos carriles.
- 11-12 metros permite la utilización de tres carriles en el anillo.

Generalmente un aumento en la anchura de la calzada anular se debe traducir en un aumento de la capacidad general de la rotonda.

**RESENTADO POR:**

- Danny Daniel Saavedra Oré.
- Danilo Saavedra Oré.



➤ **Diseño de la Intersección.**

Ancho de la Calzada: 3.60 m.

**Peralte**

Se recomienda un peralte del 2 al 3 % hacia el exterior de la calzada anular, de esta manera:

- Se mejora la percepción de la calzada anular.
- Se facilita el acuerdo con las calzadas de los ramales.
- Se evitan los cambios de peralte, a menudo molestos para los vehículos pesados.
- Se facilita el drenaje (es más sencillo recoger las aguas de lluvia en la periferia que en el centro del islote).

➤ **Diseño de la Intersección.**

Peralte: 2 %.

**Perfil longitudinal**

Preferiblemente debería ser llano, pero en función de la situación se deberá adaptar al perfil del terreno, eso sí, se recomienda encarecidamente que la calzada anular esté en un solo plano. En el caso extremo las pendientes y rampas de la calzada anular resultantes no deberían superar el 3%. De todos modos es prioritario un buen acuerdo entre la calzada anular y la de las vías que confluyen en ella por lo que se puede llegar a situaciones en las que el perfil longitudinal de la calzada anular sea más pendiente.

**Ramales**

Es preferible que se dé una repartición regular entre los ramales entorno al anillo, mientras que se desaconseja que una entrada y la siguiente salida se encuentren muy próximas.

Es conveniente comprobar que una salida no se encuentra alineada directamente con una salida a fin de que el obstáculo central imponga una deflexión en la trayectoria reduciendo así la velocidad en la aproximación y en el interior de la intersección.

**RESENTADO POR:**

- Danny Daniel Saavedra Oré.
- Danilo Saavedra Oré.



También es importante el aspecto paisajístico de los ramales en la aproximación a la rotonda ya que éste debe poner de manifiesto la existencia de la intersección (por ejemplo mediante la interrupción en la línea de vegetación situada en los márgenes).

### **Entradas**

El diseño de una entrada debe, por un lado, incitar a los usuarios a reducir la velocidad de aproximación a la rotonda y, por otro, permitir el paso del tráfico con una buena fluidez.

En la mayoría de los casos el eje de los ramales de acceso pasa por el centro de la rotonda o cerca de él, por eso se debe evitar que la entrada de vehículos se produzca demasiado tangencial al mismo y se debe inducir una deflexión en la trayectoria, no solo dentro de la calzada anular para reducir la velocidad, sino antes de entrar en ella ya que no solo se consigue una disminución en la velocidad de aproximación sino que se facilita la incorporación de los vehículos a la circulación giratoria.

A menudo se implantan isletas deflectoras para conseguir los efectos del párrafo anterior, además:

- Aseguran el guiado del vehículo.
- Incitan la reducción de velocidades en la aproximación y el respeto al régimen de prioridad.
- Señalan la aproximación a la intersección.
- Permiten el cruce de los peatones en dos tiempos.

Se recomienda que las entradas se produzcan en curva con un radio interior comprendido entre los 15 y los 20 metros, evitándose radios mayores, con esto se consigue que los vehículos entrantes reduzcan su velocidad a fin de ceder el paso a los que ya circulan por el anillo y, además también se facilita su incorporación a la calzada anular ya que esta se produce de manera tangencial.

El número de carriles en la entrada depende de:

- Las previsiones de tráfico
- El contexto de la intersección (condicionantes del lugar, tipo de vía, etc...)
- El perfil transversal del ramal en concreto.

#### **RESENTADO POR:**

- Danny Daniel Saavedra Oré.
- Danilo Saavedra Oré.





Es preferible, siempre que los volúmenes de tráfico permitan, que las entradas tengan un solo carril, de esta manera se incita a los conductores a reducir la velocidad, facilitando a la vez el cruce de los peatones. Sin embargo muy a menudo las condiciones del tráfico obligan a disponer de mayor número de carriles en las entradas:

- En vías de más de un carril por sentido es conveniente mantener el mismo número de carriles en la entrada que en el resto del ramal.
- Cuando los tráficos son importantes o la entrada se halla próxima a la saturación resulta conveniente aplicar un abocinamiento en la entrada, aumentando el número de carriles con respecto a los del resto del ramal.

La anchura estándar de un carril de entrada se sitúa entre los 3 y los 4 metros (siendo preferibles los carriles de 4 metros, que garantizan una mayor capacidad de la entrada), aunque es posible que en ciertos casos se deban adoptar anchuras mayores en aras de permitir el giro de los vehículos más largos.

### **Salidas**

El diseño de las salidas debe permitir que los vehículos circulantes por el anillo puedan abandonarlo sin producir ninguna alteración en el resto de vehículos que circulan por él, todo esto también sin incitar a un aumento de la velocidad al abandonar la calzada anular.

Según la importancia del tráfico pueden realizarse salidas con uno o dos carriles, pero son extrañas las salidas con más de dos carriles de salida.

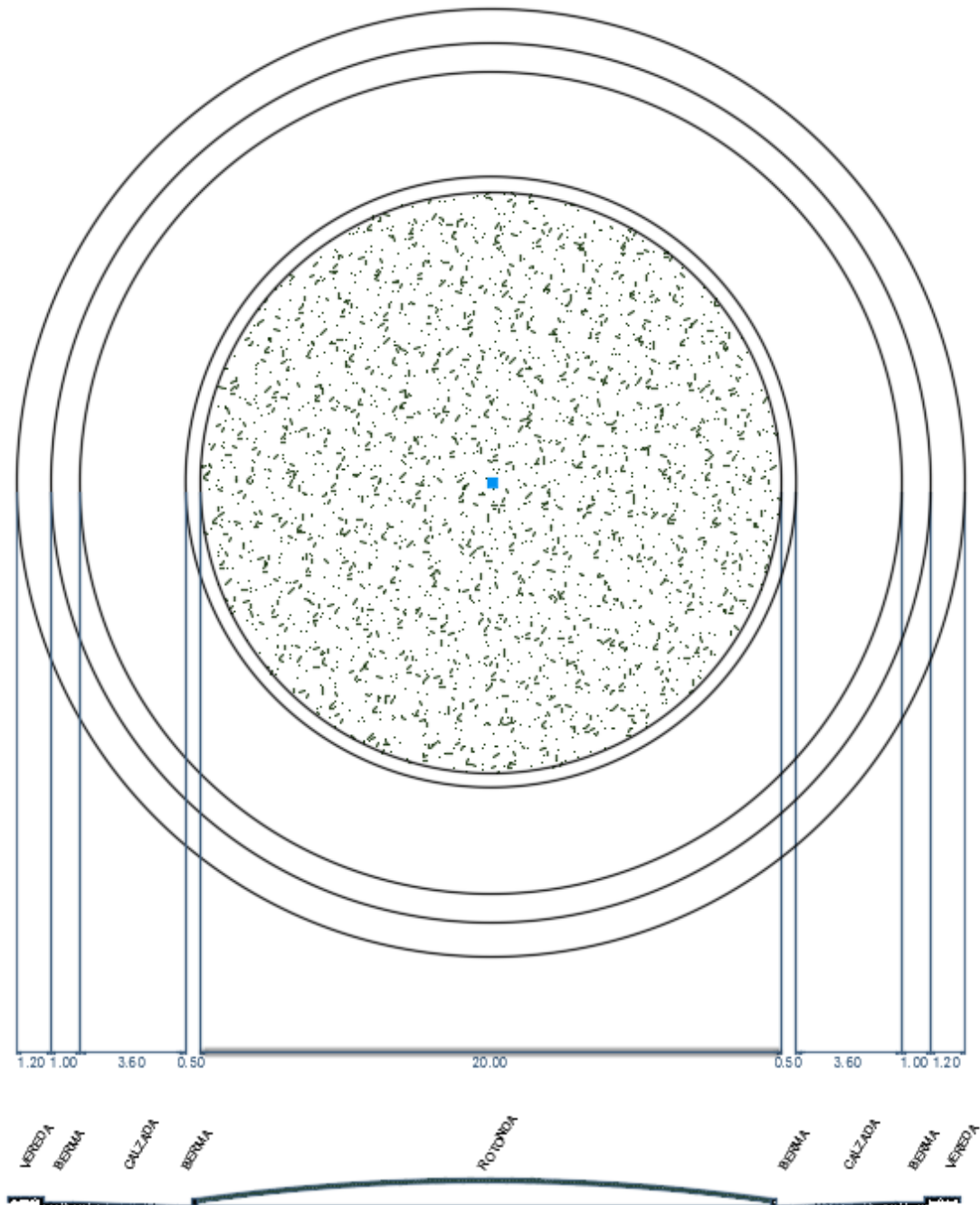
Los radios de salida suelen ser algo mayores que los de las entradas y están en el rango comprendido entre los 20 y los 30 metros, dependiendo de las características del lugar, el volumen del tráfico de peatones y el de vehículos largos.

La anchura aconsejada para una salida de un solo carril es de 5 metros en el punto en que se abandona la calzada anular, pero se recomienda que la salida también sea abocinada, creándose así una transición hacia la anchura definitiva del ramal (es absurdo mantener una anchura de 5 metros a lo largo de toda la salida). Para salidas con dos carriles puede ser suficiente una anchura de 8 a 9 metros.

#### **RESENTADO POR:**

- Danny Daniel Saavedra Oré.
- Danilo Saavedra Oré.

FIGURA N°06: Planta del Diseño de la Rotonda y Sección Transversal.



Fuente: Elaboración Propia.

RESENTADO POR:

- Danny Daniel Saavedra Oré.
- Danilo Saavedra Oré.



## 11. CONCLUSIONES.

- Se realizó el diseño geométrico del Puente de Interconexión, accesos y de la Rotonda.
- Mediante el IMDA, velocidad de diseño, características del flujo y otros, se determinó la clasificación de la vía, concluyendo con una VIA COLECTORA.
- Para el diseño geométrico del Puente de Interconexión se consideró un ancho de calzada igual a 3.00m, ancho de berma igual a 0.50m, bombeo de 2.5 %, peralte de 6%, un ancho de vereda de 1.20m, sardineles de 0.20 de altura y 0.20m de ancho, barandas de 1.10 de altura, barrera tipo new jersey de 0.60m de ancho, 0.80 de altura.
- Para el diseño geométrico de los accesos se consideró un ancho de calzada igual a 3.00m, ancho de berma lateral igual a 1.00m, bombeo de 2.5 %, peralte de 6%, un ancho de vereda de 1.20m, sardineles de 0.20 de altura y 0.15m de ancho y berma central de 1.50m.
- Para el diseño geométrico de la rotonda se consideró un diámetro de la rotonda de 20m, ancho de calzada igual a 3.60m, ancho de berma igual a 1.00m, peralte de 2%, un ancho de vereda de 1.20m, sardineles de 0.20 de altura y 0.15m de ancho, radio de entrada de 15 m y radio de salida de 20 m.
- La vía desarrollada permita una mejor circulación y transitabilidad de los vehículos provenientes de todas las arterias de la ciudad, así cumpliendo con las recomendaciones de Manual de Diseño Urbano y Normas Peruanas.
- El ancho de calzada existente en la parte de la Urb, Manual Escorza es de 5.00m, en el cual se pretende ampliar dicha calzada a lo requerido en el presente estudio.
- Se propone utilizar un pavimento flexible,

### RESENTADO POR:

- Danny Daniel Saavedra Oré.
- Danilo Saavedra Oré.



## 12. RECOMENDACIONES.

- La proyección de vías urbanas deben ser desarrolladas y proyectadas acorde a lo establecido en las Normas y Manuales de Diseño Vial Urbano del Perú.
- Se deben asignar áreas verdes cercanas al puente con fines de esparcimiento y ocio de la población.
- Establecer malecones entre las dos franjas de la quebrada en Olivo, el cual desarrolle zonas recreacionales y turísticas.
- Establecer nuevas propuestas de circulación vehicular que cumplan con lo establecido en las Normas Peruanas.
- Recomendar a la Municipalidad Provincial de Abancay, tener mayor consideración en el problema de las vías estrechas que provocan mayor congestión vehicular,

### RESENTADO POR:

- Danny Daniel Saavedra Oré.
- Danilo Saavedra Oré.



### **13. BIBLIOGRAFIA.**

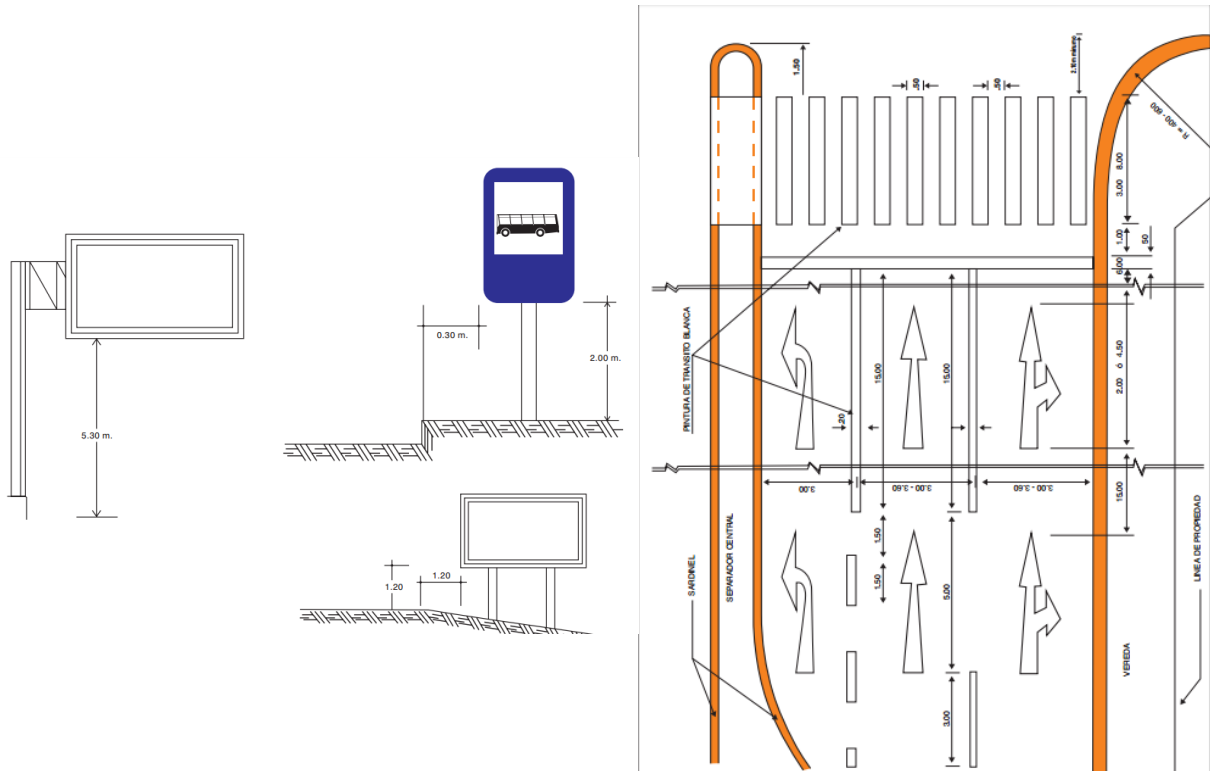
- Funciones de las Rotondas Urbanas y Requerimientos Urbanísticos de Organización.
- Clasificación de las Carretera y Vías Urbanas (Ing. Javier Ormeño Calderón)
- Manual de Diseño de Diseño Geométrico de Vías Urbanas – 2005 – ICG.
- Manual de Carreteras: Diseño Geométrico DG – 2013.

#### **RESENTADO POR:**

- Danny Daniel Saavedra Oré.
- Danilo Saavedra Oré.

# ANEXO G

## ESTUDIO DE SEÑALIZACIÓN VIAL



**NOMBRE DEL PROYECTO:** “ANÁLISIS Y DISEÑO DEL PUENTE DE INTERCONEXIÓN VIAL Y PEATONAL ENTRE LA URBANIZACIÓN PATIBAMABA BAJA Y MANUEL ESCORZA DE LA CIUDAD DE ABANCAY - APURIMAC”.

**PRESENTADO POR:**

DANNY DANIEL SAAVEDRA ORE.

DANILO SAAVEDRA ORÉ.

ABANCAY, AGOSTO DEL 2016



## INDICE DE CONTENIDO

- 1. INTRODUCCIÓN.**
- 2. OBJETIVO.**
- 3. METODOLOGIA DE ESTUDIO.**
- 4. SEÑALES VERTICALES.**
  - 4.1. SEÑALES REGLAMENTARIAS O REGULADORAS.**
    - 4.1.1. DEFINICIÓN.**
    - 4.1.2. CLASIFICACIÓN.**
    - 4.1.3. FORMA.**
    - 4.1.4. COLORES.**
    - 4.1.5. DIMENSIONES.**
    - 4.1.6. UBICACIÓN.**
    - 4.1.7. RELACIÓN DE SEÑALES REGULADORAS O DE REGLAMENTACIÓN UTILIZADAS.**
  - 4.2. SEÑALES PREVENTIVAS.**
    - 4.2.1. DEFINICIÓN.**
    - 4.2.2. FORMA.**
    - 4.2.3. COLOR.**
    - 4.2.4. DIMENSIONES.**
    - 4.2.5. UBICACIÓN.**
    - 4.2.6. RELACIÓN DE SEÑALES PREVENTIVAS UTILIZADAS.**
  - 4.3. SEÑALES INFORMATIVAS.**
    - 4.3.1. DEFINICIÓN.**
    - 4.3.2. CLASIFICACIÓN.**
    - 4.3.3. FORMA.**
    - 4.3.4. COLORES.**
    - 4.3.5. DIMENSIONES.**
    - 4.3.6. NORMAS DE DISEÑO.**
    - 4.3.7. UBICACIÓN.**
    - 4.3.8. RELACIÓN DE SEÑALES INFORMATIVAS UTILIZADAS.**
    - 4.3.9. SEÑALES ELEVADAS.**
- 5. SEÑALES HORIZONTALES.**
  - 5.1. MARCAS SOBRE EL PAVIMENTO.**

**RESENTADO POR:**

- Danny Daniel Saavedra Oré.
- Danilo Saavedra Oré.



- 5.1.1. **AUTORIDAD LEGAL.**
- 5.1.2. **UNIFORMIDAD.**
- 5.1.3. **CLASIFICACIÓN.**
- 5.1.4. **MATERIALES.**
- 5.1.5. **COLORES.**
- 5.1.6. **TIPO Y ANCHO DE LAS LINEAS LONGITUDINALES.**
- 5.1.7. **REFLECTORIZACIÓN.**
- 5.1.8. **MANTENIMIENTO.**
- 5.2. **MARCAS EN EL PAVIMENTO Y BORDES DE PAVIMENTO UTILIZADOS.**
  - 5.2.1. **LINEA CENTRAL.**
  - 5.2.2. **LINEA DE CARRIL.**
  - 5.2.3. **ZONAS DONDE SE PROHIBE ADELANTAR.**
  - 5.2.4. **LINEAS DE “PARE”.**
  - 5.2.5. **LINEAS DE PASOS PEATONALES.**
  - 5.2.6. **DEMARCACIÓN DE PALABRAS Y SIMBOLOS.**
- 6. **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.**

**RESENTADO POR:**

- Danny Daniel Saavedra Oré.
- Danilo Saavedra Oré.





## **LISTA DE FIGURAS**

**FIGURA N°01:** ALTURA DE LAS SEÑALES DE TRANSITO.

**FIGURA N°02:** SEÑAL PARE (R-1).

**FIGURA N°03:** SEÑAL SENTIDO DEL TRAFICO (R14 A,B).

**FIGURA N°04:** SEÑAL PROHIBIDO ADELANTAR (R-16).

**FIGURA N°05:** SEÑAL VELOCIDAD MÁXIMA (R-30).

**FIGURA N°06:** SEÑAL INTERSECCIÓN ROTATORIA (P-15).

**FIGURA N°07:** SEÑAL CRUCE DE PEATONES (P-48).

**FIGURA N°08:** SEÑALES DE LOCALIZACIÓN.

**FIGURA N°09:** SEÑAL DE HOSPITAL (I-29).

**FIGURA N°10:** SEÑALES ELEVADAS.

**FIGURA N°11:** LINEAS DE CARRIL.

**FIGURA N°12:** LINEA DE PARE CON PASO PEATONAL.

**FIGURA N°13:** LINEA DE PARE SIN PASO PEATONAL.

**FIGURA N°14:** EJEMPLO DEL MARCADO DE PASO PEATONAL EN INTERSECCIÓN CONTROLADA POR SEMAFORO.

**FIGURA N°15:** MARCADO DE LINEA DE PASO PEATONAL EN ZONAS NO CONTROLADAS POR SEMAFOROS.

**FIGURA N°16:** DEMARCACIÓN DE LA PALABRA PARE.

**FIGURA N°17:** DEMARCACIÓN EN EL PAVIMENTO DE FLECHAS DIRECCIONALES INCLUYE GIRO (AVENIDAS Y VIAS EXPRESAS).

**FIGURA N°18:** DEMARCACIÓN EN EL PAVIMENTO DE FLECHAS DIRECCIONALES INCLUYE GIRO (AVENIDAS Y VIAS EXPRESAS).

**FIGURA N°19:** DEMARCACIÓN EN EL PAVIMENTO DE FLECHAS DIRECCIONALES INCLUYE DESVIACIÓN (AVENIDAS Y VIAS EXPRESAS).

**FIGURA N°20:** DEMARCACIÓN EN EL PAVIMENTO DE FLECHAS DE GIRO (AVENIDAS Y VIAS EXPRESAS).

**FIGURA N°21:** DEMARCACIÓN DEL PAVIMENTO DE FLECHAS CORRESPONDIENTE EN DOS DIRECCIONES.

### **RESENTADO POR:**

- Danny Daniel Saavedra Oré.
- Danilo Saavedra Oré.



## **1. INTRODUCCIÓN.**

El Estudio de Señalización Vial ha sido realizado con el propósito de contribuir al mejoramiento en el control y ordenamiento del tráfico en la zona de estudio, con concordancia en lo señalado en el Manual de Dispositivos de Control del Tránsito Automotor en Calles y Carreteras – MTC.

Bajo este concepto y con la finalidad de proveer al puente de interconexión de todos los elementos y dispositivos necesarios que posibiliten una mayor seguridad en el tránsito vehicular. Se ha visto por conveniente compatibilizar las necesidades reales del Proyecto, al carácter turístico de la vía y la idiosincrasia de los usuarios y pobladores.

En concordancia con la evaluación realizada, se ha planteado dotar al área de estudio con adecuados dispositivos de señalización vial para brindar una mayor seguridad de movimiento vehicular en la vía y consecuentemente evitar o minimizar los accidentes de tránsito.

## **2. OBJETIVO.**

El objetivo del Estudio de Señalización Vial consiste en proveer a la vía de todos los elementos de señalización y dispositivos de seguridad vial necesarios, de conformidad con las exigencias del Manual de Dispositivos de Control del Tránsito Automotor en Calles y Carreteras, considerando las condiciones reales de la vía.

## **3. METODOLOGÍA DE ESTUDIO.**

A continuación se describe la metodología utilizada para la elaboración del Estudio de Señalización Vial.

### ➤ **Inspección de Campo.**

Actividad realizada con el propósito de conocer con mayor detalle el medio físico donde se emplazara el Puente de Interconexión y sus accesos y las zonas que sin considerarse puntos negros han merecido la atención del caso.

### **RESENTADO POR:**

- Danny Daniel Saavedra Oré.
- Danilo Saavedra Oré.



➤ **Identificación de los Factores que Contribuyen a Crear Inseguridad en el Tráfico.**

Con la finalidad de evaluar los sectores que representan riesgo o inseguridad vial y las condiciones de tránsito bajo las cuales se desenvolverán los usuarios de la vía.

➤ **Elaboración del Estudio.**

Teniendo como sustento técnico normativo el Manual de Dispositivos de Control de Tránsito Automotor para Calles y Carreteras del MTC aprobado según Resolución Ministerial N° 210-2000-MTC/15.02, de fecha 03 de Mayo del 2000.

#### **4. SEÑALES VERTICALES.**

Las señales verticales, como dispositivos instalados a nivel del camino o sobre él, destinados a reglamentar el tránsito, advertir o informar a los usuarios mediante palabras o símbolos determinados.

Las señales verticales, como dispositivos de control del tránsito deberán ser usadas de acuerdo a las recomendaciones de los estudios técnicos realizados. Se utilizarán para regular el tránsito y prevenir cualquier peligro que podría presentarse en la circulación vehicular. Asimismo, para informar al usuario sobre direcciones, rutas, destinos, centros de recreo, lugares turísticos y culturales, así como dificultades existentes en la vía.

##### **4.1. SEÑALES REGLAMENTARIAS O REGULADORAS.**

###### **4.1.1. DEFINICIÓN.**

Las señales de reglamentación tienen por objeto indicar a los usuarios las limitaciones o restricciones que gobiernan el uso de la vía y cuyo incumplimiento constituye una violación al Reglamento de la circulación vehicular.

###### **4.1.2. CLASIFICACIÓN.**

Las señales de reglamentación se dividen en:

- Señales relativas al derecho de paso.
- Señales prohibitivas o restrictivas.
- Señales de sentido de circulación.

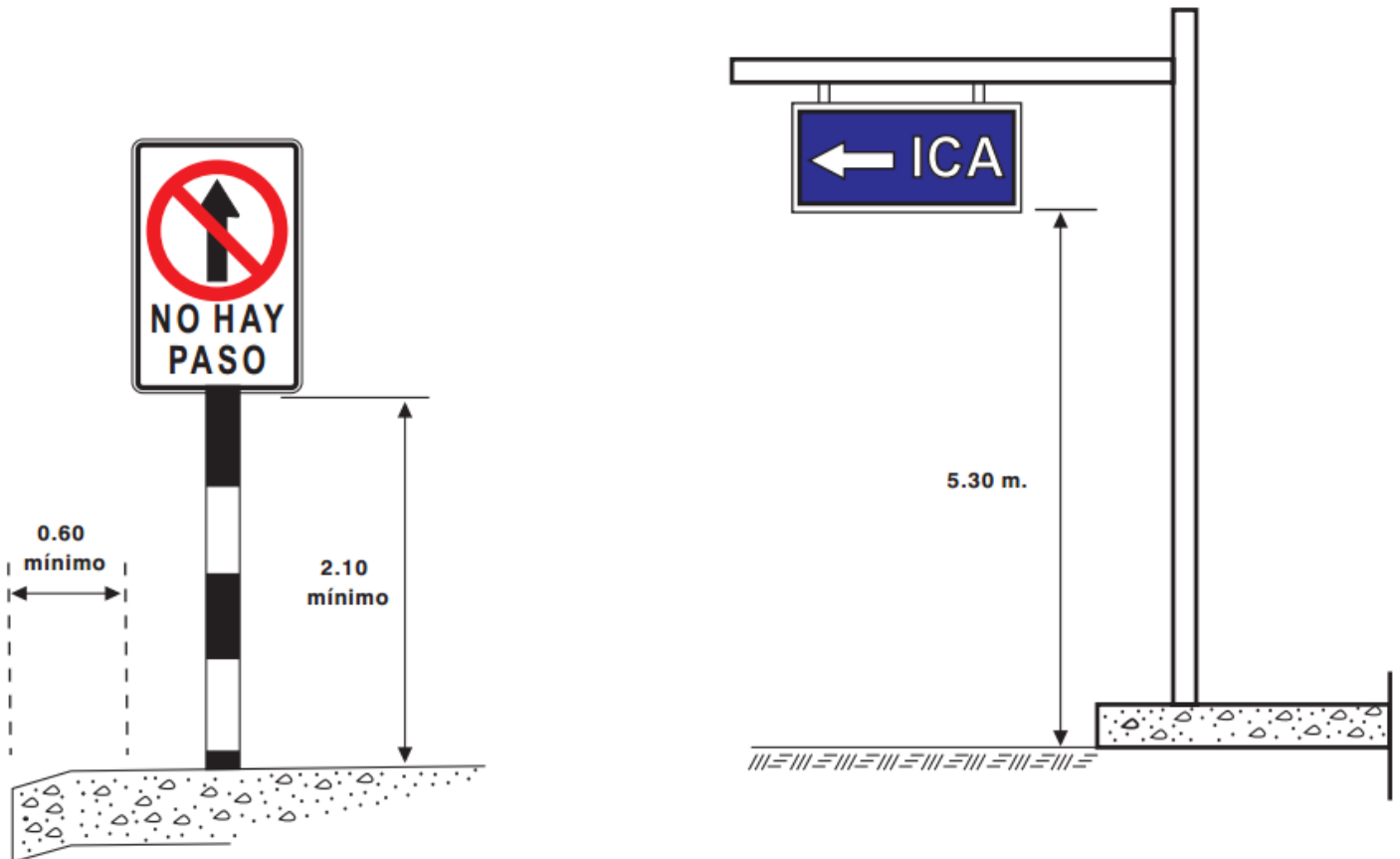
#### **RESENTADO POR:**

- Danny Daniel Saavedra Oré.
- Danilo Saavedra Oré.

#### 4.1.3. FORMA.

- Señales relativas al derecho de paso:
  - a) Señal de «PARE» (R-1) de forma octogonal.
  - b) Señal «CEDA EL PASO» (R-2) de forma triangular con uno de sus vértices en la parte inferior.
- Señales prohibitivas o restrictivas de forma circular inscritas en una placa rectangular con la leyenda explicativa del mensaje que encierra la simbología utilizada.
- Señales de sentido de circulación, de forma rectangular y con su mayor dimensión horizontal (R-14).

**FIGURA N°01: ALTURA DE LAS SEÑALES DE TRANSITO.**



### ZONA URBANA

**FUENTE:** Manual de Dispositivos de Control del Tránsito Automotor en Calles y Carreteras

**RESENTADO POR:**

- Danny Daniel Saavedra Oré.
- Danilo Saavedra Oré.



#### **4.1.4. COLORES.**

- Señales relativas al derecho de paso.  
Señal PARE (R-1) de color rojo, letras y marco blanco.  
Señal CEDA EL PASO (R-2) de color blanco con franja perimetral roja.
- Señales prohibitivas o restrictivas, de color blanco con símbolo y marcos negros; el círculo de color rojo, así como la franja oblicua trazada del cuadrante superior izquierdo al cuadrante inferior derecho que representa prohibición.
- Señales de sentido de circulación, de color negro con flecha blanca, la leyenda, en caso de utilizarse llevará letras negras.

#### **4.1.5. DIMENSIONES.**

Señal de «PARE» (R-1) Octágono de 0.75 m. x 0.75 m.

Señal de «CEDA EL PASO» (R-2)

Triángulo equilátero de lado 0.90 m

Señales prohibitivas: Placa Rectangular de 0.60 m. x 0.90 m. y de 0.80 m. x 1.20 m.

La prohibición se indicará con la diagonal que forma 45° con la vertical y su ancho será igual al ancho del círculo.

Las dimensiones de las señales de reglamentación deberán ser tales que el mensaje transmitido sea fácilmente comprendido y visible, variando su tamaño de acuerdo a lo siguiente:

- a) Carreteras, avenidas y calles: 0.60m x 0.90m
- b) Autopistas, caminos de alta velocidad: 0.80m x 1.20m

#### **4.1.6. UBICACIÓN.**

Deberán colocarse a la derecha en el sentido de tránsito, en ángulo recto con el eje de la vía, en el lugar donde exista la prohibición o restricción.

#### **RESENTADO POR:**

- Danny Daniel Saavedra Oré.
- Danilo Saavedra Oré.



#### **4.1.7. RELACIÓN DE SEÑALES REGULADORAS O DE REGLAMENTACIÓN UTILIZADAS.**

A continuación se presenta la relación de las señales consideradas en el Proyecto:

##### **(R-1) SEÑAL DE PARE**

Se usará exclusivamente para indicar a los conductores que deberán efectuar la detención de su vehículo.

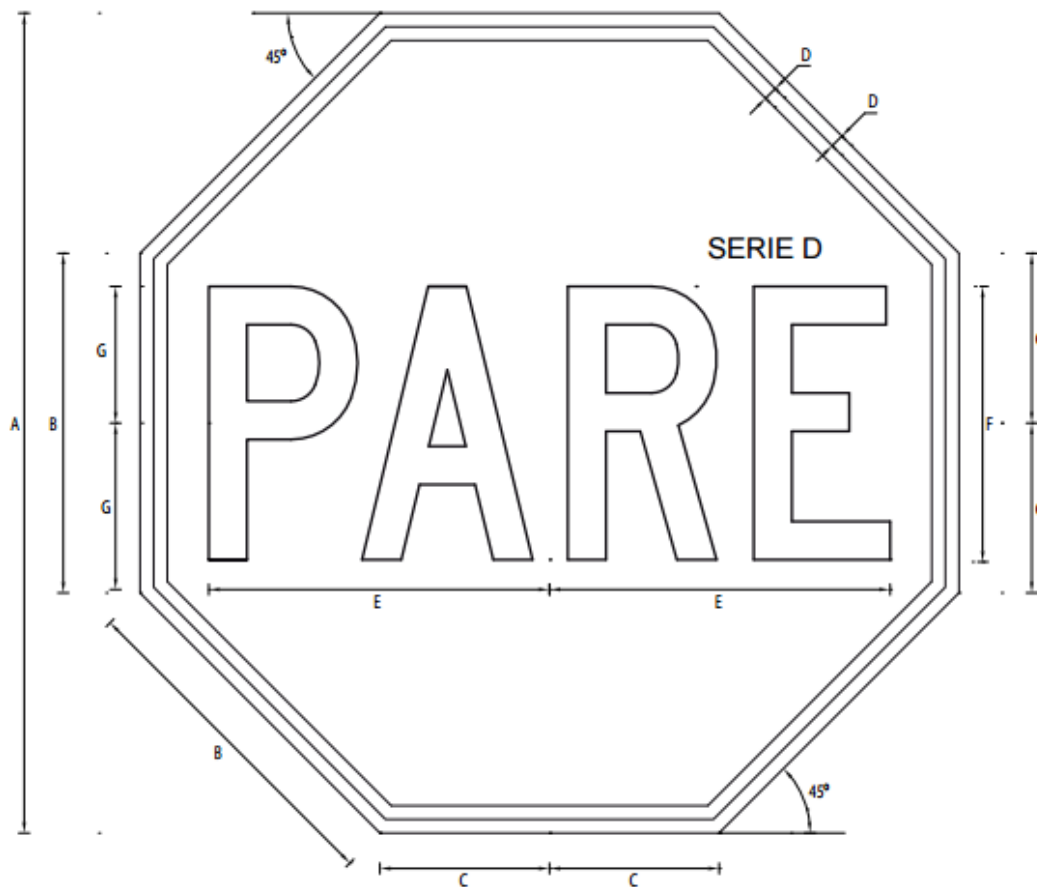
De forma octogonal de 0.75 m. entre lados paralelos, de color rojo con letras y marco blanco.

Se colocará donde los vehículos deban detenerse a una distancia del borde más cercano de la vía interceptada no menor de 2 m; generalmente se complementa esta señal con las marcas en el pavimento correspondiente a la línea de parada, cruce de peatones.

#### **RESENTADO POR:**

- Danny Daniel Saavedra Oré.
- Danilo Saavedra Oré.

FIGURA N°02: SEÑAL PARE (R-1).



R-1	DIMENSIONES (milímetros)							ALFABETO
	A	B	C	D	E	F	G	
600 x 600	600.0	248.5	124.3	10.0	249.6	200.0	100.0	SERIE D
750 x 750	750.0	310.6	155.4	12.5	312.0	250.0	125.0	SERIE D

**FUENTE:** Manual de Dispositivos de Control del Tránsito Automotor en Calles y Carreteras

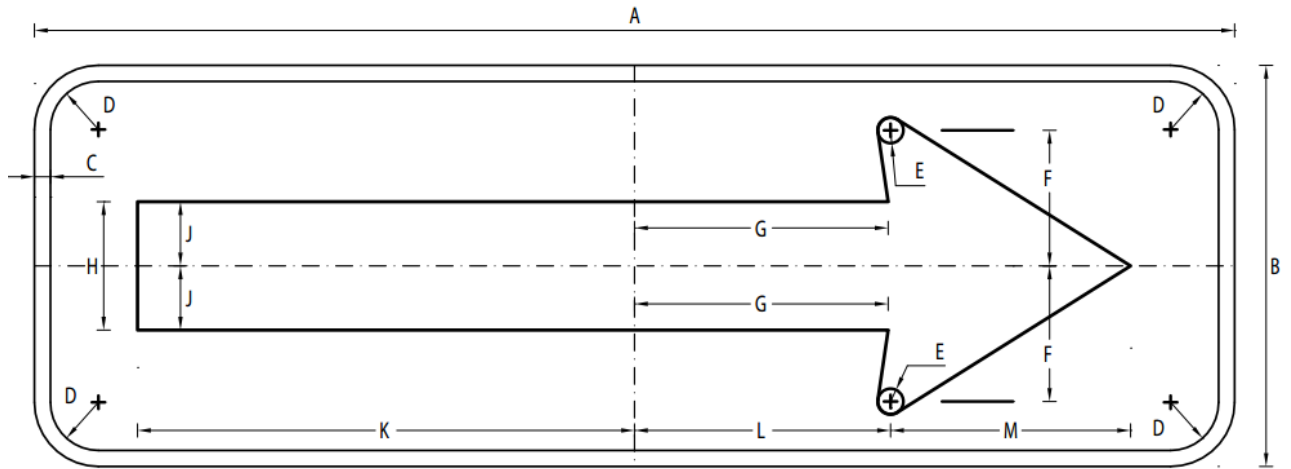
**(R-14A) SEÑAL SENTIDO DEL TRÁNSITO.**

La señal será de forma rectangular con su mayor dimensión horizontal, de 0.25m x 0.75m pudiéndose aumentar dichas dimensiones, respetándose la proporción 13, será de fondo negro, con flecha color blanco, llevando optativamente la leyenda "TRANSITO" en letras negras.

**RESENTADO POR:**

- Danny Daniel Saavedra Oré.
- Danilo Saavedra Oré.

**FIGURA N°03: SEÑAL SENTIDO DEL TRAFICO (R14 A).**



R-14A	DIMENSIONES (milímetros)								
	A	B	C	D	E	F	G	H	J
250 x 750	750.0	250.0	10.0	30.0	8.0	84.5	158.5	80.0	40.0
300 x 900	900.0	300.0	12.0	36.0	9.6	101.4	190.2	96.0	48.0

	K	L	M
250 x 750	310.6	160.0	150.0
300 x 900	372.7	192.0	180.0

**FUENTE:** Manual de Dispositivos de Control del Tránsito Automotor en Calles y Carreteras

**(R-16) SEÑAL PROHIBIDO ADELANTAR.**

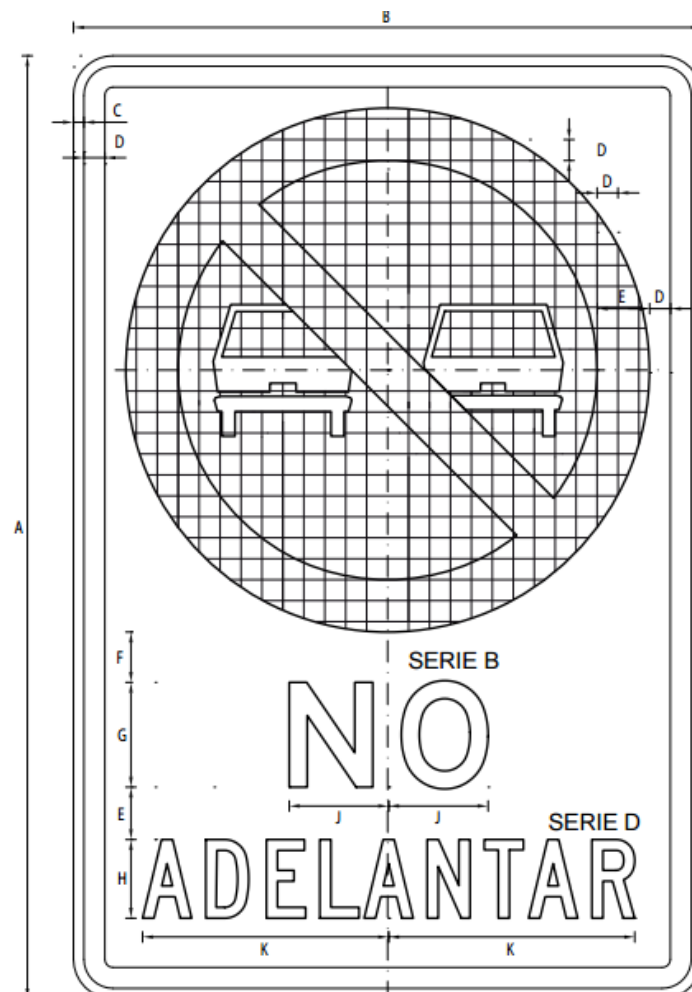
De forma y colores correspondientes a las señales prohibitivas. Se utilizará para indicar al conductor la prohibición de adelantar a otro vehículo, motivado generalmente por limitación de visibilidad. Se colocará al comienzo de las zonas de limitación.

**RESENTADO POR:**

- Danny Daniel Saavedra Oré.
- Danilo Saavedra Oré.



**FIGURA N°04: SEÑAL PROHIBIDO ADELANTAR (R-16).**



R-16	DIMENSIONES (milímetros)									
	A	B	C	D	E	F	G	H	J	K
900 x 600	900.0	600.0	10.0	20.0	50.0	48.0	100.0	75.0	79.5	235.0
1200 x 800	1200.0	800.0	13.3	26.7	66.7	72.0	125.0	100.0	99.4	313.3

**FUENTE:** Manual de Dispositivos de Control del Tránsito Automotor en Calles y Carreteras

**(R-30) SEÑAL VELOCIDAD MÁXIMA.**

De forma y colores correspondientes a las señales prohibitivas o restrictivas.

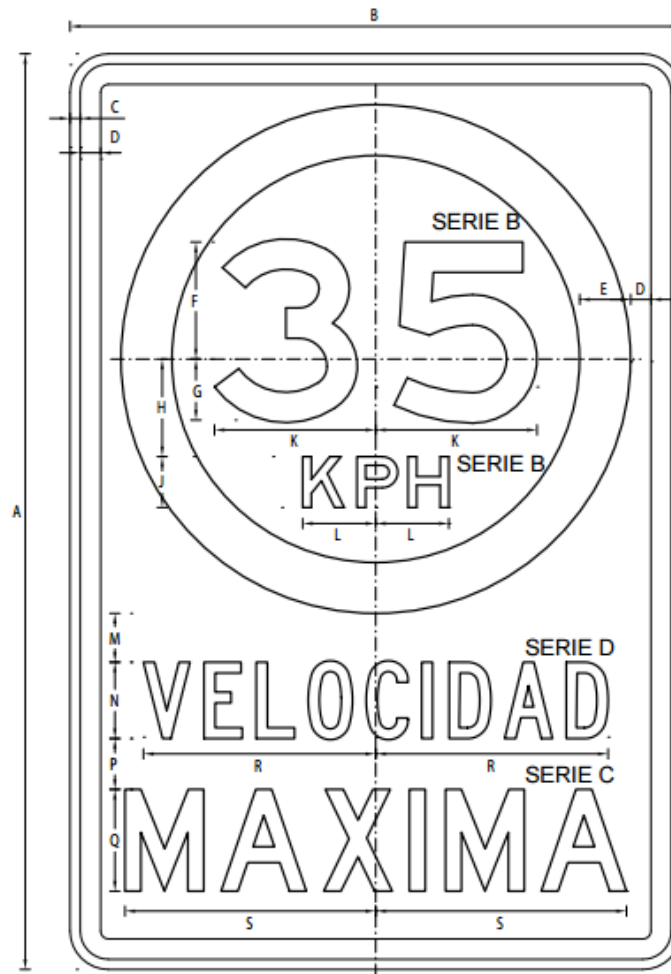
Se utilizará para indicar la velocidad máxima permitida a la cual podrán circular los vehículos.

Se emplea generalmente para recordar al usuario del valor de la velocidad reglamentaria y cuando, por razones de las características geométricas de la vía o aproximación a determinadas zonas (urbana, colegios), debe restringirse la velocidad.

**RESENTADO POR:**

- Danny Daniel Saavedra Oré.
- Danilo Saavedra Oré.

**FIGURA N°05: SEÑAL VELOCIDAD MÁXIMA (R-30).**



R-30	DIMENSIONES (milímetros)									
	A	B	C	D	E	F	G	H	J	
900 x 600	900.0	600.0	10.0	20.0	50.0	115.0	60.0	96.0	50.0	
1200 x 800	1200.0	800.0	13.3	26.7	66.7	153.3	96.7	142.0	66.7	

	K	L	M	N	P	Q	R	S
900 x 600	158.3	71.7	48.0	75.0	50.0	100.0	228.0	246.1
1200 x 800	211.1	93.2	68.0	100.0	66.7	125.0	304.0	307.6

**FUENTE:** Manual de Dispositivos de Control del Tránsito Automotor en Calles y Carreteras

**RESENTADO POR:**

- Danny Daniel Saavedra Oré.
- Danilo Saavedra Oré.



## **4.2. SEÑALES PREVENTIVAS.**

### **4.2.1. DEFINICIÓN.**

Las señales preventivas o de prevención son aquellas que se utilizan para indicar con anticipación la aproximación de ciertas condiciones de la vía o concurrentes a ella que implican un peligro real o potencial que puede ser evitado tomando ciertas precauciones necesarias.

### **4.2.2. FORMA.**

Serán de forma cuadrada con uno de sus vértices hacia abajo formando un rombo, a excepción de las señales especiales de «ZONA DE NO ADELANTAR» que serán de forma triangular tipo banderola horizontal, las de indicación de curva «CHEVRON» que serán de forma rectangular y las de «PASO A NIVEL DE LINEA FERREA» (Cruz de San Andrés) que será de diseño especial.

### **4.2.3. COLOR.**

Fondo y borde: Amarillo caminero Símbolos, letras y marco: Negro

### **4.2.4. DIMENSIONES.**

Las dimensiones de las señales preventivas deberán ser tales que el mensaje transmitido sea fácilmente comprendido y visible, variando su tamaño de acuerdo a la siguiente recomendación:

- a) Carreteras, avenidas y calles: 0.60m x 0.60m
- b) Autopistas, Caminos de alta velocidad: 0.75m x 0.75m

En casos excepcionales, y cuando se estime necesario llamar preferentemente la atención como consecuencia de alto índice de accidentes, se utilizarán señales de 0.90m x 0.90m 6 de 1.20m x 1.20m.

### **4.2.5. UBICACIÓN.**

Deberán colocarse a una distancia del lugar que se desea prevenir, de modo tal que permitan al conductor tener tiempo suficiente para disminuir su velocidad; la distancia será determinada de tal manera

#### **RESENTADO POR:**

- Danny Daniel Saavedra Oré.
- Danilo Saavedra Oré.



que asegure su mayor eficacia tanto de día como de noche, teniendo en cuenta las condiciones propias de la vía.

Se ubicarán a la derecha en ángulo recto frente al sentido de circulación.

En general las distancias recomendadas son:

- En zona urbana 60m - 75m.
- En zona rural 90m - 180m.
- En autopista 250m - 500m.

#### **4.2.6. RELACIÓN DE SEÑALES PREVENTIVAS UTILIZADAS.**

A continuación se presenta la relación de las señales consideradas en el Proyecto:

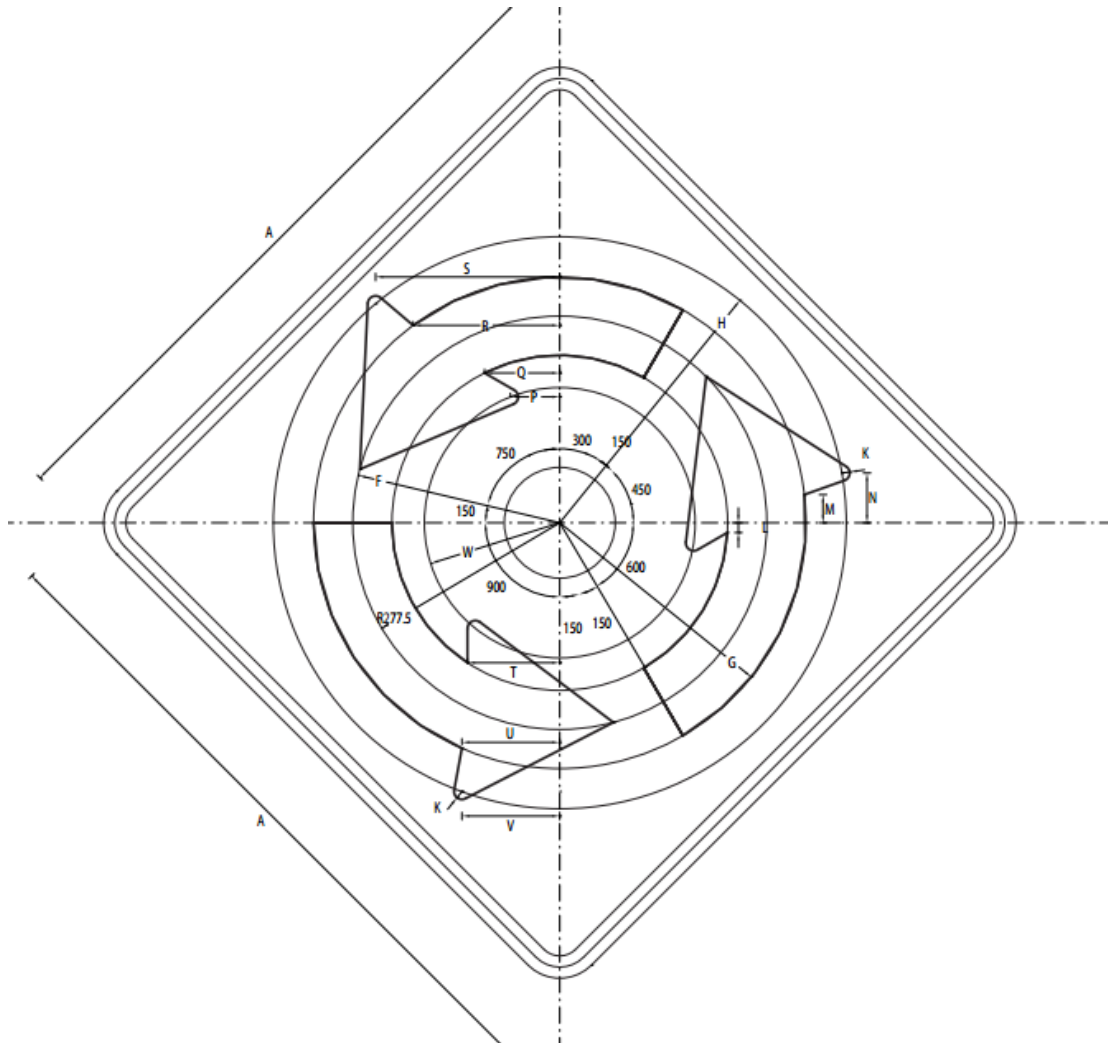
##### **(P-15) SEÑAL INTERSECCIÓN ROTATORIA**

Esta señal se utilizará para advertir al conductor la proximidad de una intersección rotatoria (óvalo o rotonda).

#### **RESENTADO POR:**

- Danny Daniel Saavedra Oré.
- Danilo Saavedra Oré.

**FIGURA N°06: SEÑAL INTERSECCIÓN ROTATORIA (P-15).**



P-15	DIMENSIONES (milímetros)										
	A	B	C	D	E	F	G	H	J	K	L
600 x 600	600,0	10,0	10,0	121,0	150,0	185,0	220,0	256,0	19,5	7,0	8,5
750 x 750	750,0	12,5	12,5	151,3	187,5	231,3	275,0	320,0	24,4	8,8	10,6
900 x 900	900,0	15,0	15,0	181,5	225,0	277,5	330,0	384,0	29,3	10,5	12,8

	M	N	P	Q	R	S	T	U	V	W
600 x 600	23,3	42,0	43,0	68,0	131,0	163,5	75,5	87,5	89,0	82,0
750 x 750	29,1	52,5	53,8	85,0	163,8	204,4	94,4	109,4	111,3	102,5
900 x 900	35,0	63,0	64,5	102,0	196,5	245,3	113,3	131,3	133,5	123,0

**FUENTE:** Manual de Dispositivos de Control del Tránsito Automotor  
 en Calles y Carreteras

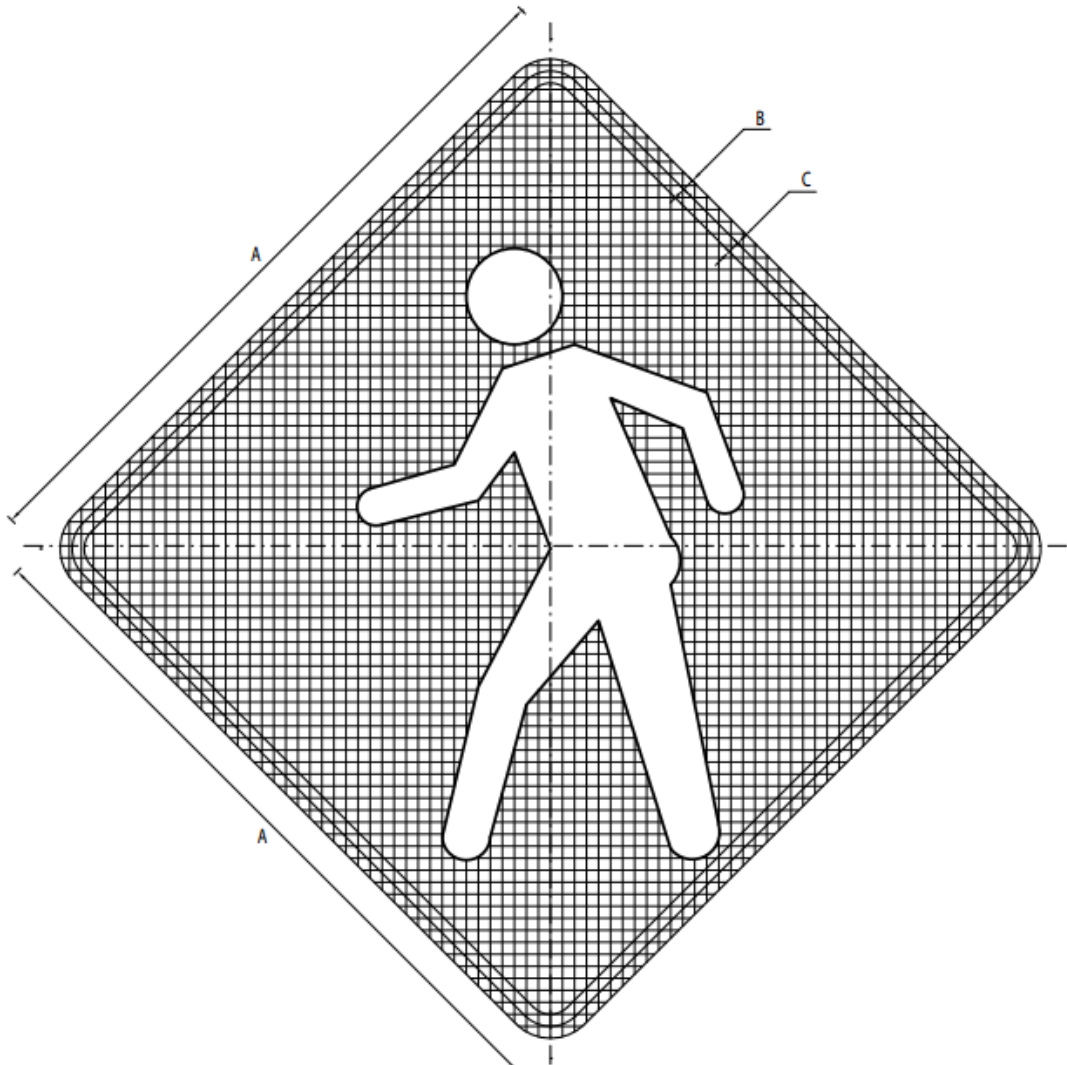
**RESENTADO POR:**

- Danny Daniel Saavedra Oré.
- Danilo Saavedra Oré.

### (P-48) SEÑAL CRUCE DE PEATONES

Se utilizará para advertir la proximidad de cruces peatonales. Los Cruces Pevtonales se delimitarán mediante marcas en el pavimento.

**FIGURA N°07:** SEÑAL CRUCE DE PEATONES (P-48).



P-48	DIMENSIONES (milímetros)			
	A	B	C	CUADRICULA
600 x 600	600,0	10,0	10,0	10 x 10
750 x 750	750,0	12,5	12,5	12.5 x 12.5
900 x 900	900,0	15,0	15,0	15 x 15

**FUENTE:** Manual de Dispositivos de Control del Tránsito Automotor en Calles y Carreteras

**RESENTADO POR:**

- Danny Daniel Saavedra Oré.
- Danilo Saavedra Oré.



### **4.3. SEÑALES INFORMATIVAS.**

#### **4.3.1. DEFINICIÓN.**

Las señales de información tienen como fin el de guiar al conductor de un vehículo a través de una determinada ruta, dirigiéndolo al lugar de su destino. Tienen también por objeto identificar puntos notables tales como: ciudades, ríos, lugares históricos, etc. y dar información que ayude al usuario en el uso de la vía. En algunos casos incorporar señales preventivas y/o reguladoras así como indicadores de salida en la parte superior.

#### **4.3.2. CLASIFICACIÓN.**

Las señales de información se agrupan de la siguiente manera:

- a. Señales de Dirección
  - Señales de destino
  - Señales de destino con indicación de distancias
  - Señales de indicación de distancias
- b. Señales Indicadoras de Ruta
- c. Señales de Información General
  - Señales de Información
  - Señales de Servicios Auxiliares

Las Señales de Dirección, tienen por objeto guiar a los conductores hacia su destino o puntos intermedios. Los Indicadores de Ruta sirven para mostrar el número de ruta de las carreteras, facilitando a los conductores la identificación de ellas durante su itinerario de viaje. Las Señales de Información General se utilizan para indicar al usuario la ubicación de lugares de interés general así como los principales servicios públicos conexos con las carreteras (Servicios Auxiliares).

#### **4.3.3. FORMA.**

La forma de las señales informativas será la siguiente:

#### **RESENTADO POR:**

- Danny Daniel Saavedra Oré.
- Danilo Saavedra Oré.



**Señales de Dirección y Señales de Información General**, a excepción de las señales auxiliares, sean de forma rectangular con su mayor dimensión horizontal.

#### 4.3.4. COLORES.

Señales de dirección:

En las autopistas y carreteras importantes, en el área rural, el fondo será de color verde con letras, flechas y marco blanco

En las carreteras secundarias, la señal tendrá fondo blanco, letras y flechas negras.

En las autopistas y avenidas importantes, en el área urbana, el fondo será de color azul con letras, flechas y marco blanco, esto como forma de diferenciar las carreteras del área urbana

**Señales Indicadores de Ruta:** De acuerdo a lo indicado en el diseño mostrado.

**Señales de información General:** Similar a las señales de dirección, a excepción de las señales de servicios auxiliares.

**Señales de Servicios Auxiliares:** Serán de fondo azul con un recuadro blanco, símbolo negro y letras blancas. La señal de primeros auxilios médicos llevará el símbolo correspondiente a una cruz de color rojo sobre fondo blanco.

#### 4.3.5. DIMENSIONES.

##### **SEÑALES DE DIRECCIÓN Y SEÑALES DE DIRECCIÓN CON INDICACIÓN DE DISTANCIAS**

El tamaño de la señal dependerá, principalmente, de la longitud del mensaje, altura y serie de las letras utilizadas para obtener una adecuada legibilidad.

##### **SEÑALES INDICADORES DE RUTA**

De dimensiones especiales de acuerdo al diseño mostrado.

##### **SEÑALES DE INFORMACIÓN GENERAL**

De dimensiones especiales de acuerdo al diseño mostrado.

#### RESENTADO POR:

- Danny Daniel Saavedra Oré.
- Danilo Saavedra Oré.





#### **4.3.6. NORMAS DE DISEÑO.**

En lo concerniente a las señales de Dirección e Información General. Se seguirán las siguientes normas de Diseño:

- El borde y marco de la señal, tendrán un ancho mínimo de 1 cm y máximo de 2 cm.
- Las esquinas de las placas de las señales se redondearán con un radio de curvatura de 2 cm. como mínimo y 6 cm. como máximo, de acuerdo al tamaño de la señal.
- La distancia de la línea interior del marco a los límites superior e inferior de los renglones inmediatos será de  $1/2$  a  $3/4$  de la altura de las letras mayúsculas.
- La distancia entre regiones será de  $1/2$  a  $3/4$  de la altura de las letras mayúsculas.
- La distancia de la línea interior del marco a la primera o la última letra del región más largo variará entre  $1/2$  a 1 de la altura de las letras mayúsculas.
- La distancia entre palabras variará entre 0,5 a 1.0 de altura de las letras mayúsculas.
- Cuando haya números la distancia mínima horizontal entre palabra y número será igual a la altura de las letras mayúsculas.
- Cuando haya flechas, la distancia mínima entre palabra y flecha será igual a la altura de las letras mayúsculas.
- Cuando haya flecha y escudo, la distancia entre la flecha y el escudo será de  $1/2$  la altura de las letras mayúsculas.
- Las letras a utilizarse sean mayúsculas o minúsculas y serán diseñadas de acuerdo a lo indicado en el alfabeto modelo que se muestra. Asimismo las distancias entre letras deberán cumplir con lo indicado en el mencionado alfabeto modelo.
- El diseño de la flecha será el mismo para las tres (3) posiciones: vertical, horizontal y diagonal. Su longitud será 1.5 veces la altura de la letra mayúscula, la distancia de la línea interior del marco a la flecha será de 0.5 - 1.0 veces la altura de las letras mayúsculas.

#### **RESENTADO POR:**

- Danny Daniel Saavedra Oré.
- Danilo Saavedra Oré.



- El orden en que se colocarán los puntos de destino será el siguiente: primero el de dirección recta; segundo el de dirección izquierda y el tercero en dirección derecha.
- Cuando la señal tenga dos (2) renglones con flecha vertical, se podrá usar una sola flecha para las dos regiones, con una altura equivalente a la suma de las alturas de las letras más el espacio de los renglones.
- Para dos (2) renglones con flechas en posición diagonal se podrá usar una sola flecha de longitud equivalente a la suma de las alturas de las letras más el espacio entre renglones y aumentada en una cuarta parte de la suma anterior.
- Las señales informativas de dirección deben limitarse a tres (3) renglones de leyendas; en el caso de señales elevadas solo dos.
- En las autopistas, la altura de las letras será como mínimo de 0.30m. si son mayúsculas y de 0.20m. si son minúsculas. En las avenidas y demás carreteras la altura de las letras será, como mínimo las mayúsculas de 0.15m. y 0.10m las minúsculas.

#### **4.3.7. UBICACIÓN.**

Las señales de información por regla general deberán colocarse en el lado derecho de la carretera o avenida para que los conductores puedan ubicarla en forma oportuna y condiciones propias de las autopista, carretera, avenida o calle, dependiendo, asimismo de la velocidad, alineamiento, visibilidad y condiciones de la vía, ubicándose de acuerdo al resultado de los estudios respectivos.

Bajo algunas circunstancias, las señales podrán ser colocadas sobre las islas de canalización o sobre el lado izquierdo de la carretera.

Los requerimientos operacionales en las carreteras o avenidas hacen necesaria la instalación de señales elevadas en diversas localizaciones.

Los factores que justifican la colocación de señales elevadas son los siguientes:

- a) Alto volumen de tránsito.
- b) Diseño de intercambios viales.

#### **RESENTADO POR:**

- Danny Daniel Saavedra Oré.
- Danilo Saavedra Oré.



- c) Tres o más carriles en cada dirección.
- d) Restringida visión de distancia.
- e) Desvíos muy cercanos.
- f) Salidas multi carril.
- g) Alto porcentaje de camiones.
- h) Alta iluminación en el medio ambiente.
- i) Tránsito de alta velocidad.
- j) Consistencia en los mensajes de las señales durante una serie de intercambios.
- k) Insuficiente espacio para colocar señales laterales.
- l) Rampas de salida en el lado izquierdo.

#### **4.3.8. RELACIÓN DE SEÑALES INFORMATIVAS UTILIZADAS.**

A continuación se presenta la relación de las señales consideradas en el Proyecto:

##### **SEÑALES DE LOCALIZACIÓN**

Servirán para indicar poblaciones o lugares de interés tales como: ríos, poblaciones etc. Serán de forma rectangular con su mayor dimensión horizontal.

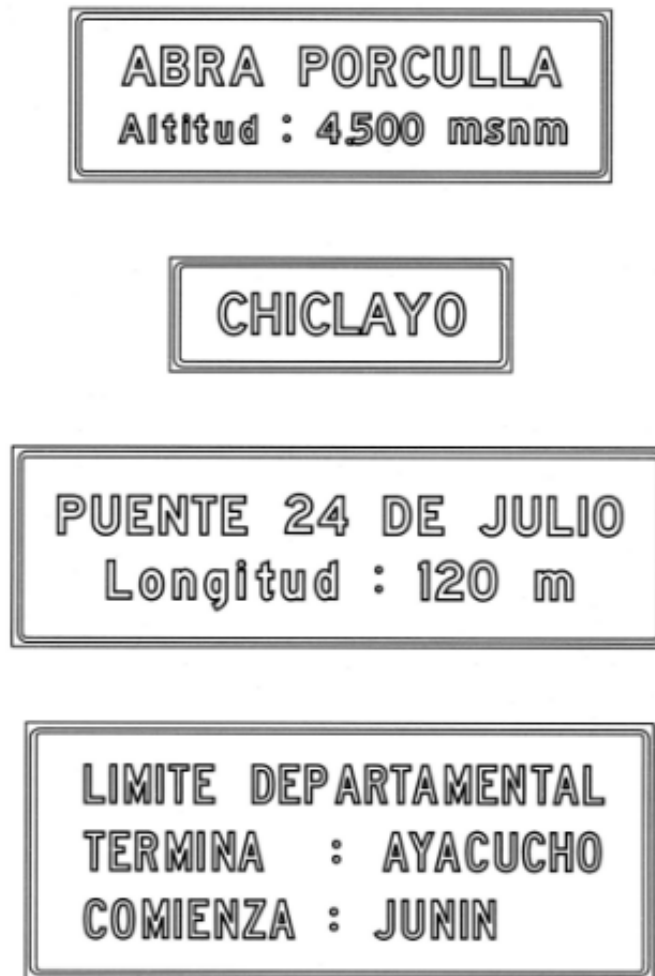
La mínima dimensión correspondiente al rectángulo de la señal será de 0.50m.

A continuación se presentan modelos de estas señales:

#### **RESENTADO POR:**

- Danny Daniel Saavedra Oré.
- Danilo Saavedra Oré.

**FIGURA N°08:** SEÑALES DE LOCALIZACIÓN.



**FUENTE:** Manual de Dispositivos de Control del Tránsito Automotor en Calles y Carreteras

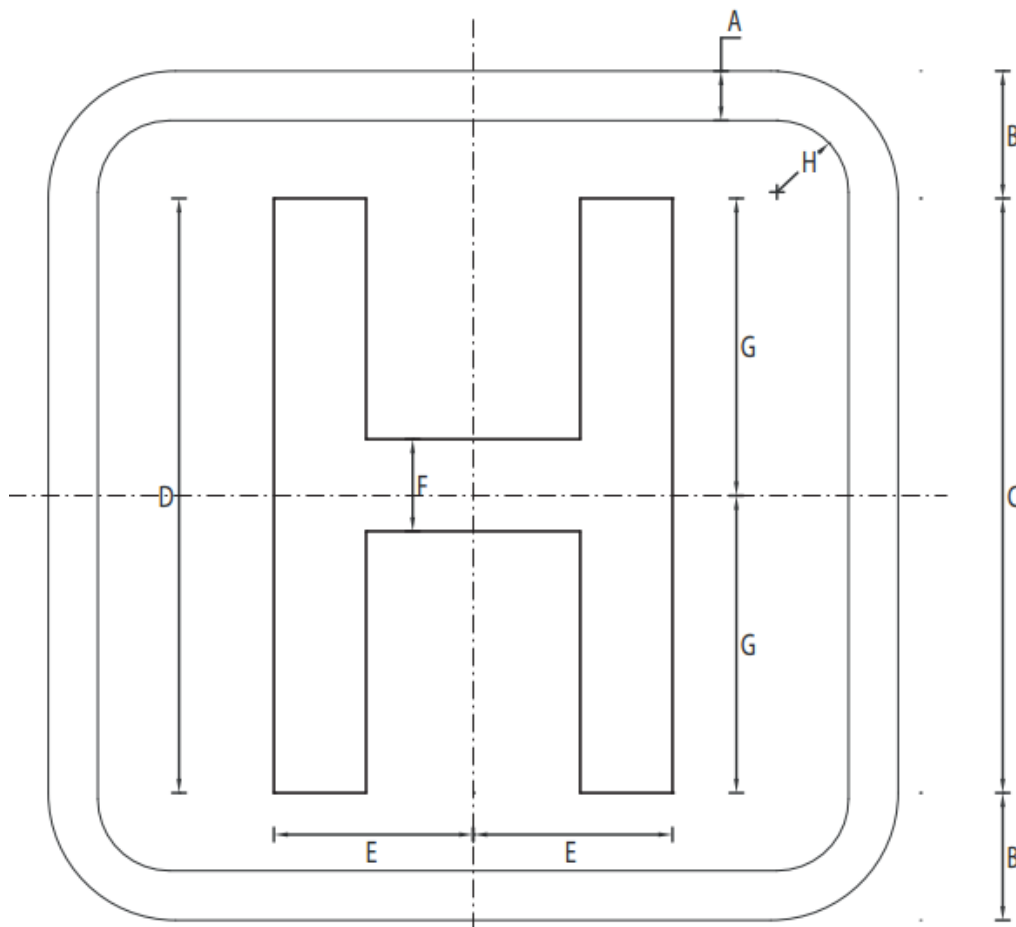
**(I-29) HOSPITAL**

Se utilizará para indicar al usuario de la existencia de establecimientos hospitalarios donde pueden recibir atención médica.

**RESENTADO POR:**

- Danny Daniel Saavedra Oré.
- Danilo Saavedra Oré.

**FIGURA N°09: SEÑAL DE HOSPITAL (I-29).**



I-29	DIMENSIONES (milímetros)						
	A	B	C	D	E	F	G
600 x 500	35.0	90.0	420.0	420.0	140.7	65.1	210.0
750 x600	43.8	112.5	525.0	525.0	175.9	81.4	262.5

**FUENTE:** Manual de Dispositivos de Control del Tránsito Automotor en Calles y Carreteras

**4.3.9. SEÑALES ELEVADAS.**

En autopistas y carreteras de gran velocidad, en las vías principales así como en las vías exclusivas para el transporte público en el área urbana se usan señales elevadas y suspendidas de estructuras especiales .que permiten ubicarlas encima del tránsito vehicular para el cual está diseñado el mensaje informativo.

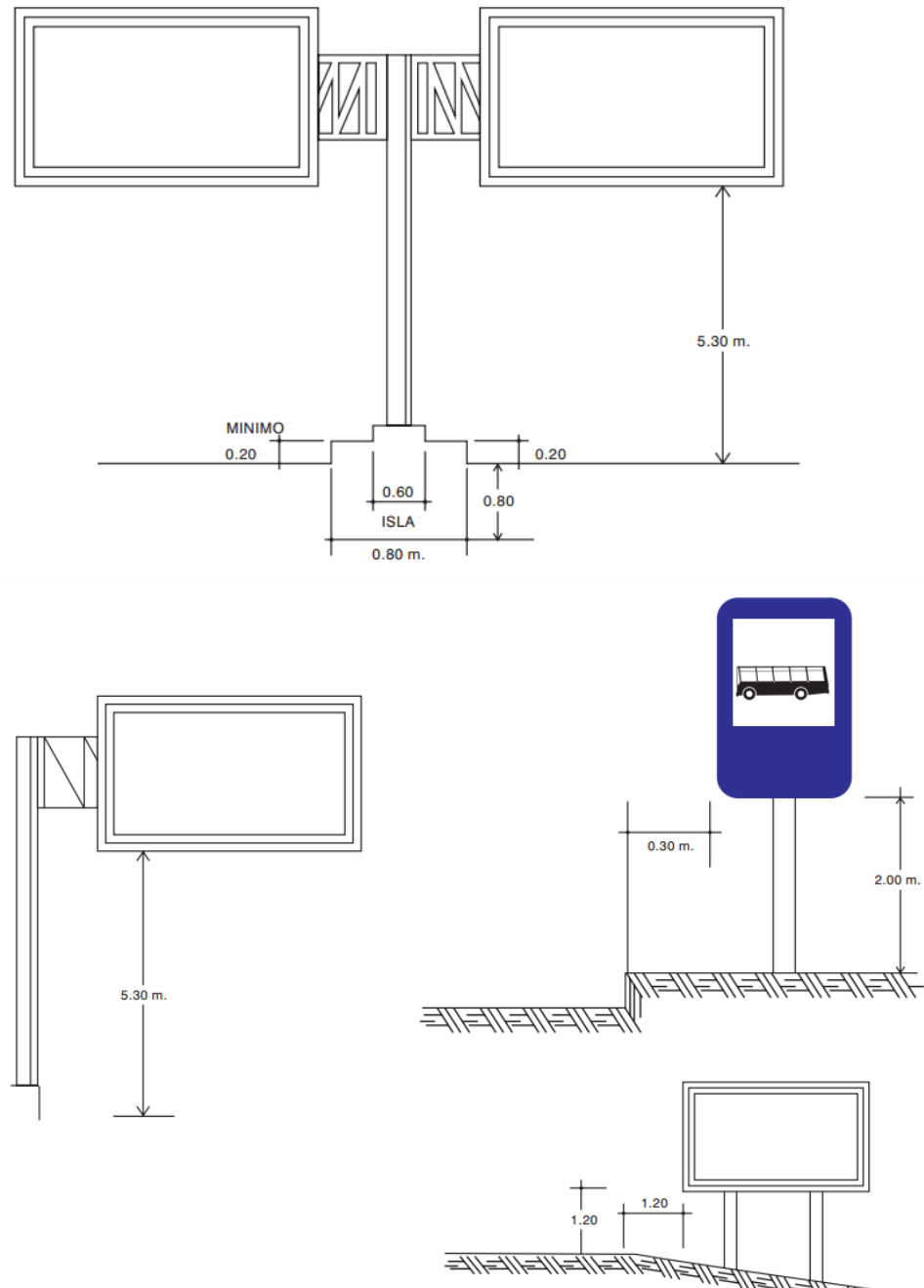
El diseño a adoptar dependerá de cada caso debiéndose, en lo referente al diseño de las letras, elegir un tamaño que está de

**RESENTADO POR:**

- Danny Daniel Saavedra Oré.
- Danilo Saavedra Oré.

acuerdo a la distancia de legibilidad que se requiera; generalmente letras de altura no menor de 15cm. son utilizadas y cuando el mensaje se refiere a un determinado carril o carriles la flecha será en dirección vertical hacia abajo.

**FIGURA N°10: SEÑALES ELEVADAS.**



**FUENTE:** Manual de Dispositivos de Control del Tránsito Automotor en Calles y Carreteras

**RESENTADO POR:**

- Danny Daniel Saavedra Oré.
- Danilo Saavedra Oré.



## **5. SEÑALES HORIZONTALES.**

### **5.1. MARCAS SOBRE EL PAVIMENTO.**

Las marcas en el pavimento o en los obstáculos son utilizados con el objeto de reglamentar el movimiento de vehículos e incrementar la seguridad en su operación. Sirven, en algunos casos, como suplemento a las señales y semáforos en el control del tránsito; en otros constituye un único medio, desempeñando un factor de suma importancia en la regulación de la operación del vehículo en la vía.

#### **5.1.1. AUTORIDAD LEGAL.**

Las líneas y marcas en el pavimento u obstáculos solo podrán ser diseñadas y colocadas por la autoridad competente según las normas que establece el presente Manual y las especificaciones que con tal objeto se confeccionen

#### **5.1.2. UNIFORMIDAD.**

Las marcas en el pavimento deberán ser uniformes en su diseño, posición y aplicación; ello es imprescindible a fin de que el conductor pueda reconocerlas e interpretarlas rápidamente.

#### **5.1.3. CLASIFICACIÓN.**

Teniendo en cuenta el propósito, las marcas en el pavimento se clasifican en:

##### **A. Marcas en el pavimento**

- Línea central.
- Línea de carril.
- Marcas de prohibición de alcance y paso a otro vehículo.
- Línea de borde de pavimento.
- Líneas canalizadoras del tránsito.
- Marcas de aproximación de obstáculos.
- Demarcación de entradas y salidas de Autopistas.
- Líneas de parada.
- Marcas de paso peatonal.

#### **RESENTADO POR:**

- Danny Daniel Saavedra Oré.
- Danilo Saavedra Oré.



- Aproximación de cruce a nivel con línea férrea.
- Estacionamiento de vehículos.
- Letras y símbolos.
- Marcas para el control de uso de los carriles de circulación
- Marcas en los sardineles de prohibición de estacionamiento en la vía pública.

#### **B. Marcas en los obstáculos**

- Obstáculos en la vía.
- Obstáculos fuera de la vía.

#### **C. Demarcadores reflectores**

- Demarcadores de peligro.
- Delineadores.

#### **5.1.4. MATERIALES.**

Los materiales que pueden ser utilizados para demarcar superficies de rodadura, bordes de calles o carreteras y objetos son la pintura convencional de tráfico TTP-115 F (caucho clorado alquídico), base al agua para tráfico (acrílica), epóxica, termoplástica, concreto coloreado o cintas adhesivas para pavimento. Para efectuar las correcciones y/o borrado se podrá emplear la pintura negra TTP-1 10 C (caucho clorado alquídico) u otras que cumplan la misma función. Todas estas de acuerdo a Standard Specifications for Construction of Road and Bridges on Federal Highways Projects (EE.UU.) y a las «Especificaciones Técnicas de Calidad de Pinturas para Obras Viales» aprobado por R. D. N° 851-98-MTC/15.17 del 14 de diciembre de 1998.

La demarcación con pintura puede hacerse en forma manual o con máquina, recomendándose esta última ya que la pintura es aplicada a presión, haciendo que ésta penetre en los poros del pavimento, dándole más duración.

Los marcadores individuales de pavimento URPM o demarcador reflectivo son elementos plásticos, metálicos o cerámicos con partes

#### **RESENTADO POR:**

- Danny Daniel Saavedra Oré.
- Danilo Saavedra Oré.





reflectantes con un espesor no mayor a dos centímetros (2.0 cm.) pudiendo ser colocados continuamente o separados.

Serán utilizados como guías de posición, como complemento de las otras marcas en el pavimento o en algunos casos como sustituto de otros tipos de marcadores. Estos marcadores son muy útiles en curvas, zonas de neblina, túneles, puentes y en muchos lugares en que se requiera alta visibilidad, tanto de día como de noche.

El color de los marcadores estará de acuerdo al color de las otras marcas en el pavimento y que sirven como guías. El blanco y el amarillo son utilizados solos o en combinación con las líneas pintadas en el pavimento consolidando el mismo significado.

Los marcadores tienen elementos reflectantes incorporados a ellos y se dividen en monodireccionales, es decir, en una sola dirección del tránsito y bidireccionales, es decir, en doble sentido del tránsito.

Los marcadores individuales mayores a 5.7 cm. se usarán sólo para formar sardineles o islas canalizadoras del tránsito.

#### 5.1.5. COLORES.

Los colores de pintura de tráfico u otro elemento demarcador a utilizarse en las marcas en el pavimento serán blanco y amarillo, cuyas tonalidades deberán conformarse con aquellas especificadas en el presente manual.

- **Las Líneas Blancas:** Indican separación de las corrientes vehiculares en el mismo sentido de circulación.
- **Las Líneas Amarillas:** Indican separación de las corrientes vehiculares en sentidos opuestos de circulación.

Por otro lado, los colores que se pueden emplear en los demarcadores reflectivos, además del blanco y el amarillo, son el rojo y el azul, por las siguientes razones:

**Rojo:** indica peligro o contra el sentido del tránsito.

**Azul:** indica la ubicación de hidrantes contra incendios.

#### RESENTADO POR:

- Danny Daniel Saavedra Oré.
- Danilo Saavedra Oré.



#### **5.1.6. TIPO Y ANCHO DE LAS LINEAS LONGITUDINALES.**

Los principios generales que regulan el marcado de las líneas longitudinales en el pavimento son:

- Líneas segmentadas o discontinuas, sirven para demarcar los carriles de circulación del tránsito automotor.
- Líneas continuas, sirven para demarcar la separación de las corrientes vehiculares, restringiendo la circulación vehicular de tal manera que no deba ser cruzada.
- El ancho normal de las líneas es de 0.10 m. a 0.15 m. para las líneas longitudinales de línea central y línea de carril, así como de las líneas de barrera.
- Las líneas continuas dobles indican máxima restricción.

Para las líneas de borde del pavimento tendrán un ancho de 0.10 m.

#### **5.1.7. REFLECTORIZACIÓN.**

En el caso de la pintura de tráfico tipo TTP-115-F y con el fin de que sean visibles las marcas en el pavimento en la noche, ésta deberá llevar microesferas de vidrio integradas a la pintura o esparcidas en ella durante el momento de aplicación.

Dosificación de esferas de vidrio recomendadas.

Pistas de Aeropuertos: 4.5 kg/Gal.

Carreteras y autopistas: 3.5 kg/Gal.

Vías Urbanas: 2.5 kg/Gal.

#### **5.1.8. MANTENIMIENTO.**

Las marcas en el pavimento y en obstáculos adyacentes a la vía deberán mantenerse en buena condición.

La frecuencia para el repintado de las marcas en el pavimento depende del tipo de superficie de rodadura, composición y cantidad de pintura aplicada, clima y volumen vehicular.

#### **RESENTADO POR:**

- Danny Daniel Saavedra Oré.
- Danilo Saavedra Oré.



## **5.2. MARCAS EN EL PAVIMENTO Y BORDES DE PAVIMENTO UTILIZADOS.**

### **5.2.1. LINEA CENTRAL.**

En el caso de una calzada de dos carriles de circulación que soporta el tránsito en ambos sentidos, se utilizará una línea discontinua cuando es permitido cruzar y cuyos segmentos serán de 4.50 m de longitud espaciados 7.50 m en carreteras; en la ciudad será de 3 m y 5 m respectivamente.

En el caso de una calzada de cuatro o más carriles de circulación que soporta el tránsito en ambos sentidos y sin separador central se usará, como línea central, la doble línea continua de 0.10m o 0.15m de ancho espaciadas en 0.10 m y de color amarillo.

La doble línea amarilla demarcadora del eje de la calzada, significa el establecer una barrera imaginaria que separa las corrientes de tránsito en ambos sentidos; el eje de la calzada coincidirá con el eje del espaciamiento entre las dos líneas continuas y paralelas.

Se recomienda el marcado de la línea central en todas las calzadas de dos o más carriles de circulación que soportan tránsito en ambos sentidos sin separador central, cuyo volumen de tránsito sea significativo y cuando la incidencia de accidentes lo ameriten.

### **5.2.2. LINEA DE CARRIL.**

Las líneas de carril son utilizadas para separar los carriles de circulación que transitan en la misma dirección. Las líneas de carril deberán usarse:

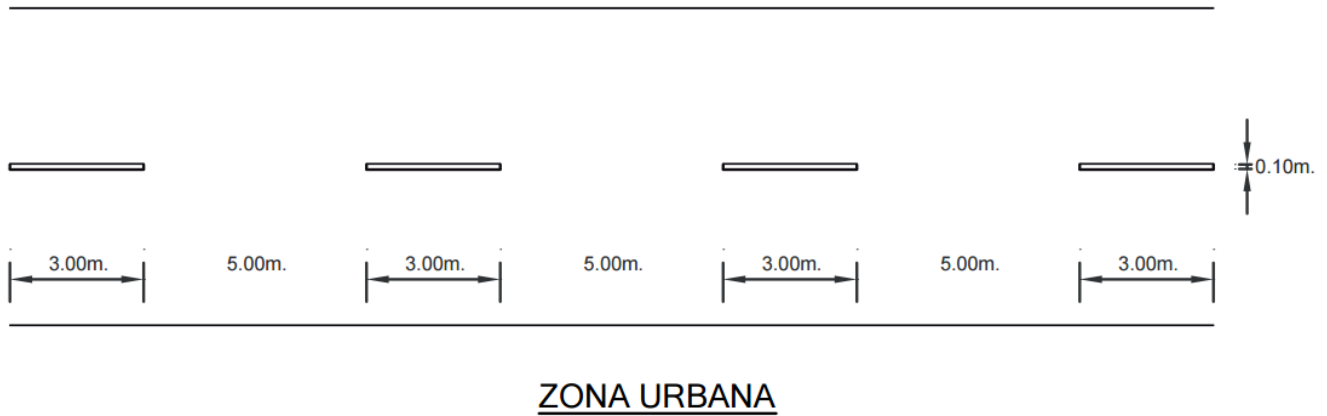
- a) En todas las Autopistas, carreteras, avenidas de múltiples carriles de circulación.
- b) En lugares de congestión del tránsito en que es necesario una mejor distribución del espacio correspondiente a las trayectorias de los vehículos.

#### **RESENTADO POR:**

- Danny Daniel Saavedra Oré.
- Danilo Saavedra Oré.

Las líneas de carril son líneas discontinuas o segmentadas, de ancho 0.10m - 0.15m, de color blanco y cuyos segmentos serán de 4.50m de longitud espaciadas 7.50m en el caso de carreteras; en la zona urbana será de 3m y 5m, respectivamente.

**FIGURA N°11: LINEAS DE CARRIL.**



### ZONA URBANA

**FUENTE:** Manual de Dispositivos de Control del Tránsito Automotor en Calles y Carreteras

#### **5.2.3. ZONAS DONDE SE PROHIBE ADELANTAR.**

El marcado de líneas que prohíben adelantar tiene por objeto el señalar aquellos tramos del camino cuya distancia de visibilidad es tal que no permite al conductor efectuar con seguridad la maniobra de alcance y paso a otro vehículo.

La distancia de visibilidad en una curva vertical es la distancia que un objeto a 1.20 m de la superficie del pavimento puede ser vista desde otro punto a 1.20 m sobre la superficie del pavimento. Asimismo, la distancia de visibilidad de pase sobre una curva horizontal es la distancia medida a lo largo de la línea central (o línea del carril derecho en una carretera de tres carriles) entre dos puntos a 1.20 m sobre el pavimento en una línea tangente a la obstrucción que corta la visibilidad hacia dentro de la curva. Las zonas donde la distancia de visibilidad es igual o menor que la numeración abajo señalada

**RESENTADO POR:**

- Danny Daniel Saavedra Oré.
- Danilo Saavedra Oré.



para valores predominantes de Velocidad 85 Percentil o Velocidad Directriz (el que sea más alto), deben ser demarcadas:

VELOCIDAD DIRECTRIZ (Km/h)	DISTANCIA MÍNIMA DE VISIBILIDAD PARA ADELANTAR (m)
40	150
60	180
80	250
100	320
120	400

Se utilizará una línea continua paralela a la línea central, espaciada 0.10 m hacia el lado correspondiente al sentido del tránsito que se está regulando; de ancho 0.10 m y de color amarillo. Antes del inicio de la línea continua, existirá una zona de preaviso variable entre 50 m ( $V < 60$  km/h) y 100m ( $V > 60$  km/h), donde la línea discontinua estará constituida por segmentos de 4.5m de longitud espaciados 7.5m en el caso de carreteras y en la zona urbana será de 3m y 1 m respectivamente.

El demarcado de la zona donde se prohíbe adelantar será complementado con la señal PROHIBIDO ADELANTAR (R-16).

#### 5.2.4. LINEAS DE "PARE".

Deberá ser una línea de color blanco, sólida de ancho 0.50m. colocada transversalmente al eje de la calzada, extendiéndose a través de todos los carriles de aproximación.

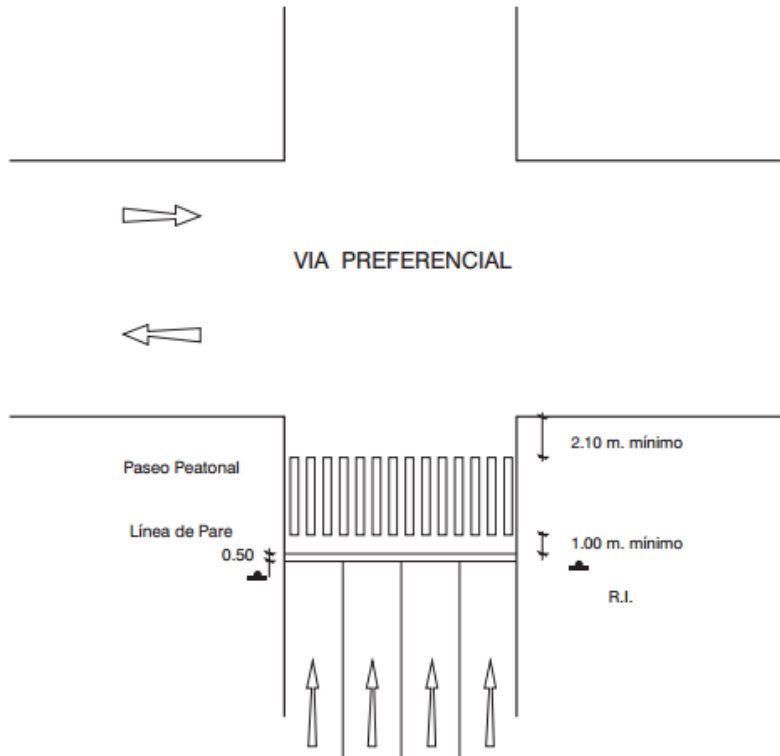
La línea de «PARE» deberá pintarse paralelamente y a una distancia anterior al "paso peatonal" de 1.00m; en el caso que no existiera el marcado de "paso peatonal" a una distancia mínima de 1.50m. de la esquina más cercana a la vía que se cruza.

Si se usa el marcado de la calzada con la línea de «PARE» conjuntamente con la señal de "PARE" (R-1), ambas deberán coincidir en cuanto a localización.

#### RESENTADO POR:

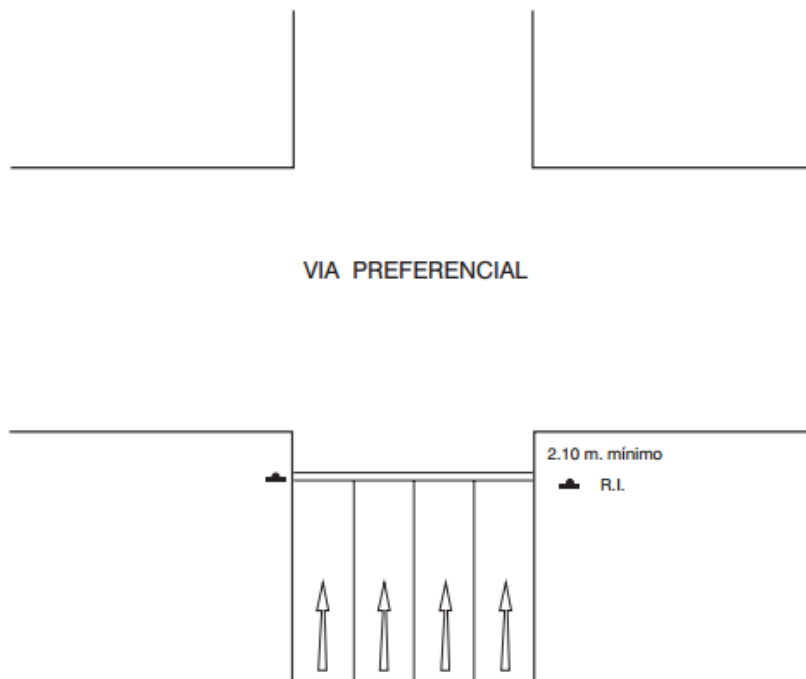
- Danny Daniel Saavedra Oré.
- Danilo Saavedra Oré.

FIGURA N°12: LINEA DE PARE CON PASO PEATONAL.



FUENTE: Manual de Dispositivos de Control del Tránsito Automotor en Calles y Carreteras

FIGURA N°13: LINEA DE PARE SIN PASO PEATONAL.



FUENTE: Manual de Dispositivos de Control del Tránsito Automotor en Calles y Carreteras.

RESENTADO POR:

- Danny Daniel Saavedra Oré.
- Danilo Saavedra Oré.



#### **5.2.5. LINEAS DE PASOS PEATONALES.**

Las líneas o marcas para pasos peatonales se usarán tanto en áreas urbanas como rurales, para guiar al peatón por donde debe cruzarla calzada.

Se utilizarán franjas de 0.50m de color blanco espaciadas .0.50m y de un ancho entre 3.00m y 8.00m dependiendo de cada caso; las franjas deberán estar a una distancia no menor de 1.50m de la línea más próxima de la vía interceptante.

El ancho de la demarcación peatonal se rige generalmente por el ancho de las aceras que conecta.

En el caso que se diseñe pasos peatonales en localizaciones donde el tránsito vehicular que interceptan no esté controlado por semáforo o señal de PARE(R-1), las franjas podrán utilizarse de más de 0.50m a fin de llamar más la atención; los pasos en estos casos sirven para prevenir a los conductores y de salvaguarda de los peatones.

Deberán demarcarse pasos peatonales en lugares donde exista gran movimiento de peatones, o donde los peatones no puedan reconocer con facilidad el sitio correcto para cruzar.

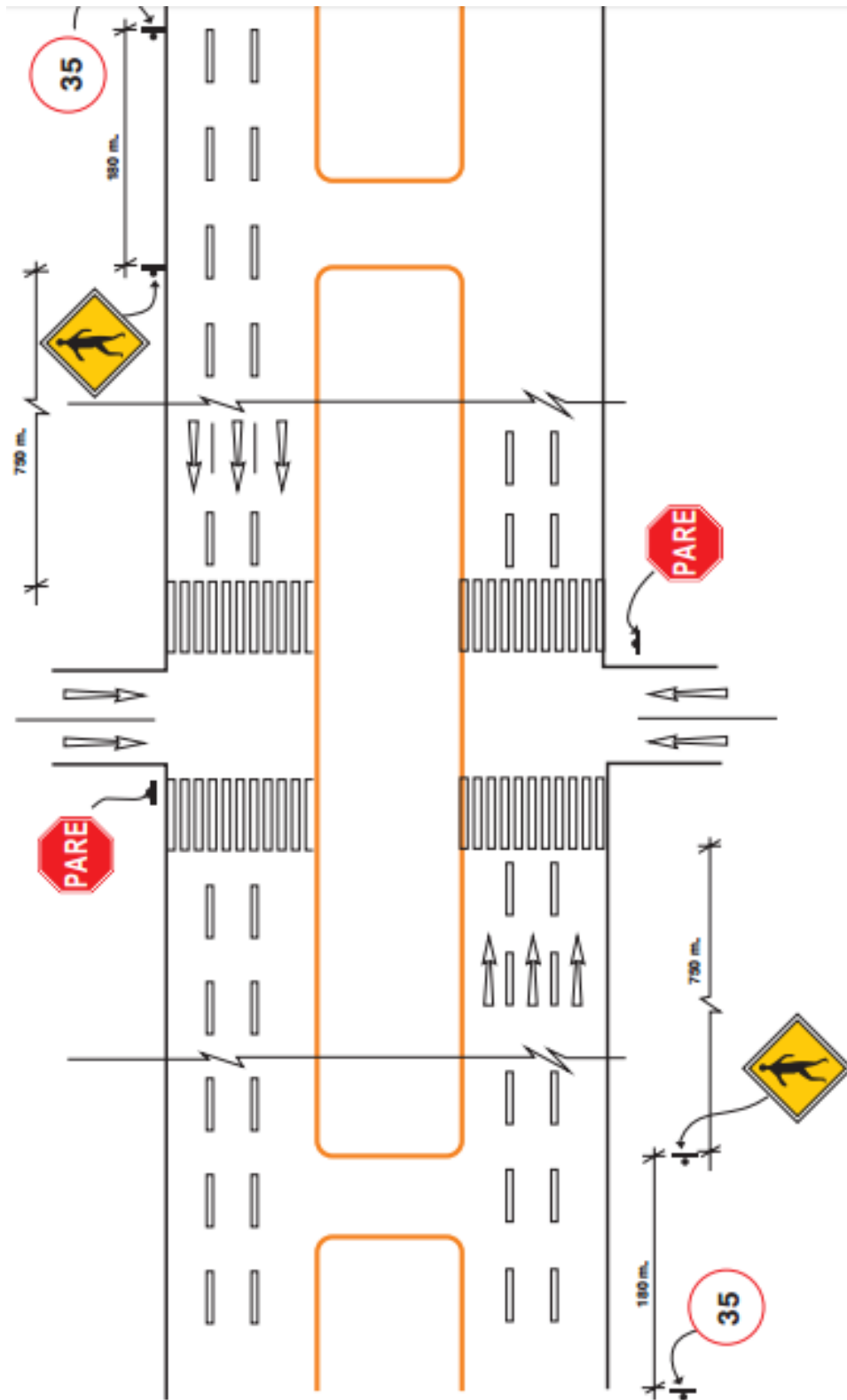
#### **RESENTADO POR:**

- Danny Daniel Saavedra Oré.
- Danilo Saavedra Oré.





FIGURA N°15: MARCADO DE LINEA DE PASO PEATONAL EN ZONAS NO CONTROLADAS POR SEMAFOROS.



FUENTE: Manual de Dispositivos de Control del Tránsito Automotor en Calles y Carreteras

RESENTADO POR:

- Danny Daniel Saavedra Oré.
- Danilo Saavedra Oré.



#### **5.2.6. DEMARCACIÓN DE PALABRAS Y SIMBOLOS.**

Las demarcaciones de palabras y símbolos sobre el pavimento se usarán para guiar, advertir y regular el tránsito automotor.

Los mensajes deberán ser concisos, nunca más de tres palabras. Las demarcaciones de palabras y símbolos no podrán ser usadas para mensajes mandatorios, excepto cuando sirvan de apoyo y complemento de las señales.

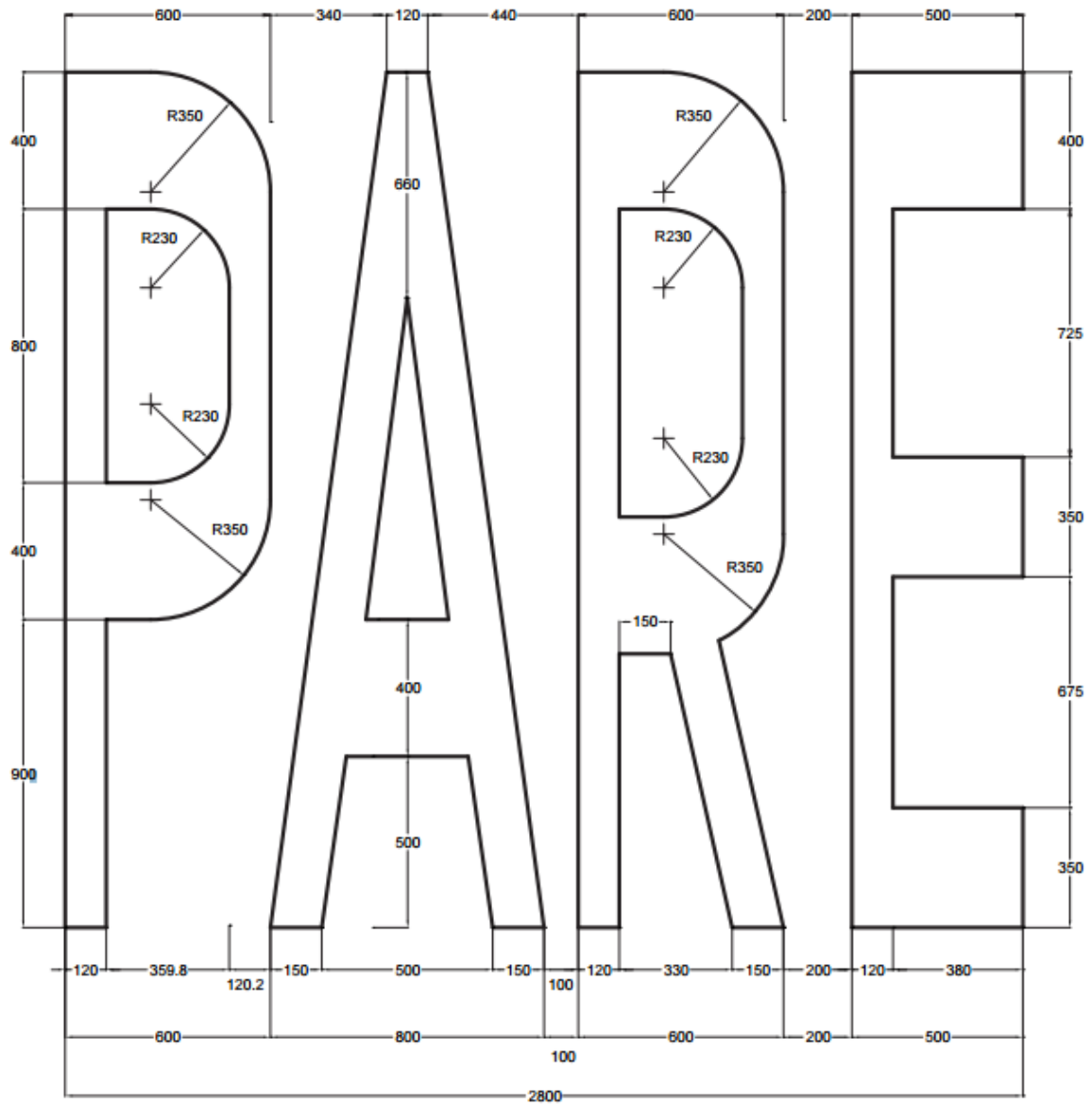
El diseño de las letras y símbolos deberá adoptar la forma alargada en dirección del movimiento del tránsito vehicular debido al ángulo desde el cual son vistas por el conductor que se aproxima.

Deben utilizarse tamaños de letras y símbolos no menores de 2.00m, si el mensaje es de más de una palabra se debe leer hacia arriba, es decir, la primera palabra se debe encontrar primero que las demás. La distancia o espacio entre líneas de las palabras deberá ser por lo menos cuatro veces el tamaño de las letras, para una mayor ilustración se adjuntan las figuras:

#### **RESENTADO POR:**

- Danny Daniel Saavedra Oré.
- Danilo Saavedra Oré.

FIGURA N°16: DEMARCACIÓN DE LA PALABRA PARE.

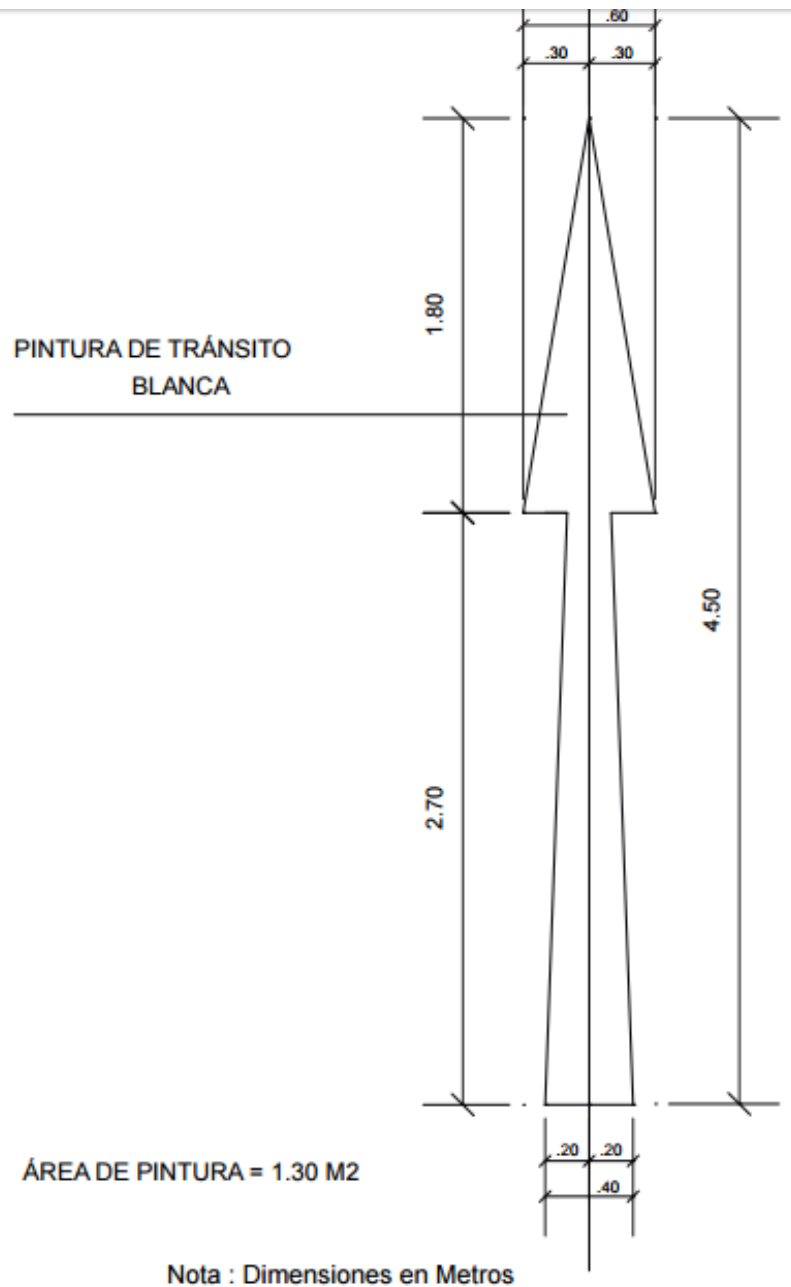


FUENTE: Manual de Dispositivos de Control del Tránsito Automotor  
en Calles y Carreteras

RESENTADO POR:

- Danny Daniel Saavedra Oré.
- Danilo Saavedra Oré.

**FIGURA N°17:** DEMARCACIÓN EN EL PAVIMENTO DE FLECHAS DIRECCIONALES INCLUYE GIRO (AVENIDAS Y VIAS EXPRESAS).



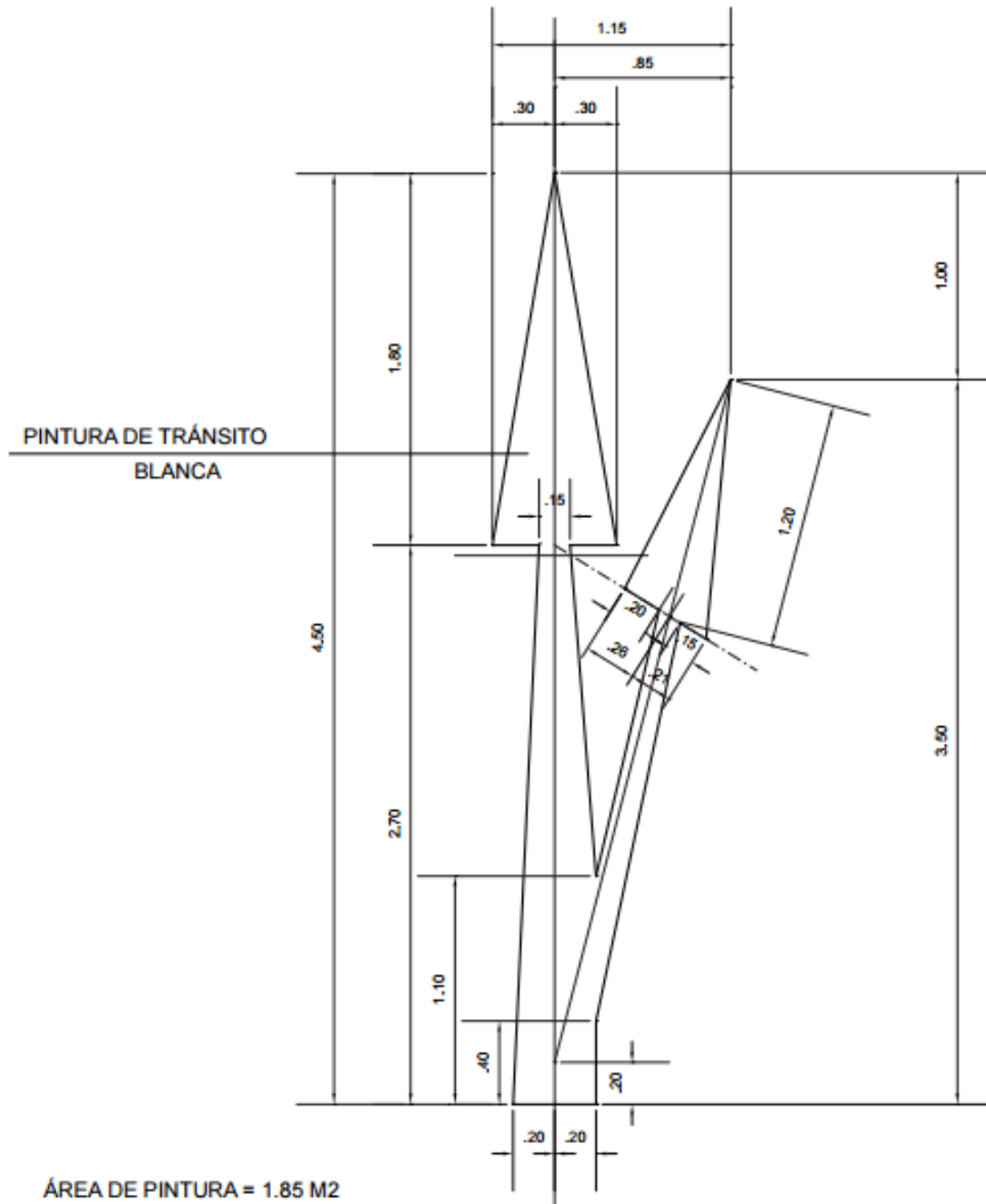
**FUENTE:** Manual de Dispositivos de Control del Tránsito Automotor en Calles y Carreteras

**RESENTADO POR:**

- Danny Daniel Saavedra Oré.
- Danilo Saavedra Oré.



**FIGURA N°19:** DEMARCACIÓN EN EL PAVIMENTO DE FLECHAS DIRECCIONALES INCLUYE DESVIACIÓN (AVENIDAS Y VIAS EXPRESAS).

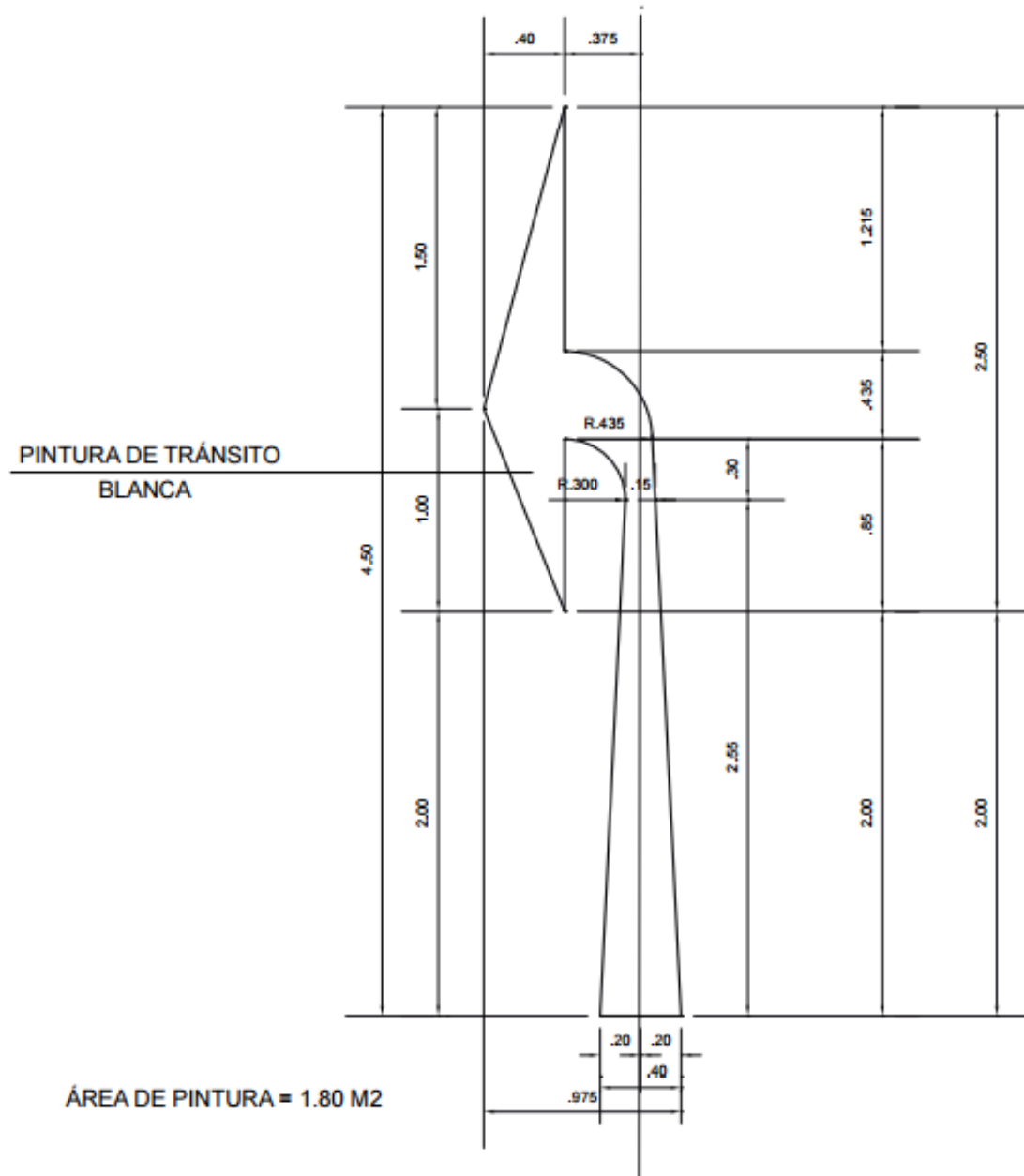


**FUENTE:** Manual de Dispositivos de Control del Tránsito Automotor en Calles y Carreteras

**RESENTADO POR:**

- Danny Daniel Saavedra Oré.
- Danilo Saavedra Oré.

**FIGURA N°20:** DEMARCACIÓN EN EL PAVIMENTO DE FLECHAS DE GIRO  
(AVENIDAS Y VIAS EXPRESAS).



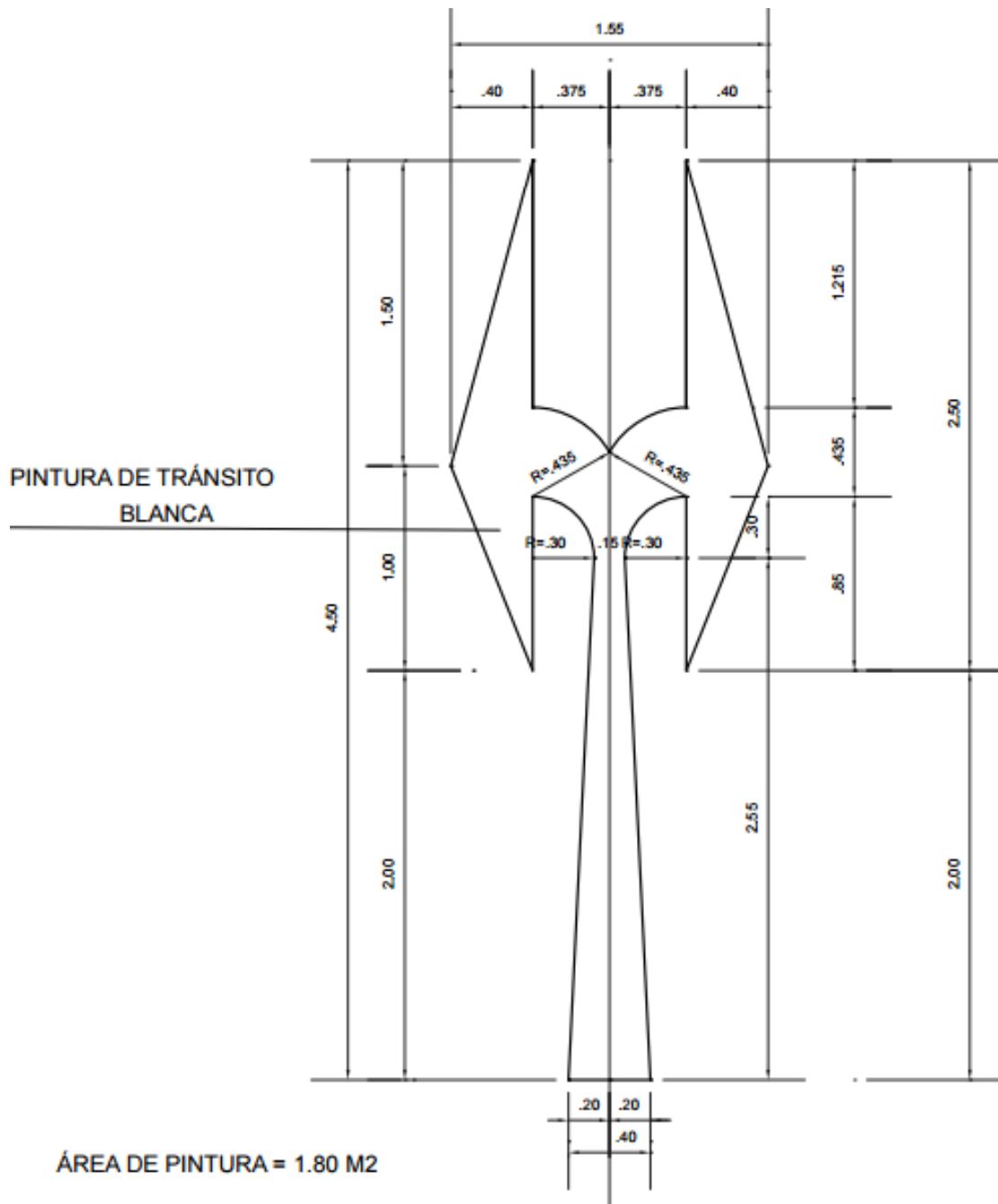
Nota : Dimensionamiento en Metros

FUENTE: Manual de Dispositivos de Control del Tránsito Automotor  
en Calles y Carreteras

RESENTADO POR:

- Danny Daniel Saavedra Oré.
- Danilo Saavedra Oré.

FIGURA N°21: DEMARCACIÓN DEL PAVIMENTO DE FLECHAS  
CORRESPONDIENTE EN DOS DIRECCIONES.



FUENTE: Manual de Dispositivos de Control del Tránsito Automotor  
en Calles y Carreteras.

RESENTADO POR:

- Danny Daniel Saavedra Oré.
- Danilo Saavedra Oré.





## 6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

- El presente estudio tiene como objetivo proveer a la vía de los elementos de señalización vial necesarios.
- El documento técnico normativo para la elaboración del presente Expediente Técnico ha sido el Manual de Dispositivos de Control del Tránsito Automotor para Calles y Carreteras del MTC, aprobadas según Resolución Ministerial N° 210-2000-MTC/15.02, de fecha 03 de Mayo del 2000.
- Se ha visto conveniente implementar la señalización para la conservación del medio ambiente, con el objeto de educar y crear coincidencia en los usuarios de la vía y pobladores del lugar, sobre la importancia ambiental de la zona y la necesidad de proteger el entorno y nuestro patrimonio arqueológico.
- Se ha procurado que el diseño de las señales, el mensaje sea claro y preciso, siendo de fácil percepción para el conductor, posibilitando que el mismo pueda tomar decisiones correctas y en forma oportuna, en condiciones normales de manejo. Al respecto, se ha evitado la saturación de la información que podría ser producirse al colocar una cantidad de señales mayor a la necesaria por tal motivo se han proyectado suficientes señales, de manera que llamen la atención del conductor, sin causar confusiones.
- Considerando lo mencionado anteriormente se determinaron, con la utilización de las siguientes señalizaciones verticales:

### **Señales Reglamentarias o Reguladoras**

- Señal de Pare.
- Señal de Sentido del Tránsito.
- Señal Prohibido Adelantar.
- Señal Velocidad Máxima.

### **Señales Preventivas.**

- Señal Intersección Rotatorio
- Señal de Cruce de Peatones.

### **Señales Informativas.**

- Señales de Localización.

#### RESENTADO POR:

- Danny Daniel Saavedra Oré.
- Danilo Saavedra Oré.



- Hospital.
- Considerando lo mencionado anteriormente se determinaron con la utilización de las siguientes señalizaciones horizontales:
  - Línea Central.
  - Línea de Carril.
  - Líneas de “Pare”.
  - Líneas de Pasos Peatonales.
  - Demarcación de Palabras y Símbolos:
    - Demarcación de la Palabra Pare.
    - Demarcación en el Pavimento de Flechas Direccionales Incluye Giro (Avenidas y Vías Expresas).
    - Demarcación en el Pavimento de Flechas Direccionales Incluye Giro (Avenidas y Vías Expresas).

**RESENTADO POR:**

- Danny Daniel Saavedra Oré.
- Danilo Saavedra Oré.



## ANEXO H ANTEPROYECTO



**NOMBRE DEL PROYECTO:** “ANÁLISIS Y DISEÑO DEL PUENTE DE INTERCONEXIÓN VIAL Y PEATONAL ENTRE LA URBANIZACIÓN PATIBAMBA BAJA Y MANUEL ESCORZA DE LA CIUDAD DE ABANCAY - APURIMAC”.

ABANCAY, NOVIEMBRE DEL 2016



## ÍNDICE

1.	ASPECTOS GENERALES .....	11
1.1.	NOMBRE DEL PROYECTO .....	11
1.2.	LOCALIZACIÓN .....	11
1.2.1.	UBICACIÓN POLÍTICA DEL PROYECTO.....	11
1.2.2.	UBICACIÓN GEOGRÁFICA DEL PUENTE.....	12
1.3.	MARCO REFERENCIAL .....	13
2.	IDENTIFICACIÓN.....	14
2.1.	DIAGNOSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL .....	14
2.1.1.	EL ÁREA DE INFLUENCIA Y EL ÁREA DE ESTUDIO.....	14
2.1.2.	EL NIVEL DE SERVICIO ACTUAL EN LA ZONA DEL PROYECTO .....	14
2.1.3.	LOS INVOLUCRADOS EN EL PIP.....	14
2.2.	DEFINICIÓN DEL PROBLEMA, SUS CAUSAS Y EFECTOS.....	35
2.2.1.	PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	35
2.2.2.	ANÁLISIS DE CAUSAS.....	35
2.2.3.	ÁRBOL DE CAUSAS - EFECTOS.....	36
2.3.	PLANTEAMIENTO DEL PROYECTO.....	37
2.3.1.	OBJETIVO CENTRAL O PROPÓSITO DEL PROYECTO .....	37
2.3.2.	ALTERNATIVA DE SOLUCIÓN.....	39
3.	FORMULACIÓN .....	41
3.1.	HORIZONTE DE EVALUACIÓN.....	41
3.2.	DETERMINACIÓN DE LA BRECHA OFERTA – DEMANDA .....	41
3.2.1.	ANÁLISIS DE LA DEMANDA .....	41
3.2.2.	ANÁLISIS DE LA OFERTA.....	63
3.2.3.	BALANCE OFERTA DEMANDA.....	65
3.3.	ANÁLISIS TÉCNICO DE LAS ALTERNATIVAS .....	68
3.3.1.	ESTUDIO TOPOGRÁFICO .....	68
3.3.2.	ESTUDIO HIDROLÓGICO E HIDRÁULICO .....	71
3.3.3.	ESTUDIO GEOLÓGICO Y GEOTÉCNICO.....	87
3.3.4.	ESTUDIO DE RIESGO SÍSMICO .....	93
3.3.5.	ESTUDIO DE TRAZO Y DISEÑO VIAL DE LOS ACCESOS .....	99
3.3.6.	DISEÑO PARA LA ALTERNATIVA 1 (PUENTE CONTINUO) .....	102
3.3.7.	DISEÑO PARA LA ALTERNATIVA 2 (PUENTE ATIRANTADO) .....	111
3.4.	COSTO.....	123
3.4.1.	COSTO DEL PROYECTO.....	123
3.4.2.	COSTO DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO SIN PROYECTO.....	124
3.4.3.	COSTO DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO CON PROYECTO....	124



4.	EVALUACIÓN .....	124
4.1.	EVALUACIÓN SOCIAL .....	124
4.1.1.	BENEFICIOS SOCIALES .....	124
4.1.2.	COSTOS SOCIALES.....	126
4.1.3.	INDICADORES PARA LA EVALUACIÓN SOCIAL. ....	129
4.2.	IMPACTO AMBIENTAL .....	130
4.2.1.	NORMAS DEL SISTEMA NACIONAL DE EVALUACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL .....	130
4.2.2.	FASE DE INVERSIÓN DEL PROYECTO .....	131
4.3.	GESTIÓN DEL PROYECTO.....	146
4.3.1.	PARA LA FASE DE EJECUCIÓN.....	146
4.3.2.	PARA LA FASE DE POST INVERSIÓN .....	146
4.3.3.	CRONOGRAMA DE INVERSIÓN SEGÚN COMPONENTES.....	147
4.3.4.	CRONOGRAMA DE METAS FÍSICAS. ....	148
4.3.5.	OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO.....	150
4.4.	FINANCIAMIENTO .....	151
4.5.	MATRIZ DE MARCO LÓGICO .....	152
5.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	154



LISTA DE CUADROS

**CUADRO N° 1:** Coordenadas donde se ubica el Puente. .... 12

**CUADRO N° 2:** Registro de Habitantes según edad y género en la ciudad de Abancay según el Censo del 2007. .... 15

**CUADRO N° 3:** Habitantes según edad y género en la ciudad de Abancay proyectados al año 2016. .... 16

**CUADRO N° 4:** Población escolar de la ciudad de Abancay. .... 18

**CUADRO N° 5:** Registro de afiliados a algún tipo de seguro de salud en la ciudad de Abancay de acuerdo al Censo del 2007. .... 20

**CUADRO N° 6:** Registro de afiliados a algún tipo de seguro de salud en la ciudad de Abancay proyectado al año 2016. .... 21

**CUADRO N° 7:** Registro de tipos de viviendas en la ciudad de Abancay de acuerdo al Censo del 2007. .... 22

**CUADRO N° 8:** Registro de tipos de viviendas en la ciudad de Abancay proyectado al año 2016. .... 23

**CUADRO N° 9:** Registro de tipos de abastecimiento de agua potable de viviendas en la ciudad de Abancay según el censo del 2007. .... 25

**CUADRO N° 10:** Registro de tipos de abastecimiento de agua potable de viviendas en la ciudad de Abancay proyectado al año 2016. .... 26

**CUADRO N° 11:** Registro de tipos de servicios higiénicos de viviendas en la ciudad de Abancay según el censo del 2007. .... 28

**CUADRO N° 12:** Registro de tipos de servicios higiénicos de viviendas en la ciudad de Abancay proyectado al año 2016. .... 30

**CUADRO N° 13:** Registro de viviendas según la disponibilidad de alumbrado eléctrico en la ciudad de Abancay según el censo del 2007. .... 32

**CUADRO N° 14:** Registro de viviendas según la disponibilidad de alumbrado eléctrico en la ciudad de Abancay proyectado al año 2016. .... 33

**CUADRO N° 15:** Análisis de Causas del proyecto. .... 35

**CUADRO N° 16:** Ubicación de las Estaciones de control. .... 41

**CUADRO N° 17:** Resumen del volumen clasificado diario de la Estación Aviación. ... 42

**CUADRO N° 18:** Resumen del volumen clasificado diario de la Estación Circunvalación. .... 43

**CUADRO N° 19:** Proyección de Tráfico Vehicular Normal de la Estación Aviación “E1”. .... 50

**CUADRO N° 20:** Proyección del Tráfico Vehicular Normal de la Estación Circunvalación “E2” ..... 51



<b>CUADRO N° 21:</b> Proyección del Tráfico Vehicular Generado de la Estación Aviación “E1”.....	53
<b>CUADRO N° 22:</b> Proyección del Tráfico Vehicular Generado de la Estación Circunvalación “E2”.....	54
<b>CUADRO N° 23:</b> Proyección del Tráfico Desviado de la Estación Aviación “E1”. .....	56
<b>CUADRO N° 24:</b> Proyección del Tráfico Vehicular Total de la Estación Aviación “E1”. .....	58
<b>CUADRO N° 25:</b> Proyección del Tráfico Vehicular Total de la Estación Circunvalación “E2” .....	59
<b>CUADRO N° 26:</b> Análisis de Demanda sin Proyecto. ....	60
<b>CUADRO N° 27:</b> Análisis de Demanda con Proyecto.....	62
<b>CUADRO N° 28:</b> Análisis de Demanda con Proyecto.....	62
<b>CUADRO N° 29:</b> Análisis de Oferta sin Proyecto.....	63
<b>CUADRO N° 30:</b> Análisis de Oferta con Proyecto. ....	64
<b>CUADRO N° 31:</b> Análisis del Balance Oferta – Demanda sin Proyecto.....	66
<b>CUADRO N° 32:</b> Análisis del Balance Oferta – Demanda con Proyecto.....	67
<b>CUADRO N° 33:</b> Resumen de las características geomorfológicas.....	73
<b>CUADRO N° 34:</b> Precipitación Máxima en 24 Horas de la Estación Abancay. ....	73
<b>CUADRO N° 35:</b> Precipitación Máxima en 24 Horas de la Estación Andahuaylas.....	74
<b>CUADRO N° 36:</b> Precipitación Máxima en 24 Horas de la Estación Chalhuanca. ....	76
<b>CUADRO N° 37:</b> Factores característicos de la zona de estudio.....	77
<b>CUADRO N° 38:</b> Cuadro de intensidad - Tiempo de duración - Periodo de retorno....	78
<b>CUADRO N° 39:</b> Calculo del Tiempo de Concentración.....	80
<b>CUADRO N° 40:</b> Caudal máximo de diseño por diferentes métodos y periodos de retorno. ....	81
<b>CUADRO N° 41:</b> Selección del N.A.M.E. y del tirante máximo como resultado final... 83	
<b>CUADRO N° 42:</b> Tirante observado en el trabajo de campo.....	84
<b>CUADRO N° 43:</b> Calculo del N.A.M.....	84
<b>CUADRO N° 44:</b> Socavación Total Máximo por Periodo de Retorno de acuerdo al sistema Hec-Ras. ....	85
<b>CUADRO N° 45:</b> Selección del resultado final de la velocidad critica para el inicio de movimiento de las partículas.....	86
<b>CUADRO N° 46:</b> Registro de eventos sísmico en el Departamento de Apurímac.....	93
<b>CUADRO N° 47:</b> Registro de Eventos Sísmicos en el Territorio del Departamento de Apurímac. ....	94
<b>CUADRO N° 48:</b> Proyección de Eventos sísmicos por periodo de retorno. ....	96
<b>CUADRO N° 49:</b> Estratificación de Riesgos. ....	98



<b>CUADRO N° 50:</b> Bombeo de la Calzada. ....	100
<b>CUADRO N° 51:</b> Metrando del volumen total de la columna en volado. ....	113
<b>CUADRO N° 52:</b> Metrando del volumen vacío.....	113
<b>CUADRO N° 53:</b> Peso total que soporta la columna en volado. ....	113
<b>CUADRO N° 54:</b> Determinando el Momento flector que soporta la columna en volado. .....	113
<b>CUADRO N° 55:</b> Cargas que soporta la columna en volado de la torre.....	114
<b>CUADRO N° 56:</b> Metrando del volumen total de la columna. ....	115
<b>CUADRO N° 57:</b> Metrando del volumen vacío de la torre.....	116
<b>CUADRO N° 58:</b> Determinando el Momento flector que soporta la columna. ....	116
<b>CUADRO N° 59:</b> Cargas que soporta la de la torre. ....	116
<b>CUADRO N° 60:</b> volumen total de la torre. ....	118
<b>CUADRO N° 61:</b> Volumen de los anillos de soporte. ....	118
<b>CUADRO N° 62:</b> Metrado total del volumen vacío.....	118
<b>CUADRO N° 63:</b> Peso total que soporta el Caisson. ....	118
<b>CUADRO N° 64:</b> Costo del proyecto para la alternativa 1. ....	123
<b>CUADRO N° 65:</b> Costo del proyecto para la alternativa 2. ....	123
<b>CUADRO N° 66:</b> Costo de Operación y mantenimiento por año. ....	124
<b>CUADRO N° 67:</b> Ahorro de Tiempo de viaje en Transporte.....	125
<b>CUADRO N° 68:</b> Ahorro de Tiempo de viaje en Transporte proyectado a 20 años...	126
<b>CUADRO N° 69:</b> Costo Social del proyecto de la Alternativa 1.....	127
<b>CUADRO N° 70:</b> Costo Social del proyecto de la Alternativa 2.....	127
<b>CUADRO N° 71:</b> Costo social de la operación y mantenimiento por alternativas.....	128
<b>CUADRO N° 72:</b> VAN (9%) y TIR por Alternativas. ....	129
<b>CUADRO N° 73:</b> Recursos naturales afectados. ....	131
<b>CUADRO N° 74:</b> Uso de los bienes y servicios (Operación y Mantenimiento). ....	133
<b>CUADRO N° 75:</b> Dimensiones ambientales que están siendo o puede ser afectados. .....	134
<b>CUADRO N° 76:</b> Posibles impactos ambientales afectados. ....	135
<b>CUADRO N° 77:</b> Matriz de columbus modificada para identificación de impactos....	137
<b>CUADRO N° 78:</b> Calificación ambiental de valores en base a la significancia ambiental del impacto. ....	138
<b>CUADRO N° 79:</b> Matriz de análisis de resultados – significancia ambiental. ....	139
<b>CUADRO N° 80:</b> Principales medidas ambientales a ser consideradas en el proyecto. .....	140
<b>CUADRO N° 81:</b> Instituciones de apoyo frente a una Contingencia.....	145
<b>CUADRO N° 82:</b> Cronograma de Inversión para la alternativa 1. ....	147





**CUADRO N° 83:** Cronograma de Inversión para la alternativa 2. .... 148  
**CUADRO N° 84:** Cronograma de metas físicas para la alternativa 1. .... 149  
**CUADRO N° 85:** Cronograma de metas físicas para la alternativa 2. .... 150  
**CUADRO N° 86:** Costo de Operación y Mantenimiento por Alternativa. .... 151

## LISTA DE GRÁFICOS

**GRAFICO N° 1:** Ubicación Política del Proyecto. .... 11  
**GRAFICO N° 2:** Ubicación Geográfica del Puente. .... 12  
**GRAFICO N° 3:** Población Urbana de la Ciudad de Abancay según el censo del 2007.  
..... 15  
**GRAFICO N° 4:** Población Urbana de la Ciudad de Abancay proyectado al año 2016.  
..... 17  
**GRAFICO N° 5:** Población según sexo. .... 17  
**GRAFICO N° 6:** Población escolar de la ciudad de Abancay. .... 18  
**GRAFICO N° 7:** Población escolar de la ciudad de Abancay en Porcentaje. .... 19  
**GRAFICO N° 8:** Afiliados a algún tipo de seguro de salud en la ciudad de Abancay de  
acuerdo al Censo del 2007. .... 20  
**GRAFICO N° 9:** Afiliados a algún tipo de seguro de salud en la ciudad de Abancay  
proyectado al año 2016. .... 21  
**GRAFICO N° 10:** Porcentaje de afiliados a tipos de seguros de salud en la ciudad de  
Abancay proyectado al año 2016. .... 22  
**GRAFICO N° 11:** Tipos de viviendas en la ciudad de Abancay de acuerdo al Censo del  
2007. .... 23  
**GRAFICO N° 12:** Tipos de viviendas en la ciudad de Abancay proyectado al año 2016.  
..... 24  
**GRAFICO N° 13:** Porcentaje de tipos de viviendas en la ciudad de Abancay  
proyectado al año 2016. .... 24  
**GRAFICO N° 14:** Tipos de abastecimiento de agua potable de viviendas en la ciudad  
de Abancay según el censo del 2007. .... 26  
**GRAFICO N° 15:** Tipos de abastecimiento de agua potable de viviendas en la ciudad  
de Abancay proyectado al año 2016. .... 27  
**GRAFICO N° 16:** Porcentaje de tipos de abastecimiento de agua potable de viviendas  
en la ciudad de Abancay proyectado al año 2016. .... 27  
**GRAFICO N° 17:** Tipos de servicios higiénicos de viviendas en la ciudad de Abancay  
según el censo del 2007. .... 29



<b>GRAFICO N° 18:</b> Tipos de servicios higiénicos de viviendas en la ciudad de Abancay proyectado al año 2016. ....	31
<b>GRAFICO N° 19:</b> Porcentaje de tipos de abastecimiento de agua potable de viviendas en la ciudad de Abancay proyectado al año 2016.....	31
<b>GRAFICO N° 20:</b> Viviendas según la disponibilidad de alumbrado eléctrico en la ciudad de Abancay según el censo del 2007. ....	33
<b>GRAFICO N° 21:</b> Viviendas según la disponibilidad de alumbrado eléctrico en la ciudad de Abancay proyectado al año 2016. ....	34
<b>GRAFICO N° 22:</b> Porcentaje de viviendas según la disponibilidad de alumbrado eléctrico en la ciudad de Abancay proyectado al año 2016.....	34
<b>GRAFICO N° 23:</b> Árbol de Causas – Efectos. ....	36
<b>GRAFICO N° 24:</b> Árbol de Medios y Fines. ....	38
<b>GRAFICO N° 25:</b> Diagrama de Medios Fundamentales. ....	39
<b>GRAFICO N° 26:</b> Estación Aviación “E1”.....	44
<b>GRAFICO N° 27:</b> Estación Circunvalación “E2”.....	44
<b>GRAFICO N° 28:</b> Variación del Trafico Horario de la Estación Aviación “E1”. ....	45
<b>GRAFICO N° 29:</b> Variación del Trafico Horario de la Estación Circunvalación “E2” ...	45
<b>GRAFICO N° 30:</b> Composición Vehicular Estación Aviación “E1”.....	46
<b>GRAFICO N° 31:</b> Composición Vehicular por tipo de vehículo Estación Aviación “E1”. .....	47
<b>GRAFICO N° 32:</b> Composición Vehicular Estación Circunvalación “E2”.....	47
<b>GRAFICO N° 33:</b> Composición Vehicular por tipo de vehículo Estación Circunvalación “E2”.....	48
<b>GRAFICO N° 34:</b> Análisis de Demanda sin Proyecto. ....	61
<b>GRAFICO N° 35:</b> Análisis de Oferta con Proyecto.....	65
<b>GRAFICO N° 36:</b> Análisis del Balance Oferta – Demanda sin Proyecto. ....	66
<b>GRAFICO N° 37:</b> Análisis del Balance Oferta – Demanda con Proyecto.....	68
<b>GRAFICO N° 38:</b> Delimitación del área de Estudio. ....	72
<b>GRAFICO N° 39:</b> Histograma de Precipitación Máxima en 24 horas de la Estación Abancay.....	74
<b>GRAFICO N° 40:</b> Histograma de Precipitación Máxima en 24 horas de la Estación Andahuaylas.....	75
<b>GRAFICO N° 41:</b> Histograma de Precipitación Máxima en 24 horas de la Estación Chalhuanca. ....	76
<b>GRAFICO N° 42:</b> Diagrama de la curva Intensidad - Tiempo de duración - Periodo de retorno. ....	79



<b>GRAFICO N° 43:</b> Caudal máximo de diseño por diferentes métodos y periodos de retorno. ....	81
<b>GRAFICO N° 44:</b> Comparación de resultados por Métodos, para determinar el Tirante Máximo. ....	82
<b>GRAFICO N° 45:</b> Comparación de resultados por Métodos para determinar el Nivel de Aguas Máximas Extraordinarias. ....	83
<b>GRAFICO N° 46:</b> Socavación Total Máximo por Periodo de Retorno de acuerdo al sistema Hec-Ras. ....	85
<b>GRAFICO N° 47:</b> Columna Estratigráfica Generalizada del área de Abancay. ....	89
<b>GRAFICO N° 48:</b> Depósitos en el Área de interés del Proyecto. ....	92
<b>GRAFICO N° 49:</b> Registro de Eventos Sísmicos en el Territorio del Departamento de Apurímac. ....	95
<b>GRAFICO N° 50:</b> Energía de Sismos registrados en el Departamento de Apurímac. ..	95
<b>GRAFICO N° 51:</b> Proyección de Energía de los eventos Sismos en el Departamento de Apurímac por periodo de retorno. ....	96
<b>GRAFICO N° 52:</b> Proyección de eventos Sismos en el Departamento de Apurímac por periodo de retorno. ....	97
<b>GRAFICO N° 53:</b> Mapa de categorización de peligros por eventos sísmicos en el área de Influencia del Proyecto. ....	99
<b>GRAFICO N° 54:</b> Sección Transversal Típica del Puente de Interconexión. ....	101
<b>GRAFICO N° 55:</b> Sección Transversal Típica de los Accesos. ....	102
<b>GRAFICO N° 56:</b> Alternativa I, Puente Continuo. ....	103
<b>GRAFICO N° 57:</b> Dimensiones de la viga trabe tipo VI en mm. ....	104
<b>GRAFICO N° 58:</b> Dimensiones de la sección transversal. ....	104
<b>GRAFICO N° 59:</b> Detalle del tablero del Puente Continuo. ....	108
<b>GRAFICO N° 60:</b> Detalle del pilar del Puente continuo. ....	109
<b>GRAFICO N° 61:</b> Detalle del Estribo del Puente Continuo. ....	110
<b>GRAFICO N° 62:</b> Detalle de los Pilotes del Puente Continuo. ....	111
<b>GRAFICO N° 63:</b> Alternativa II, Puente Atirantado. ....	112
<b>GRAFICO N° 64:</b> Sección Inicial de la columna en volado de la Torre. ....	112
<b>GRAFICO N° 65:</b> Descomposición de la fuerza. ....	113
<b>GRAFICO N° 66:</b> Representación gráfica de las cargas. ....	114
<b>GRAFICO N° 67:</b> Sección Inicial de la columna de la Torre. ....	115
<b>GRAFICO N° 68:</b> Descomposición de la fuerza que soporta la columna. ....	116
<b>GRAFICO N° 69:</b> Tablero libre del Puente Atirantado. ....	119
<b>GRAFICO N° 70:</b> Tablero en la parte de anclaje del Puente Atirantado. ....	120
<b>GRAFICO N° 71:</b> Sección superior de la torre. ....	120



<b>GRAFICO N° 72:</b> Sección de la columna de la torre.....	121
<b>GRAFICO N° 73:</b> Sección del Caisson. ....	121
<b>GRAFICO N° 74:</b> Anclaje de los tirantes.....	122
<b>GRAFICO N° 75:</b> Proceso de identificación y evaluación de impactos ambientales.	133



## ESTUDIO DE ANTEPROYECTO

### 1. ASPECTOS GENERALES

#### 1.1. NOMBRE DEL PROYECTO

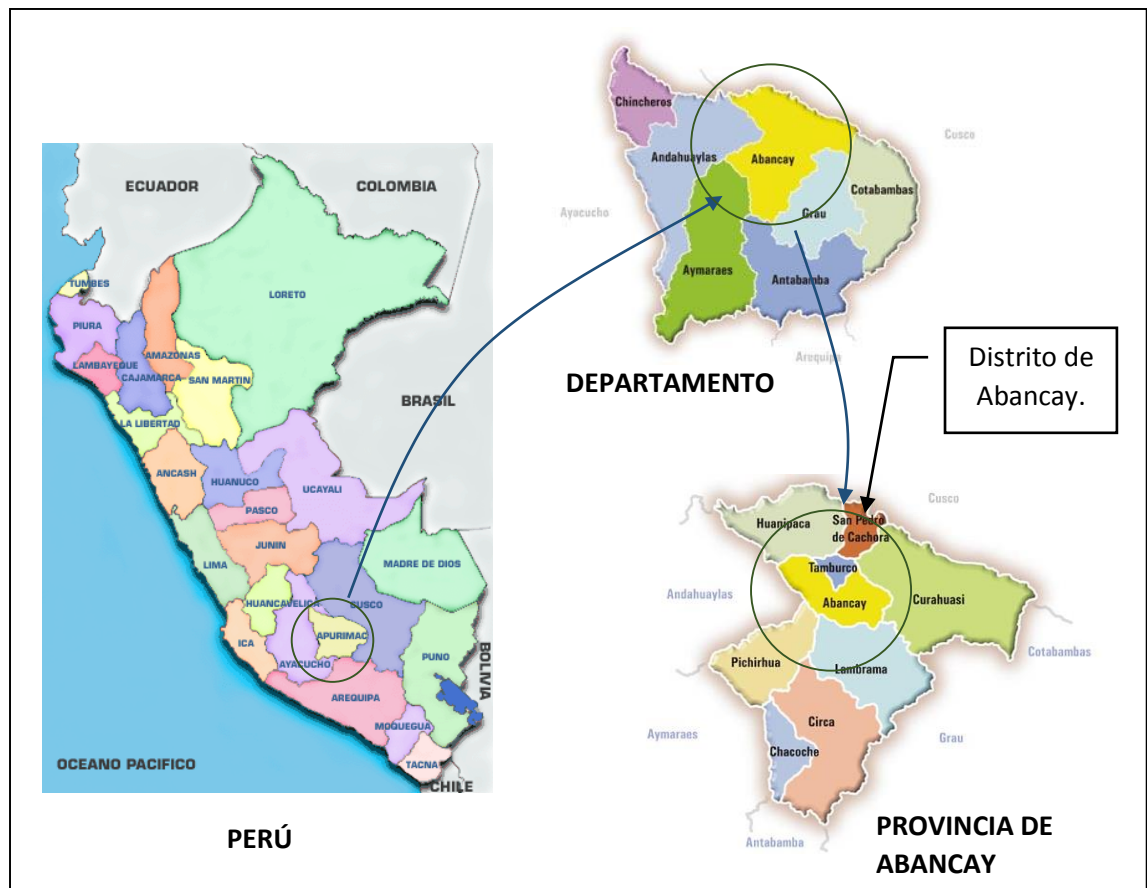
“ANÁLISIS Y DISEÑO DEL PUENTE DE INTERCONEXIÓN ENTRE LA URBANIZACIÓN PATIBAMBA BAJA Y MANUEL ESCORZA DE LA CIUDAD DE ABANCAY”.

#### 1.2. LOCALIZACIÓN

##### 1.2.1. UBICACIÓN POLÍTICA DEL PROYECTO.

Políticamente, el proyecto se encuentra localizado entre la Urbanización Patibamba Baja y Asociación Manuel Escorza dentro de la ciudad de Abancay, distrito de Abancay, provincia de Abancay, departamento de Apurímac.

**GRAFICO N° 1: Ubicación Política del Proyecto.**



Fuente: go2peru, <http://www.e-peru-tours.com/>.

### 1.2.2. UBICACIÓN GEOGRÁFICA DEL PUENTE.

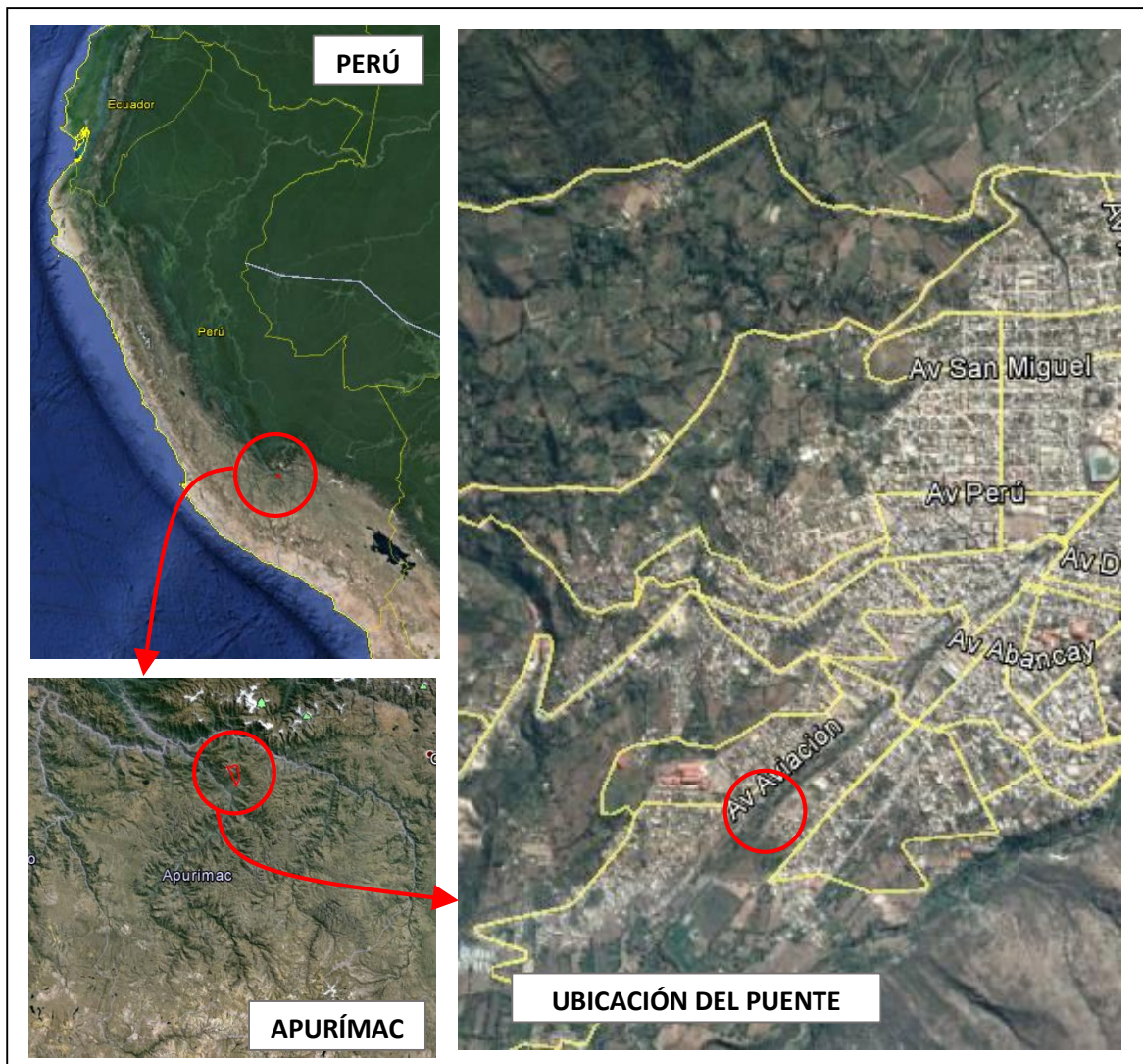
Geográficamente, el puente se encuentra ubicado en la parte sur del Perú en el flanco oriental de la Cordillera Occidental de los Andes, entre las siguientes coordenadas.

**CUADRO N° 1:** Coordenadas donde se ubica el Puente.

<b>ESTE (m):</b>	727772.46
<b>NORTE (m):</b>	8490705.53
<b>ALTITUD (m.s.n.m.):</b>	2238.00

**Elaboración:** Propia.

**GRAFICO N° 2:** Ubicación Geográfica del Puente.



**Fuente:** GOOGLE EARTH.



### 1.3. MARCO REFERENCIAL

El presente proyecto surge de la necesidad poblacional, con contar con un adecuado y rápido acceso que permita la interconexión entre los sectores de la Urbanización de Patibamba Baja y Manuel Escorza. La construcción del Puente vehicular y peatonal es de gran importancia ya que va a otorgar un acceso más rápido y adecuado a los pobladores de los distintos sectores, pero principalmente una conexión al servicio de ESSALUD II de Abancay que hoy en la actualidad se ve restringida por la ubicación de la quebrada el Olivo; este proyecto favorecerá en gran medida el desarrollo social y económico de la población urbana, como a la vez otorga un nuevo centro de esparcimiento y paseo a la población y turistas que visiten nuestra ciudad y que requieran circular ya sea a través de vehículo o a pie por el puente con total seguridad y comodidad.

La ciudad de Abancay en los últimos años viene experimentando un crecimiento demográfico principalmente en la parte sur de la Ciudad, permitiendo a la vez el movimiento comercial que incrementa la economía la población, esta situación influye de forma directa a un importante crecimiento del parque automotor que a la fecha ha rebasado la capacidad de las principales arterias de la Ciudad, debido a la ubicación de la quebrada el Olivo el cual no permite un acceso directo entre ambos sectores llegando a ocasionar un aislamiento y principalmente no permitiendo una buena accesibilidad a los Servicios de Salud de Abancay.

Con la ejecución y conclusión de estos trabajos se estará mejorando de manera integral el problema de accesibilidad y conexión entre ambos sectores, lo cual permitirá un crecimiento en la parte social y económica de los pobladores de las Urbanizaciones de San Javier, Patibamba Baja, Santo Domingo, Santa Elena, Virgen del Carmen, etc. con el resto de la Ciudad de Abancay, mejorando así la calidad de vida en dichos sectores y otorgándole un mejor aspecto y entorno paisajista, cómoda y segura circulación vial, con un tránsito permanente durante todos los días del año. Pudiendo asegurar una buena circulación a un futuro incremento del tránsito vehicular y peatonal.



## **2. IDENTIFICACIÓN**

### **2.1. DIAGNOSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL**

#### **2.1.1. EL ÁREA DE INFLUENCIA Y EL ÁREA DE ESTUDIO**

El área de estudio del proyecto está ubicado en el Departamento de Apurímac, Provincia de Abancay, Distrito de Abancay y el área de influencia directa está ubicado en la ciudad de Abancay, en la parte sur de la ciudad, el puente conecta las urbanizaciones de Patibamba Baja y Manuel Escorza.

#### **2.1.2. EL NIVEL DE SERVICIO ACTUAL EN LA ZONA DEL PROYECTO**

Actualmente los habitantes del lugar han habilitado una pequeña trocha que interconecta ambas urbanizaciones, que pasa sobre el cauce del río Chinchichaca, el cual está expuesto a sufrir diferentes daños en los meses en la que se registra alta precipitación (del mes de Noviembre al Marzo). El acceso está limitado en un solo carril y no está pavimentada.

#### **2.1.3. LOS INVOLUCRADOS EN EL PIP**

En el proyecto están involucrados los pobladores de las urbanizaciones de Patibamba Baja y Manuel Escorza ya que las únicas vías de comunicación e interconexión que cuentan, es la Av. Circunvalación y una pequeña trocha construidos por los mismos pobladores.

Para acceder por la Av. Circunvalación se debe circular un media de 1.8 km, por lo cual se concentra el tráfico, causando congestionamiento vehicular en esta Avenida aumentado el tiempo de llegada.

Por otro lado, la pequeña trocha construida por los propios pobladores se encuentra en malas condiciones, sin pavimentar y solo tiene acceso a una calle en la urbanización Patibamba Baja, que dirige directamente a la Av. Circunvalación.

#### **- POBLACIÓN POR SEXO Y EDAD**

Se considerara como beneficiarios directos a los Pobladores de la ciudad de Abancay en general, ya que el puente se encontrara dentro de la ciudad que unirá dos sector de una tasa de crecimiento poblacional alta y ayudara a acceder más fácilmente a diferentes servicios públicos y desarrollo comercial.

La población de la ciudad de Abancay según el Censo del 2007 es de: 45864 Habitantes.



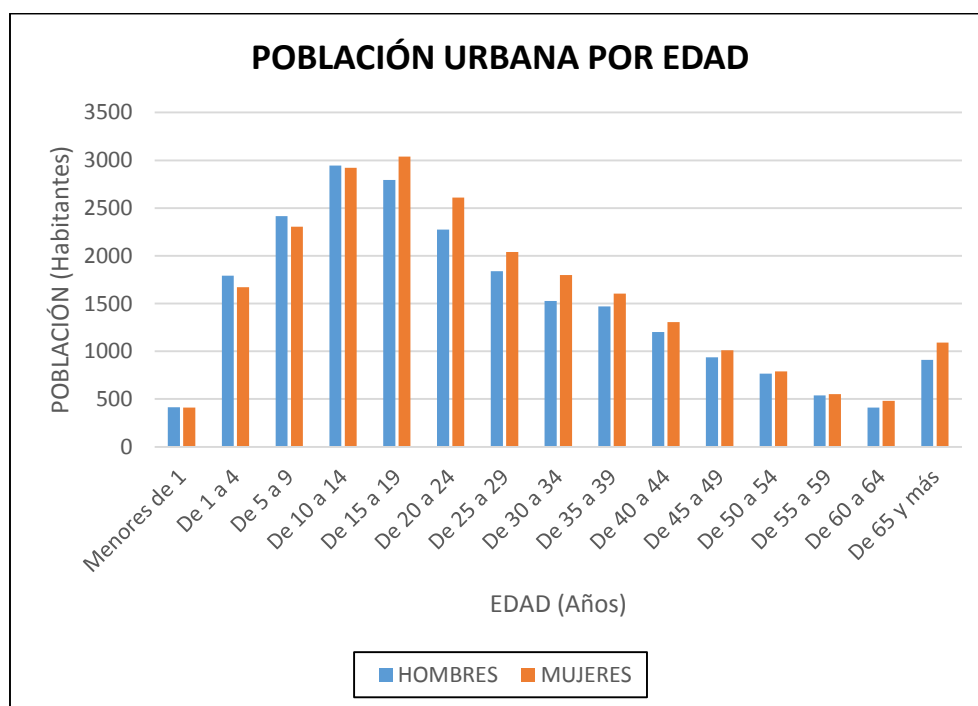


**CUADRO N° 2:** Registro de Habitantes según edad y género en la ciudad de Abancay según el Censo del 2007.

EDAD (Años)	URBANA	
	HOMBRES	MUJERES
Menores de 1	413	412
De 1 a 4	1791	1670
De 5 a 9	2416	2304
De 10 a 14	2945	2923
De 15 a 19	2794	3038
De 20 a 24	2275	2609
De 25 a 29	1839	2041
De 30 a 34	1526	1799
De 35 a 39	1470	1603
De 40 a 44	1201	1307
De 45 a 49	937	1011
De 50 a 54	767	788
De 55 a 59	539	552
De 60 a 64	412	481
De 65 y más	910	1091
<b>SUB TOTAL</b>	<b>22235</b>	<b>23629</b>
<b>TOTAL</b>	<b>45864</b>	

**Elaboración:** Propia – A partir de Información del INEI.

**GRAFICO N° 3:** Población Urbana de la Ciudad de Abancay según el censo del 2007.



**Elaboración:** Propia – A partir de Información del INEI.



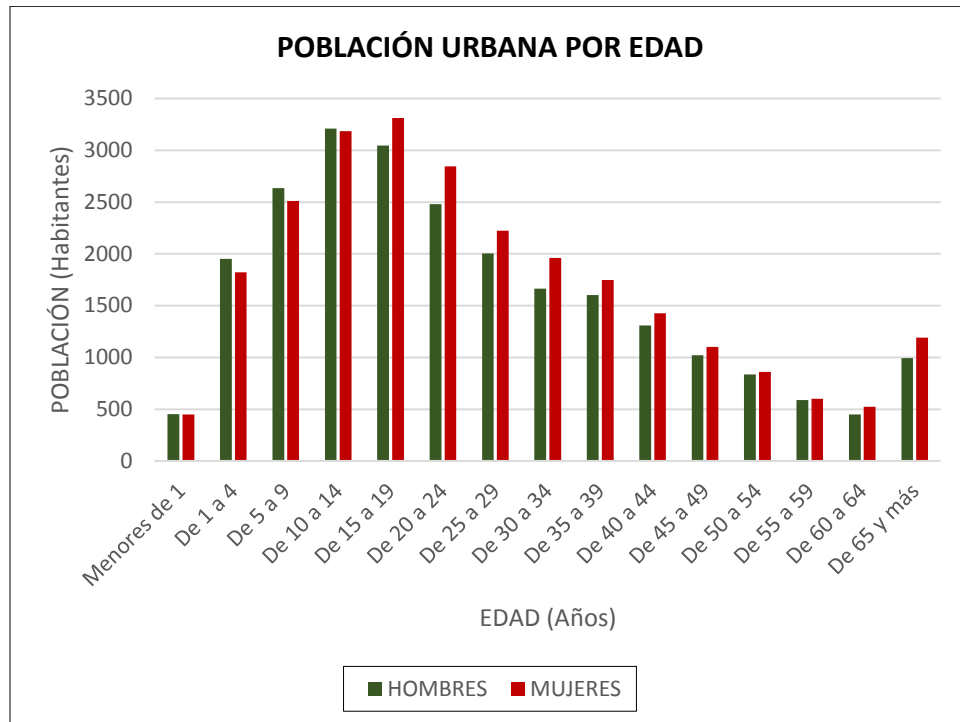
Se proyectara la población para el año 2016 tomando en consideración una tasa de crecimiento poblacional igual al 1% (de acuerdo al INEI), de la cual se obtuvo aproximadamente un total de 50009 habitantes. Los resultados se muestran a continuación:

**CUADRO N° 3:** Habitantes según edad y género en la ciudad de Abancay proyectados al año 2016.

EDAD (Años)	URBANA	
	HOMBRES	MUJERES
Menores de 1	451	450
De 1 a 4	1953	1821
De 5 a 9	2634	2512
De 10 a 14	3211	3187
De 15 a 19	3046	3312
De 20 a 24	2480	2844
De 25 a 29	2005	2225
De 30 a 34	1664	1961
De 35 a 39	1603	1748
De 40 a 44	1310	1425
De 45 a 49	1022	1102
De 50 a 54	837	859
De 55 a 59	588	602
De 60 a 64	450	525
De 65 y más	992	1190
<b>SUB TOTAL</b>	<b>24246</b>	<b>25763</b>
<b>TOTAL</b>	<b>50009</b>	

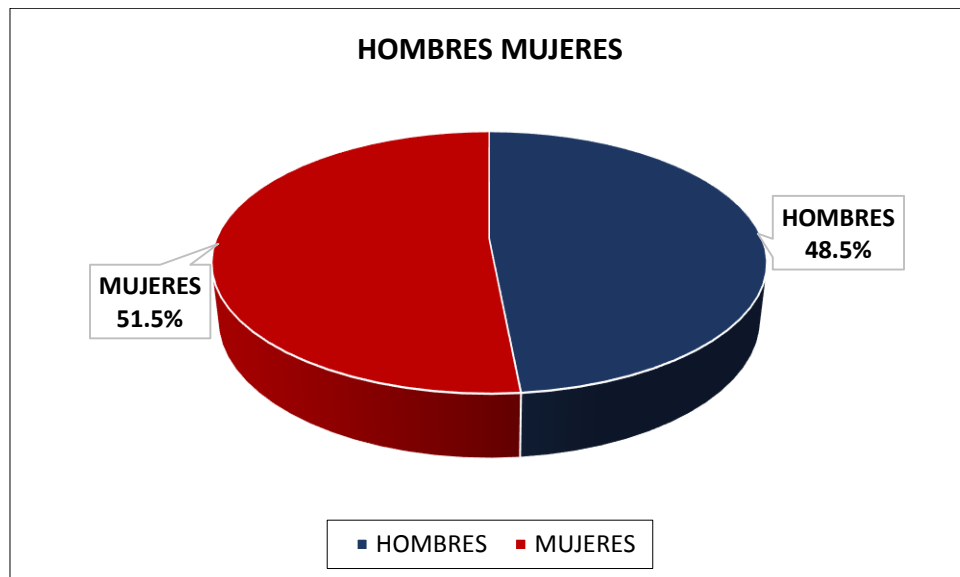
**Elaboración:** Propia – A partir de Información del INEI.

**GRAFICO N° 4:** Población Urbana de la Ciudad de Abancay proyectado al año 2016.



**Elaboración:** Propia – A partir de Información del INEI.

**GRAFICO N° 5:** Población según sexo.



**Elaboración:** Propia – A partir de Información del INEI.



**- EDUCACIÓN**

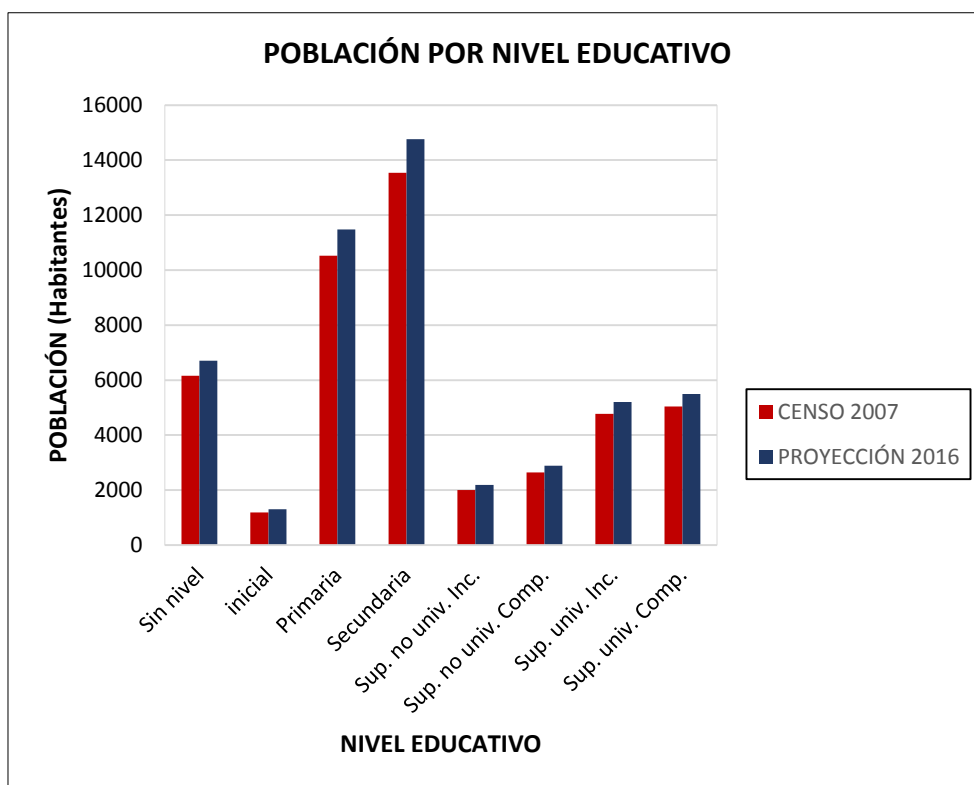
La ciudad de Abancay cuenta con 50009 habitantes en total aproximadamente, de los cuales el nivel educativo que cuenta los pobladores se muestran a continuación:

**CUADRO N° 4:** Población escolar de la ciudad de Abancay.

DETALLE	CENSO 2007	PROYECCIÓN 2016
Sin nivel	6153	6708
Educación inicial	1188	1297
Primaria	10524	11474
Secundaria	13537	14758
Superior no univ. Incompleto	2003	2186
Superior no univ. Completo	2643	2883
Superior univ. Incompleto	4775	5207
Superior univ. Completo	5041	5496
<b>TOTAL</b>	<b>45864</b>	<b>50009</b>

**Elaboración:** Propia – A partir de Información del INEI.

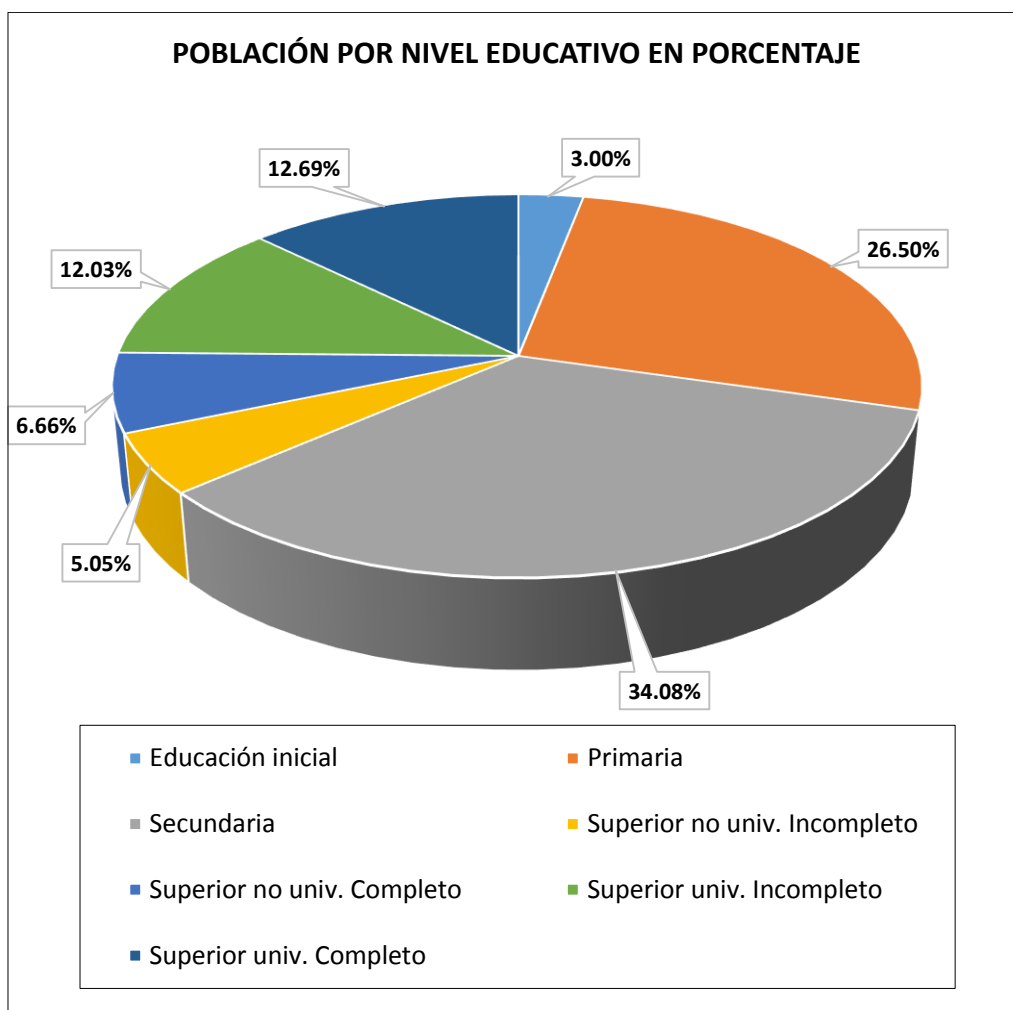
**GRAFICO N° 6:** Población escolar de la ciudad de Abancay.



**Elaboración:** Propia – A partir de Información del INEI.



**GRAFICO N° 7:** Población escolar de la ciudad de Abancay en Porcentaje.



**Elaboración:** Propia – A partir de Información del INEI.

### - SALUD

Gracias al censo del 2007 realizado por el INEI, se ha podido obtener datos sobre la población que cuenta con afiliación a algún tipo de seguro de salud en la ciudad de Abancay, donde se refleja que la mayoría de los pobladores no cuentan con ningún tipo de afiliación a algún seguro de salud y la mayor afiliación existente se encuentra en ESSALUD.

Los resultados se muestran a continuación:

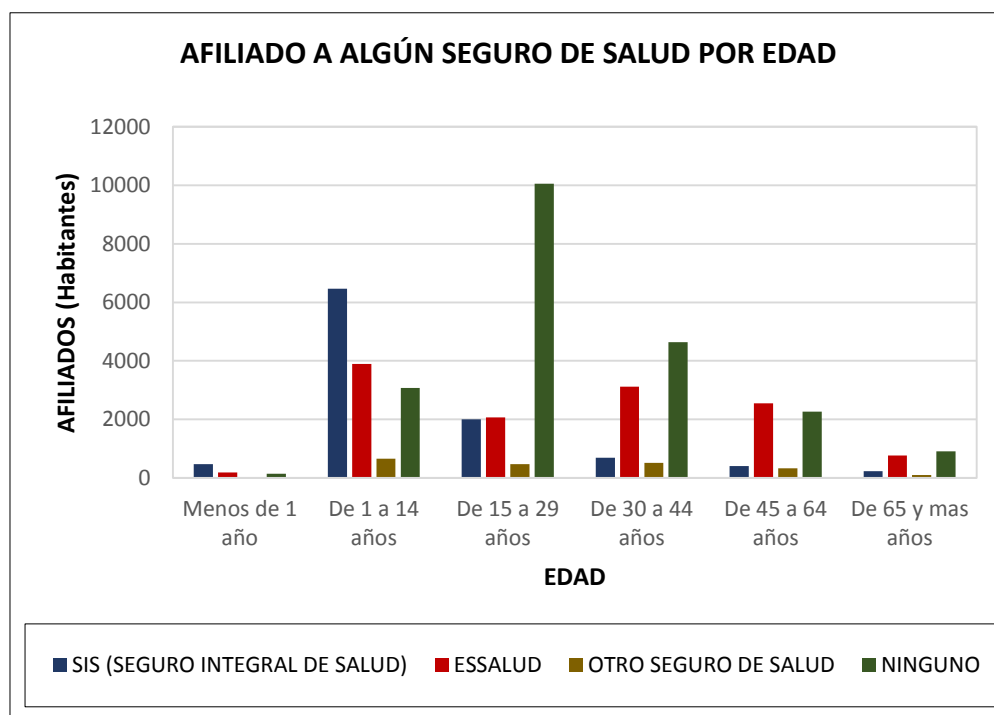


**CUADRO N° 5:** Registro de afiliados a algún tipo de seguro de salud en la ciudad de Abancay de acuerdo al Censo del 2007.

EDAD	TOTAL	AFILIADO A ALGÚN SEGURO DE SALUD			
		SIS (SEGURO INTEGRAL DE SALUD)	ESSALUD	OTRO SEGURO DE SALUD	NINGUNO
Menos de 1 año	825	474	188	19	145
De 1 a 14 años	14049	6471	3899	650	3073
De 15 a 29 años	14596	2005	2069	474	10062
De 30 a 44 años	8906	687	3115	516	4640
De 45 a 64 años	5487	401	2553	327	2259
De 65 y más años	2001	230	769	93	910
<b>TOTAL</b>	<b>45864</b>	<b>10268</b>	<b>12593</b>	<b>2079</b>	<b>21089</b>

**Elaboración:** Propia – A partir de Información del INEI.

**GRAFICO N° 8:** Afiliados a algún tipo de seguro de salud en la ciudad de Abancay de acuerdo al Censo del 2007.



**Elaboración:** Propia – A partir de Información del INEI.



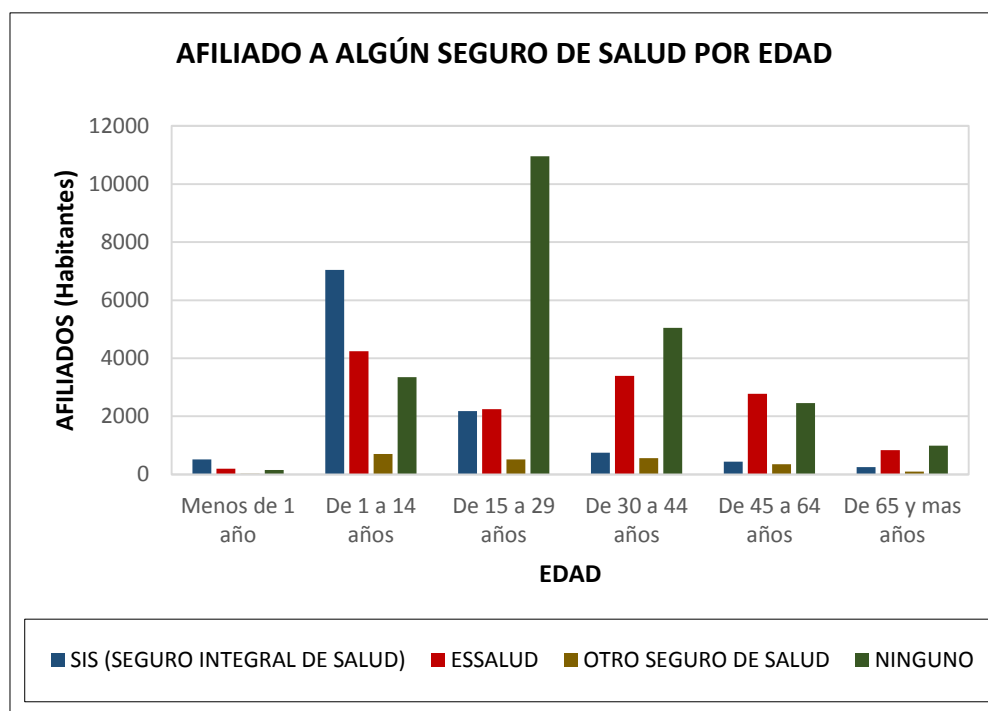
A continuación se proyecta el número de afiliados a seguros de salud al año 2016.

**CUADRO N° 6:** Registro de afiliados a algún tipo de seguro de salud en la ciudad de Abancay proyectado al año 2016.

EDAD	TOTAL	AFILIADO A ALGÚN SEGURO DE SALUD			
		SIS (SEGURO INTEGRAL DE SALUD)	ESSALUD	OTRO SEGURO DE SALUD	NINGUNO
Menos de 1 año	873	510	197	14	152
De 1 a 14 años	15334	7047	4242	702	3343
De 15 a 29 años	15898	2179	2248	510	10961
De 30 a 44 años	9737	742	3388	556	5051
De 45 a 64 años	6012	431	2775	350	2456
De 65 y más años	2155	244	831	95	985
<b>TOTAL</b>	<b>50009</b>	<b>11153</b>	<b>13681</b>	<b>2227</b>	<b>22948</b>

**Elaboración:** Propia – A partir de Información del INEI.

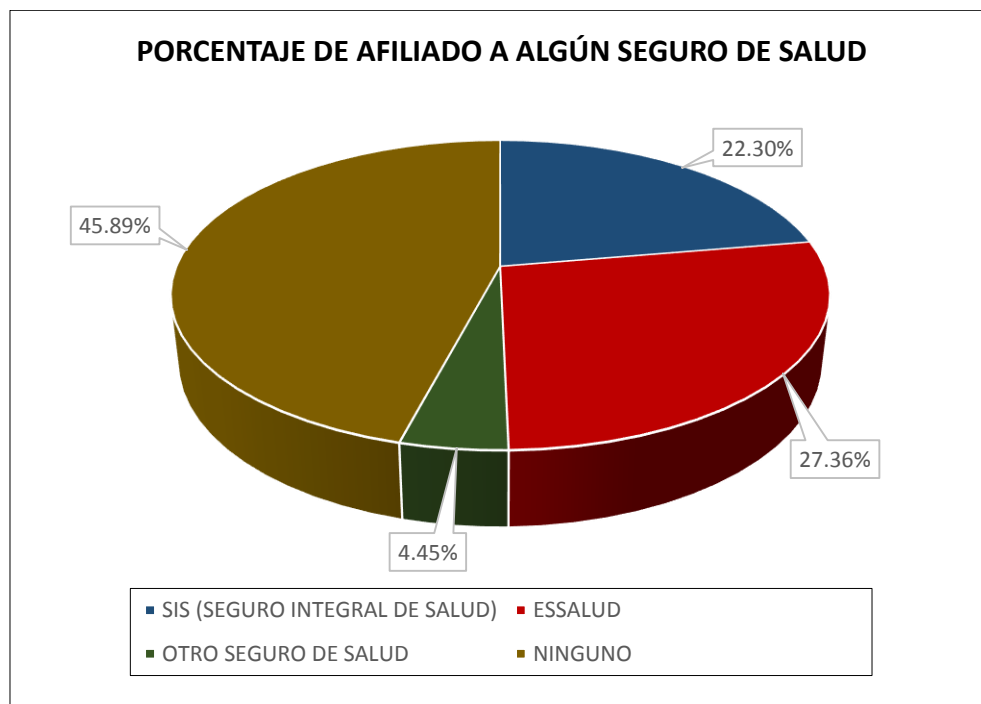
**GRAFICO N° 9:** Afiliados a algún tipo de seguro de salud en la ciudad de Abancay proyectado al año 2016.



**Elaboración:** Propia – A partir de Información del INEI.



**GRAFICO N° 10:** Porcentaje de afiliados a tipos de seguros de salud en la ciudad de Abancay proyectado al año 2016.



**Elaboración:** Propia – A partir de Información del INEI.

#### - VIVIENDAS SEGÚN TIPO

De acuerdo al censo del 2007 realizado por el INEI, muestra que en la ciudad de Abancay la mayor parte de las viviendas son casas independientes. El total de viviendas en la ciudad de Abancay de acuerdo al censo del 2007 es de 13759. Estos resultados se muestran a continuación:

**CUADRO N° 7:** Registro de tipos de viviendas en la ciudad de Abancay de acuerdo al Censo del 2007.

TIPO DE VIVIENDA	TOTAL
Casa independiente	10699
Departamento en edificio	338
Vivienda en quinta	128
Vivienda en casa de vecindad	2545
Vivienda improvisada	14
Local no dest.para hab. Humana	26
Otro tipo	9
<b>TOTAL</b>	<b>13759</b>

**Elaboración:** Propia – A partir de Información del INEI.





**GRAFICO N° 11:** Tipos de viviendas en la ciudad de Abancay de acuerdo al Censo del 2007.



**Elaboración:** Propia – A partir de Información del INEI.

A continuación se proyecta el número de viviendas al año 2016.

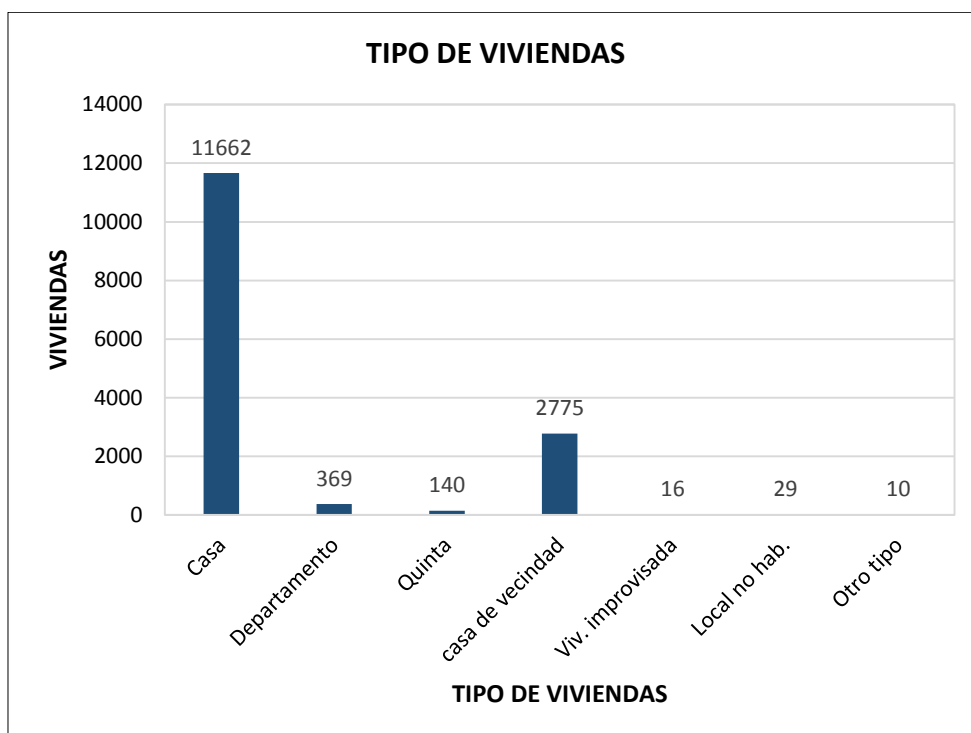
**CUADRO N° 8:** Registro de tipos de viviendas en la ciudad de Abancay proyectado al año 2016.

TIPO DE VIVIENDA	TOTAL
Casa independiente	11662
Departamento en edificio	369
Vivienda en quinta	140
Vivienda en casa de vecindad	2775
Vivienda improvisada	16
Local no dest.para hab. Humana	29
Otro tipo	10
<b>TOTAL</b>	<b>15001</b>

**Elaboración:** Propia – A partir de Información del INEI.



**GRAFICO N° 12:** Tipos de viviendas en la ciudad de Abancay proyectado al año 2016.



**Elaboración:** Propia – A partir de Información del INEI.

**GRAFICO N° 13:** Porcentaje de tipos de viviendas en la ciudad de Abancay proyectado al año 2016.



**Elaboración:** Propia – A partir de Información del INEI.



**- VIVIENDAS SEGÚN TIPO DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE**

De acuerdo al censo del 2007 realizado por el INEI, muestra que en la ciudad de Abancay la mayor parte de las viviendas cuentan con abastecimiento de agua potable provenientes de redes públicas.

Los resultados de acuerdo al censo del 2007 se muestran a continuación:

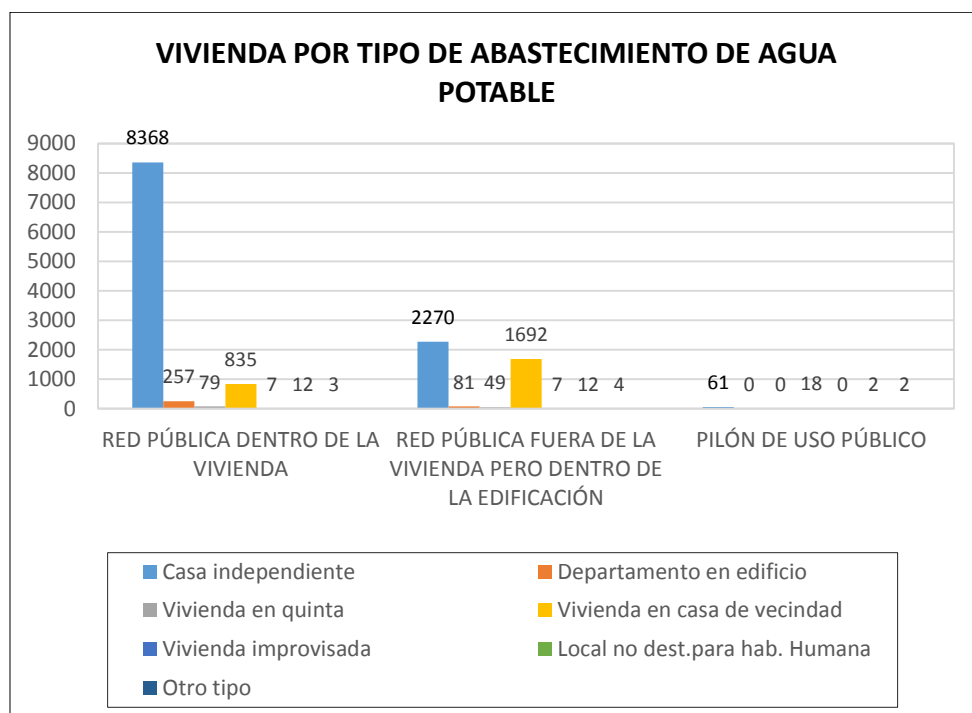
**CUADRO N° 9:** Registro de tipos de abastecimiento de agua potable de viviendas en la ciudad de Abancay según el censo del 2007.

TIPO DE VIVIENDA	TOTAL	TIPO DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE		
		RED PÚBLICA DENTRO DE LA VIVIENDA	RED PÚBLICA FUERA DE LA VIVIENDA PERO DENTRO DE LA EDIFICACIÓN	PILÓN DE USO PÚBLICO
Casa independiente	10699	8368	2270	61
Departamento en edificio	338	257	81	0
Vivienda en quinta	128	79	49	0
Vivienda en casa de vecindad	2545	835	1692	18
Vivienda improvisada	14	7	7	0
Local no dest.para hab. Humana	26	12	12	2
Otro tipo	9	3	4	2
<b>TOTAL</b>	<b>13759</b>	<b>9561</b>	<b>4115</b>	<b>83</b>

**Elaboración:** Propia – A partir de Información del INEI.



**GRAFICO N° 14:** Tipos de abastecimiento de agua potable de viviendas en la ciudad de Abancay según el censo del 2007.



**Elaboración:** Propia – A partir de Información del INEI.

A continuación se proyecta el número de viviendas de acuerdo a los diferentes tipos de abastecimiento de agua potable al año 2016.

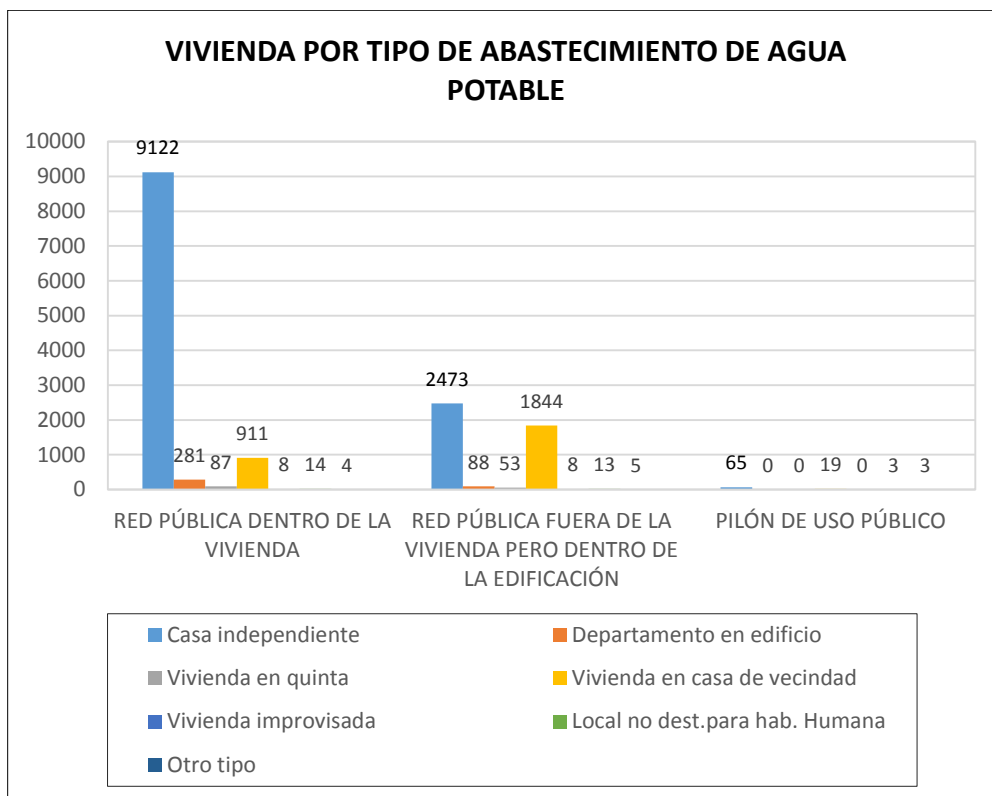
**CUADRO N° 10:** Registro de tipos de abastecimiento de agua potable de viviendas en la ciudad de Abancay proyectado al año 2016.

TIPO DE VIVIENDA	TOTAL	TIPO DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE		
		RED PÚBLICA DENTRO DE LA VIVIENDA	RED PÚBLICA FUERA DE LA VIVIENDA PERO DENTRO DE LA EDIFICACIÓN	PILÓN DE USO PÚBLICO
Casa independiente	11660	9122	2473	65
Departamento en edificio	369	281	88	0
Vivienda en quinta	140	87	53	0
Vivienda en casa de vecindad	2774	911	1844	19
Vivienda improvisada	16	8	8	0
Local no dest. para hab. Humana	30	14	13	3
Otro tipo	12	4	5	3
<b>TOTAL</b>	<b>15001</b>	<b>10427</b>	<b>4484</b>	<b>90</b>

**Elaboración:** Propia – A partir de Información del INEI.

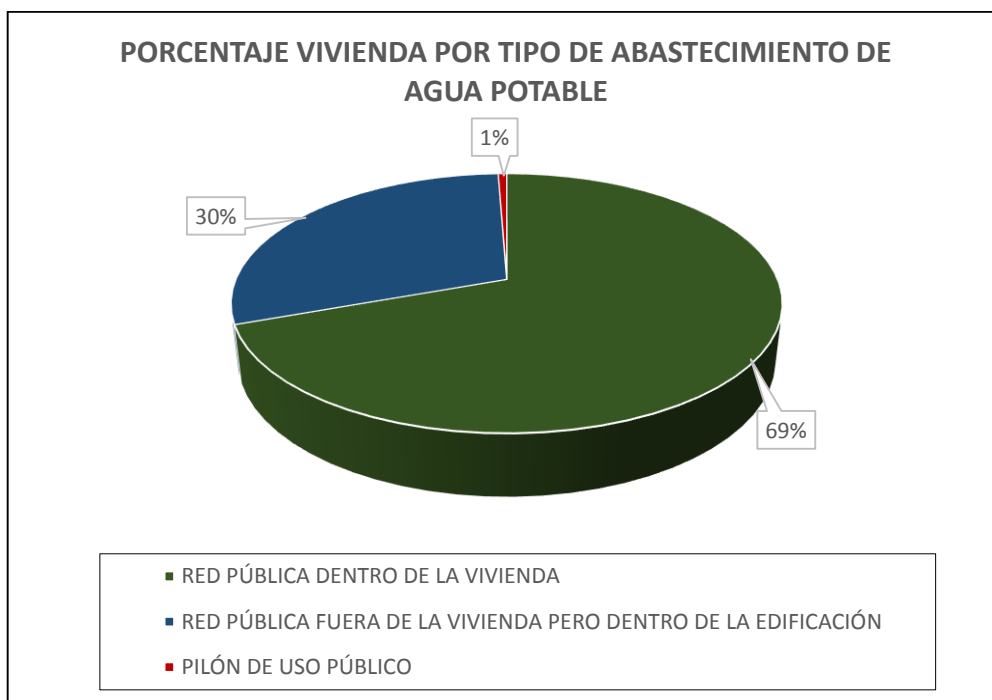


**GRAFICO N° 15:** Tipos de abastecimiento de agua potable de viviendas en la ciudad de Abancay proyectado al año 2016.



**Elaboración:** Propia – A partir de Información del INEI.

**GRAFICO N° 16:** Porcentaje de tipos de abastecimiento de agua potable de viviendas en la ciudad de Abancay proyectado al año 2016.



**Elaboración:** Propia – A partir de Información del INEI.



**- VIVIENDAS SEGÚN TIPO DE SERVICIO HIGIÉNICO**

De acuerdo al censo del 2007 realizado por el INEI, muestra que en la ciudad de Abancay la mayor parte de las viviendas cuentan con algún tipo de servicio higiénico, el servicio más usado es la red pública de desagüe (dentro de la vivienda).

Los resultados de acuerdo al censo del 2007 se muestran a continuación:

**CUADRO N° 11:** Registro de tipos de servicios higiénicos de viviendas en la ciudad de Abancay según el censo del 2007.

TIPO DE VIVIENDA	TOTAL	SERVICIO HIGIÉNICO CONECTADO A:					
		RED PÚBLICA DE DESAGÜE (DENTRO DE LA VIVIENDA)	RED PÚBLICA DE DESAGÜE (FUERA DE LA VIVIENDA PERO DENTRO DE LA EDIFICACIÓN)	POZO SÉPTICO	LETRINA	RÍO, ACEQUIA O CANAL	NO TIENE
Casa independiente	10699	7436	2136	239	375	59	454
Departamento en edificio	338	258	80	0	0	0	0
Vivienda en quinta	128	80	47	0	0	0	1
Vivienda en casa de vecindad	2545	859	1659	0	0	0	27
Vivienda improvisada	14	0	5	0	2	0	7
Local no dest.para hab. Humana	26	9	11	0	0	0	6
Otro tipo	9	0	0	0	0	0	9
<b>TOTAL</b>	<b>13759</b>	<b>8642</b>	<b>3938</b>	<b>239</b>	<b>377</b>	<b>59</b>	<b>504</b>

**Elaboración:** Propia – A partir de Información del INEI.



**GRAFICO N° 17:** Tipos de servicios higiénicos de viviendas en la ciudad de Abancay según el censo del 2007.



**Elaboración:** Propia – A partir de Información del INEI.

A continuación se proyecta el número de viviendas de acuerdo a los diferentes tipos de servicio higiénico al año 2016.



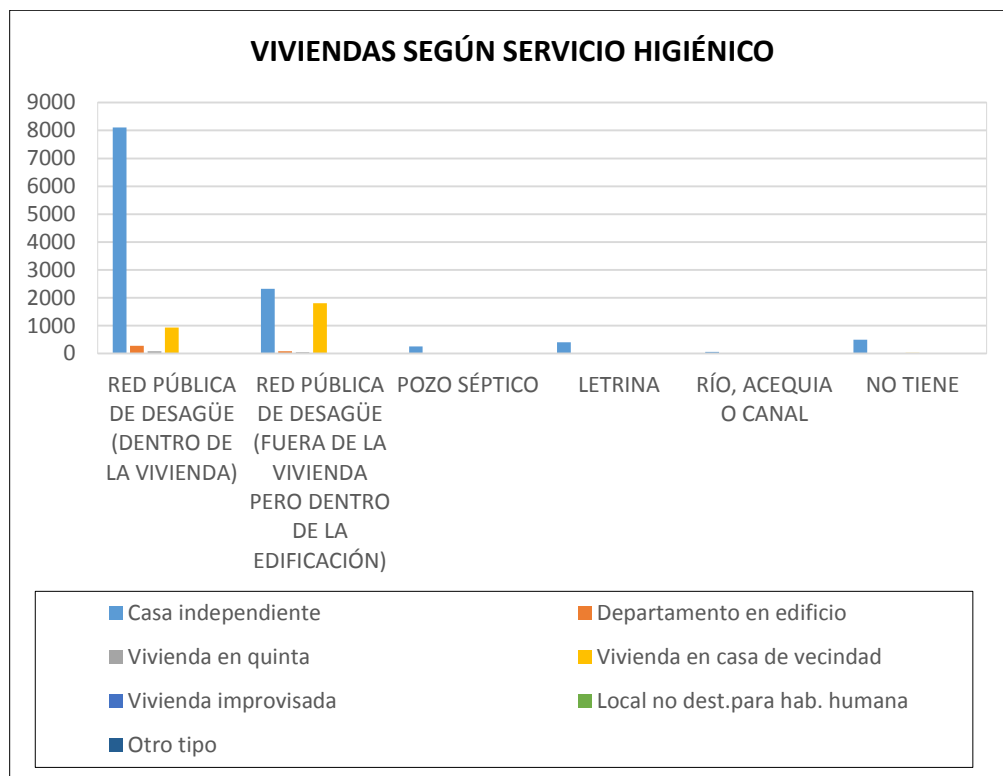
**CUADRO N° 12:** Registro de tipos de servicios higiénicos de viviendas en la ciudad de Abancay proyectado al año 2016.

TIPO DE VIVIENDA	TOTAL	SERVICIO HIGIÉNICO CONECTADO A:					
		RED PÚBLICA DE DESAGÜE (DENTRO DE LA VIVIENDA)	RED PÚBLICA DE DESAGÜE (FUERA DE LA VIVIENDA PERO DENTRO DE LA EDIFICACIÓN)	POZO SÉPTICO	POZO CIEGO O NEGRO / LETRINA	RÍO, ACEQUIA O CANAL	NO TIENE
Casa independiente	11657	8106	2329	258	406	65	493
Departamento en edificio	370	282	88	0	0	0	0
Vivienda en quinta	142	88	52	0	0	0	2
Vivienda en casa de vecindad	2776	937	1809	0	0	0	30
Vivienda improvisada	17	0	6	0	3	0	8
Local no dest.para hab. Humana	29	10	12	0	0	0	7
Otro tipo	10	0	0	0	0	0	10
<b>TOTAL</b>	<b>15001</b>	9420	4293	261	411	65	550

**Elaboración:** Propia – A partir de Información del INEI.

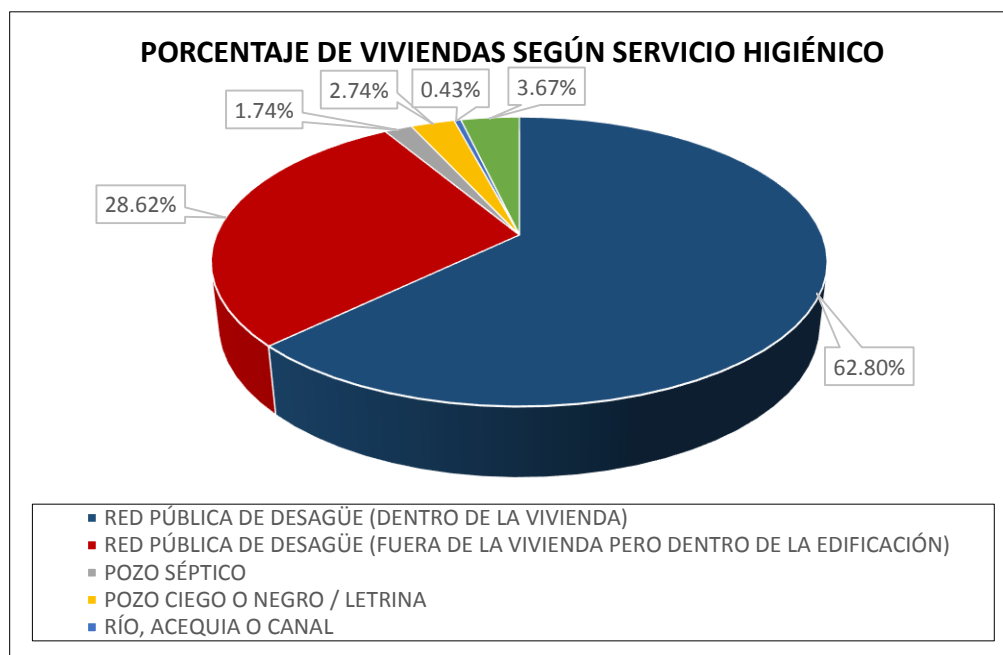


**GRAFICO N° 18:** Tipos de servicios higiénicos de viviendas en la ciudad de Abancay proyectado al año 2016.



**Elaboración:** Propia – A partir de Información del INEI.

**GRAFICO N° 19:** Porcentaje de tipos de abastecimiento de agua potable de viviendas en la ciudad de Abancay proyectado al año 2016.



**Elaboración:** Propia – A partir de Información del INEI.



**- VIVIENDAS SEGÚN LA DISPONIBILIDAD DE ALUMBRADO ELÉCTRICO POR RED PÚBLICA**

De acuerdo al censo del 2007 realizado por el INEI, muestra que en la ciudad de Abancay la mayor parte de las viviendas cuentan con alumbrado eléctrico proveniente de red pública.

Los resultados de acuerdo al censo del 2007 se muestran a continuación:

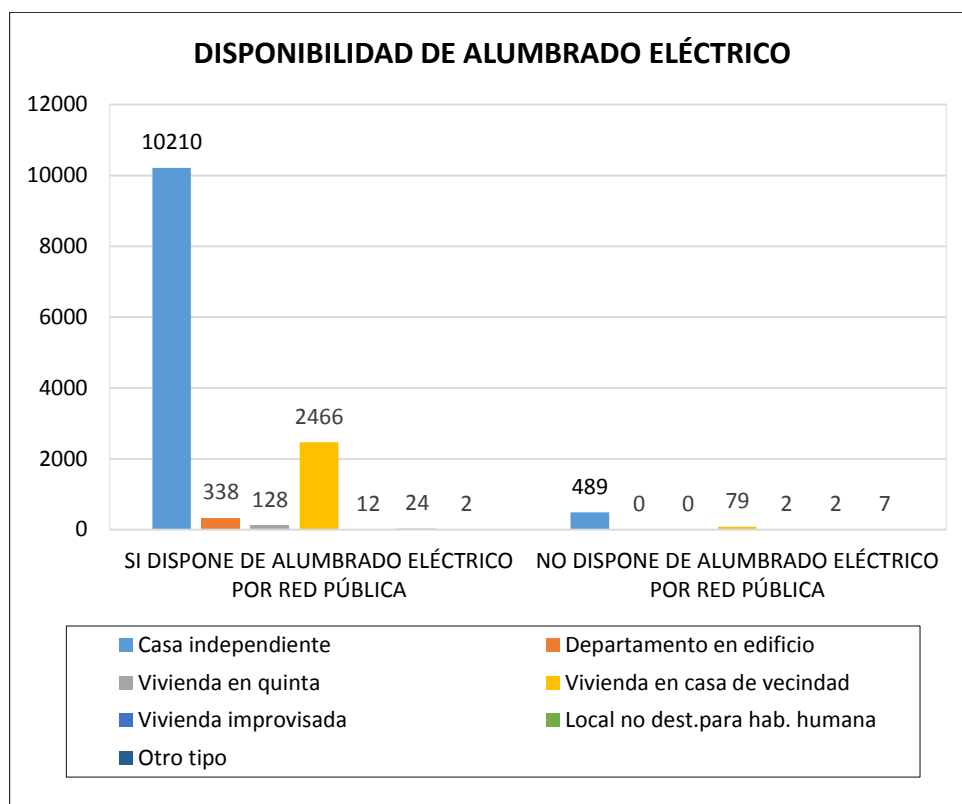
**CUADRO N° 13:** Registro de viviendas según la disponibilidad de alumbrado eléctrico en la ciudad de Abancay según el censo del 2007.

TIPO DE VIVIENDAS	TOTAL	DISPONE DE ALUMBRADO ELÉCTRICO POR RED PÚBLICA	
		SI	NO
Casa independiente	10699	10210	489
Departamento en edificio	338	338	0
Vivienda en quinta	128	128	0
Vivienda en casa de vecindad	2545	2466	79
Vivienda improvisada	14	12	2
Local no dest.para hab. humana	26	24	2
Otro tipo	9	2	7
<b>TOTAL</b>	<b>13759</b>	<b>13180</b>	<b>579</b>

**Elaboración:** Propia – A partir de Información del INEI.



**GRAFICO N° 20:** Viviendas según la disponibilidad de alumbrado eléctrico en la ciudad de Abancay según el censo del 2007.



**Elaboración:** Propia – A partir de Información del INEI.

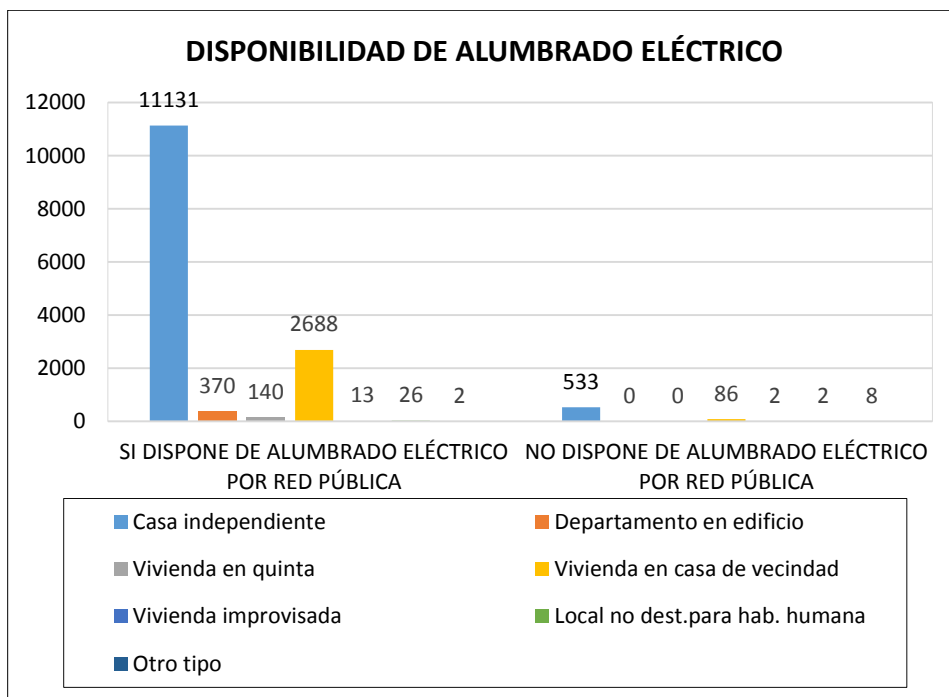
A continuación se proyecta el número de viviendas de acuerdo a la disponibilidad eléctrica de red pública al año 2016.

**CUADRO N° 14:** Registro de viviendas según la disponibilidad de alumbrado eléctrico en la ciudad de Abancay proyectado al año 2016.

TIPO DE VIVIENDAS	TOTAL	DISPONE DE ALUMBRADO ELÉCTRICO POR RED PÚBLICA	
		SI	NO
Casa independiente	11664	11131	533
Departamento en edificio	370	370	0
Vivienda en quinta	140	140	0
Vivienda en casa de vecindad	2774	2688	86
Vivienda improvisada	15	13	2
Local no dest. para hab. humana	28	26	2
Otro tipo	10	2	8
<b>TOTAL</b>	<b>15001</b>	<b>14370</b>	<b>631</b>

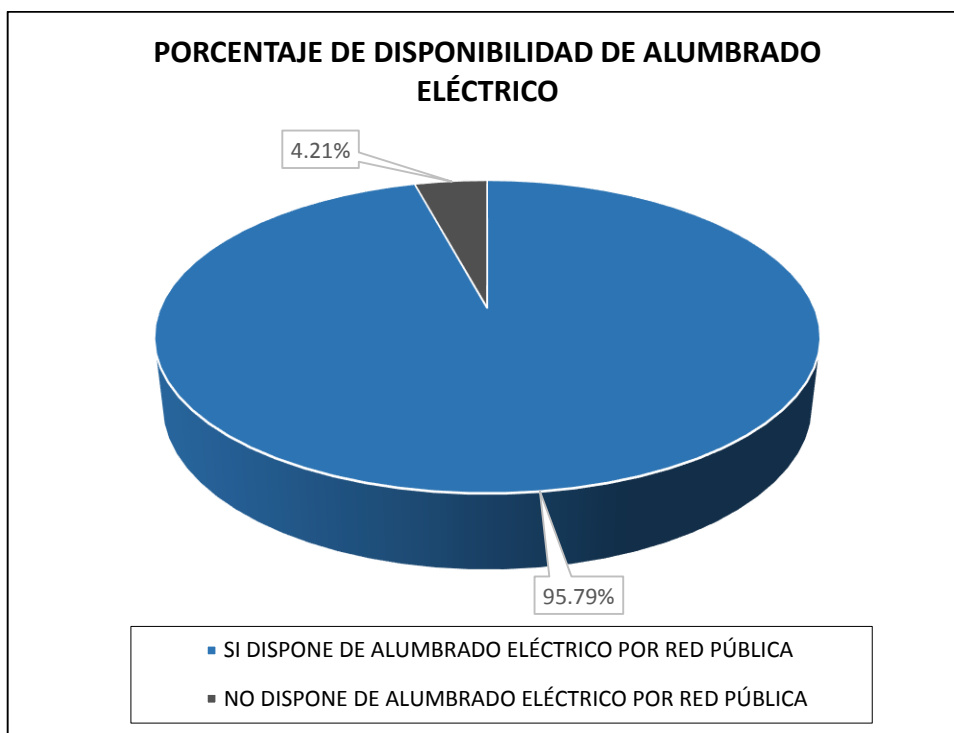
**Elaboración:** Propia – A partir de Información del INEI.

**GRAFICO N° 21:** Viviendas según la disponibilidad de alumbrado eléctrico en la ciudad de Abancay proyectado al año 2016.



**Elaboración:** Propia – A partir de Información del INEI.

**GRAFICO N° 22:** Porcentaje de viviendas según la disponibilidad de alumbrado eléctrico en la ciudad de Abancay proyectado al año 2016.



**Elaboración:** Propia – A partir de Información del INEI.



## 2.2. DEFINICIÓN DEL PROBLEMA, SUS CAUSAS Y EFECTOS

### 2.2.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.

Carencia de Interconexión vial y peatonal entre la Urbanización Patibamba Baja y Asociación Manuel Escorza de la Ciudad de Abancay, Apurímac.

### 2.2.2. ANÁLISIS DE CAUSAS.

A continuación se muestra el análisis de causas:

**CUADRO N° 15:** Análisis de Causas del proyecto.

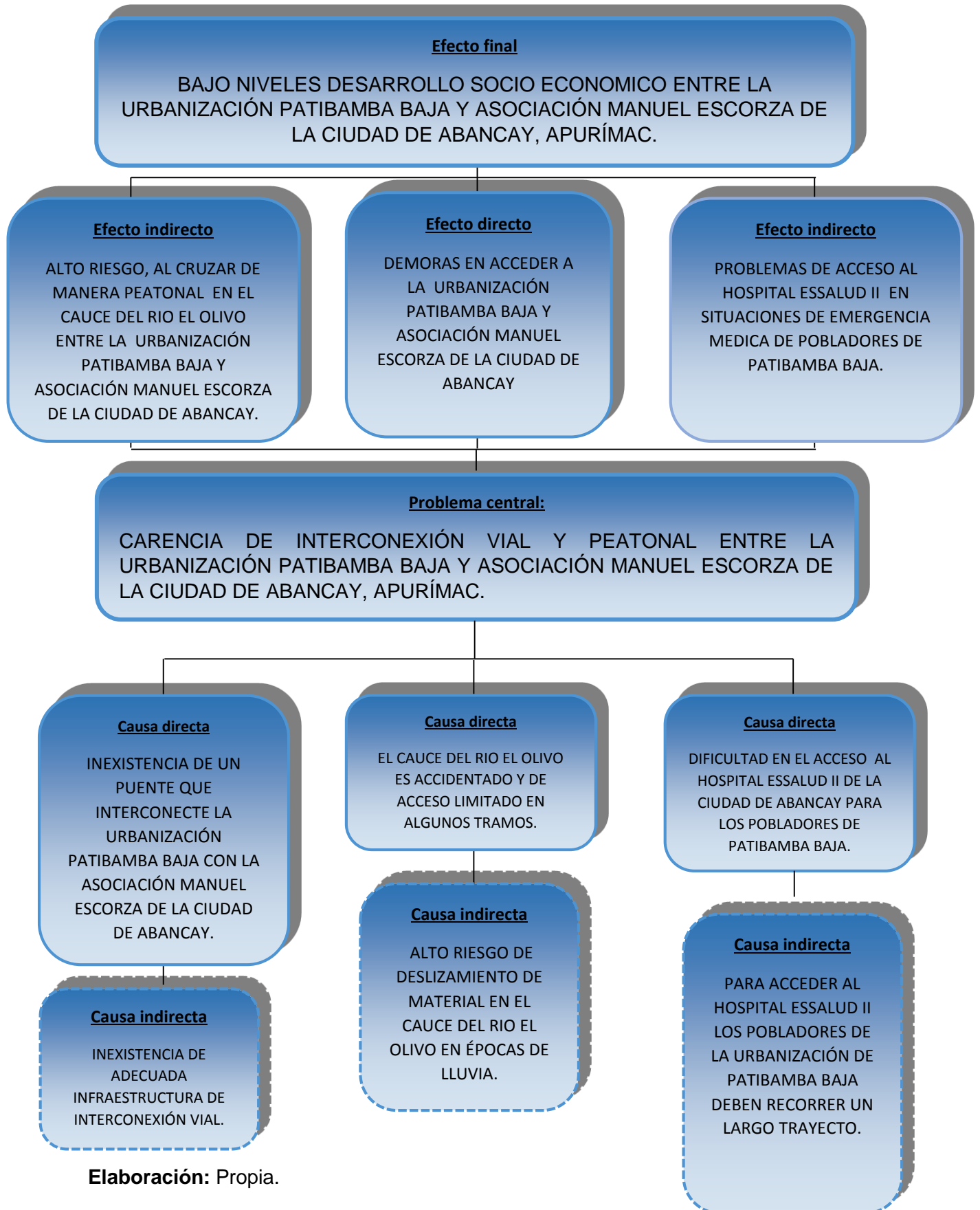
DESCRIPCIÓN DE LAS PRINCIPALES CAUSAS	CAUSAS INDIRECTAS
INEXISTENCIA DE UN PUENTE QUE INTERCONECTE LA URBANIZACIÓN PATIBAMBA BAJA CON LA ASOCIACIÓN MANUEL ESCORZA DE LA CIUDAD DE ABANCAY.	CARENCIA DE UNA ADECUADA INFRAESTRUCTURA DE INTERCONEXIÓN VIAL.
EL CAUSE DEL RIO EL OLIVO ES ACCIDENTADO Y DE ACCESO LIMITADO EN ALGUNOS TRAMOS	ALTO RIESGO DE DESLIZAMIENTO DE MATERIAL EN EL CAUSE DEL RIO EL OLIVO EN EPOCAS DE LLUVIA.
DIFICULTAD EN EL ACCESO AL HOSPITAL ESSALUD II DE LA CIUDAD DE ABANCAY PARA LOS POBLADORES DE PATIBAMBA BAJA.	PARA ACCEDER AL HOSPITAL ESSALUD II LOS POBLADORES DE LA URBANIZACIÓN DE PATIBAMBA BAJA DEBEN RECORRER UN LARGO TRAYECTO.

**Elaboración:** Propia.



2.2.3. ÁRBOL DE CAUSAS - EFECTOS.

GRAFICO N° 23: Árbol de Causas – Efectos.



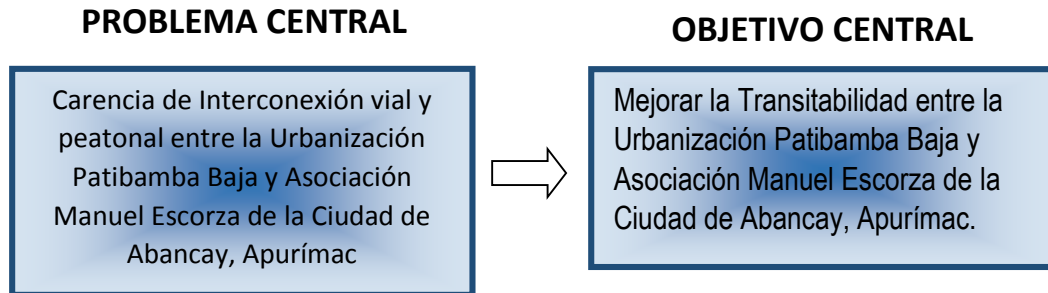
Elaboración: Propia.



## 2.3. PLANTEAMIENTO DEL PROYECTO

### 2.3.1. OBJETIVO CENTRAL O PROPÓSITO DEL PROYECTO

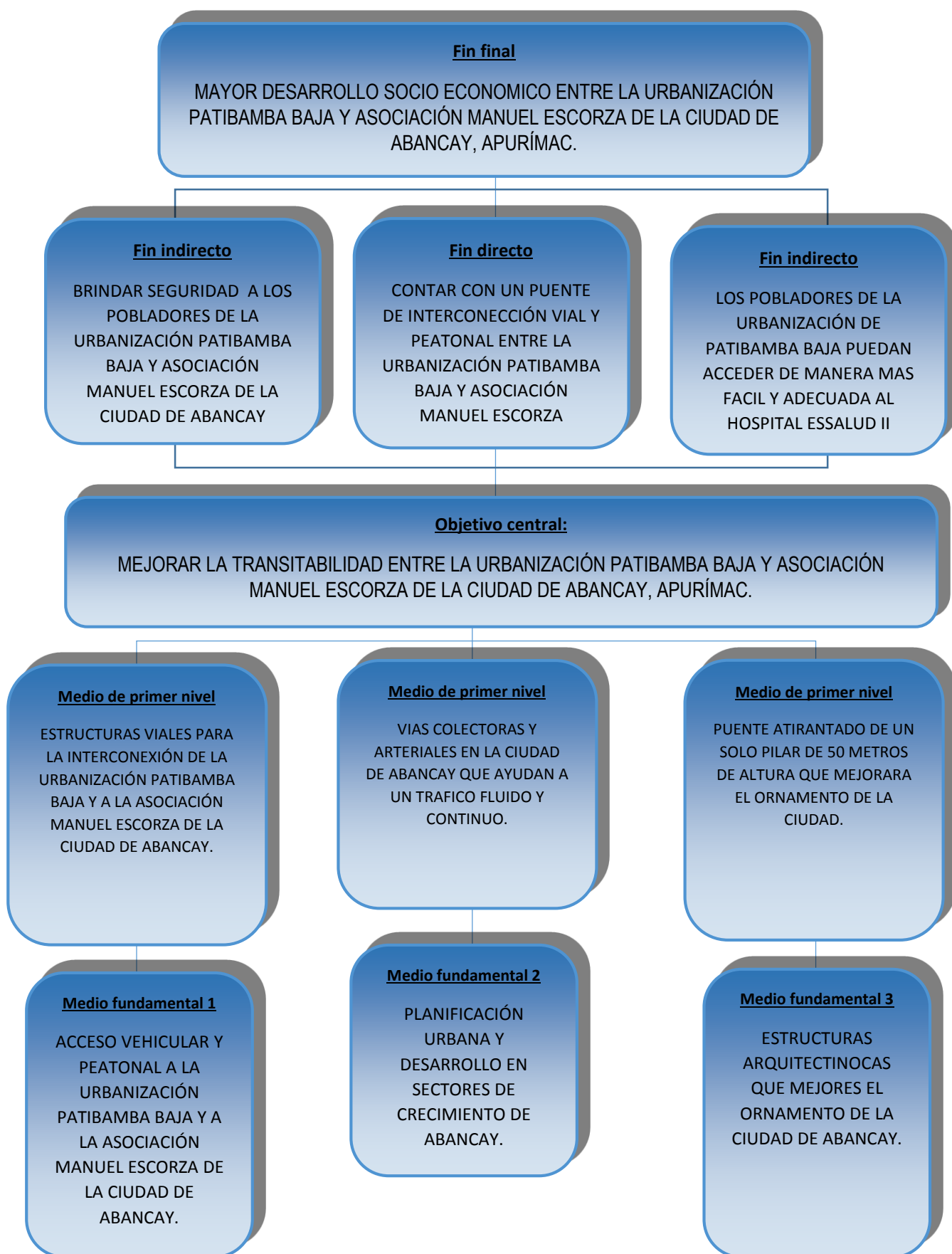
Mejorar la Transitabilidad entre la Urbanización Patibamba Baja y Asociación Manuel Escorza de la Ciudad de Abancay, Apurímac.



A continuación se muestra el Árbol de Medios y Fines.



GRAFICO N° 24: Árbol de Medios y Fines.



Elaboración: Propia.

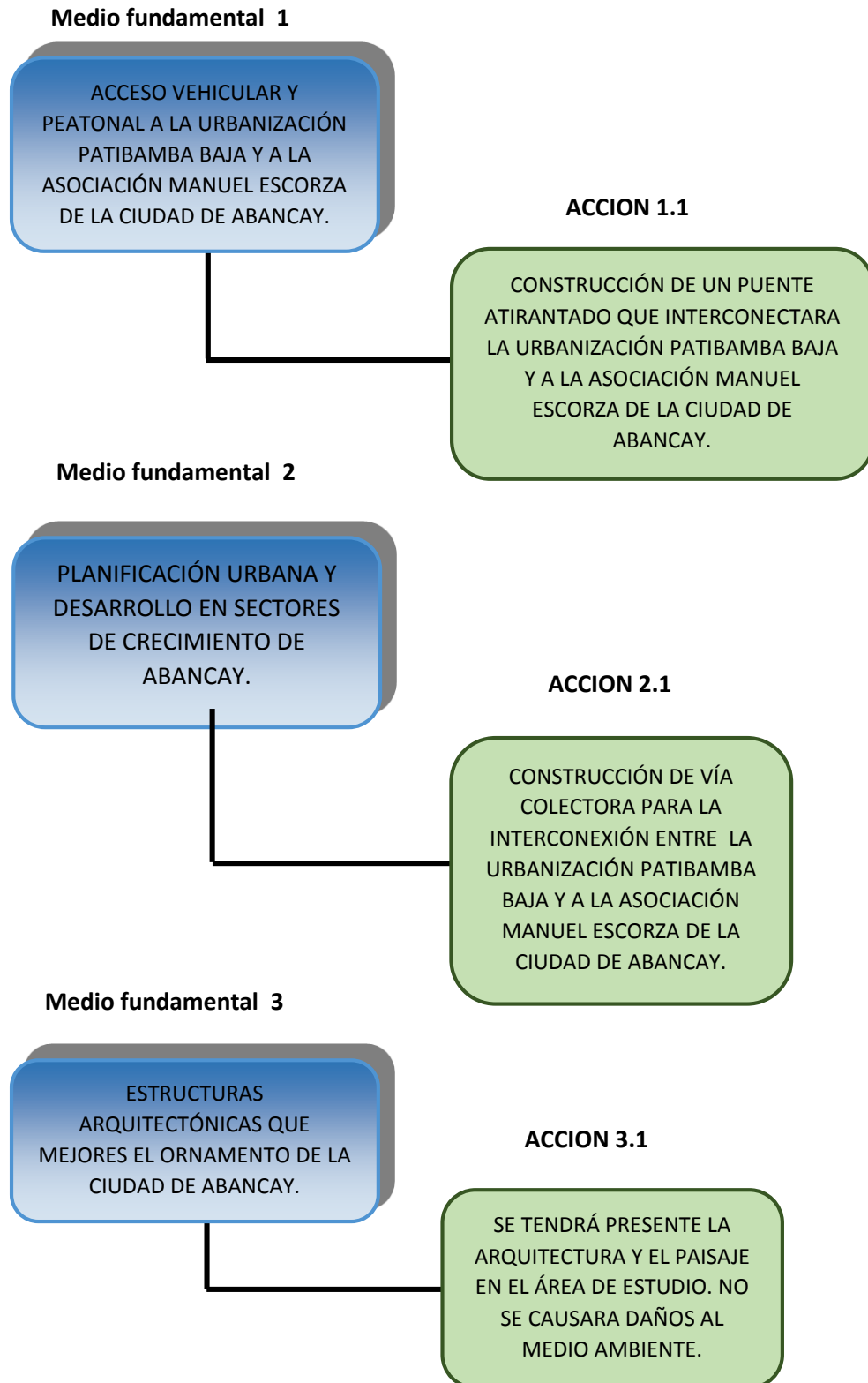




## 2.3.2. ALTERNATIVA DE SOLUCIÓN

### 2.3.2.1. PLANTEAMIENTO GENERAL DE LOS MEDIOS FUNDAMENTALES Y ACCIONES

GRAFICO N° 25: Diagrama de Medios Fundamentales.



Elaboración: Propia.



### 2.3.2.2. PLANTEAMIENTO DE ALTERNATIVAS DE SOLUCIÓN.

#### **Alternativa N°1.**

El proyecto contempla la construcción de un puente continuo de 75 metros de longitud de dos tramos, el primero tiene 35 m y el otro tramo de 40 m.

La sección tipo del tablero consiste en dos vigas longitudinales de concreto armado pretensado. El ancho total del tablero es de 11.00, con dos carriles (2 vías) con un ancho de 6.00 m.

Esta alternativa nos permitiría acercar a los objetivos centrales que es de mejorar el sistema de accesibilidad y circulación en el ámbito de influencia del proyecto a través de un mayor ahorro de viaje por parte de la población lo cual tendría impactos positivos en su economía con un mayor ahorro y beneficio, esta alternativa daría mucha mayor fluidez al tráfico contrarrestando los impactos generados por el creciente parque automotor, esta alternativa seleccionada generaría impactos positivos porque permitirá el ahorro de costos de mantenimiento y operación lo que va de la mano con la sostenibilidad del proyecto esto se va a reflejar en los siguientes capítulos, de la misma forma lo hará el análisis técnico de la alternativa N°1.

#### **Alternativa N°2.**

El proyecto contempla la construcción de un puente atirantado de 75 metros de longitud de una sola luz, suspendido por un grupo de cables, 9 tirantes frontales por lado, soportado por un pilón (torre) de 50 metros de alto.

La sección tipo del tablero consiste en dos vigas longitudinales de concreto armado sobre éstas se empotra las vigas transversales metálicas. El ancho total del tablero es de 12.75, con dos carriles (2 vías) con un ancho de 6.00 m.

El puente atirantado está sujeto por una sola torre de 50 m, compuesto por un concreto  $f'c=350$  kg/cm<sup>2</sup> y acero corrugado grado 60 ( $f_y=4200$ kg/cm<sup>2</sup>) con cimientos profundos con caisson con calidad de concreto  $f'c=280$  kg/cm<sup>2</sup> y acero corrugado grado 60 ( $f_y=4200$ kg/cm<sup>2</sup>).

El tablero es de concreto armado con concreto  $f'c=280$ kg/cm<sup>2</sup> y acero  $f_y=4200$ kg/cm<sup>2</sup> sujeto transversalmente de vigas de Acero.



### 3. FORMULACIÓN

#### 3.1. HORIZONTE DE EVALUACIÓN

Se ha considerado un horizonte de proyecto igual a 20 años que se encuentra dentro de rango de su vida útil.

El horizonte de evaluación del estudio de factibilidad lo constituye la agregación de la fase de inversión y post inversión y para el presente proyecto se estima en 20 años el horizonte de evaluación, período en que están recibiendo los beneficios de los servicios de transitabilidad vehicular y peatonal, además es el requisito básico para mejorar los servicios a la comunidad, los beneficiarios podrán incrementar y dinamizar la actividad comercial en la zona.

El período de evaluación es de 20 años, con respecto al componente y la ejecución del proyecto será de 15 meses y luego procede el período de operación y mantenimiento del puente construido.

#### 3.2. DETERMINACIÓN DE LA BRECHA OFERTA – DEMANDA

##### 3.2.1. ANÁLISIS DE LA DEMANDA

Debido a la naturaleza del proyecto se hace uso del estudio de tráfico vehicular actualizado al 2016, para determinar la demanda del servicio en la que intervendrá el proyecto.

##### - UBICACIÓN DE LAS ESTACIONES DE CONTROL POR TRAMOS

Las ubicaciones de las estaciones de control es la siguiente:

**CUADRO N° 16:** Ubicación de las Estaciones de control.

N°	Ubicación	Estación	Tipo	Código de la Estación	N° Días	Fecha
<b>Conteo y Clasificación Vehicular</b>						
1	Esquina de Av, Aviación y Prolongación de ESSALUD II.	Aviación	Principal	E1	7	08/08/16 al 14/08/16
2	Puente Circunvalación	Circunvalación	Principal	E2	7	08/08/16 al 14/08/16
<b>Encuesta Origen - Destino</b>						
1	Esquina de Av, Aviación y Prolongación de ESSALUD II.	Aviación	Principal	OD1	3	08/08/16 al 10/08/16

**Elaboración:** Propia.



- **ÍNDICE MEDIO DIARIO SEGÚN CLASE VEHICULAR.**

De las estaciones de estudio, se obtiene el IMDs, el cual será afectado por el factor de corrección mensual (FC), indicado en el cuadro anterior, obteniendo el IMDA.

Los resultados obtenidos, indican un volumen vehicular en la Estación Aviación es de 1414 veh/día, y en la Estación Circunvalación es de 8078 veh/día.

**CUADRO N° 17:** Resumen del volumen clasificado diario de la Estación Aviación.

<b>ESTACIÓN E1</b>				
<b>VEHÍCULO</b>	<b>IMDS</b>	<b>FC</b>	<b>IMDA</b>	<b>DISTRIBUCIÓN</b>
Automóvil	244	0.82	200	14%
Station Wagon	980	0.82	804	57%
Pick Up	74	0.82	61	4%
Panel	1	0.82	1	0%
Combi	313	0.82	257	18%
Microbús	1	0.82	1	0%
Bus 2E	0	0.89	0	0%
Bus 3E	0	0.89	0	0%
Camión 2E	98	0.89	88	6%
Camión 3E	2	0.89	2	0%
Camión 4E	0	0.89	0	0%
Semitrayler 2S1/2S2	0	0.89	0	0%
Semitrayler 2S3	0	0.89	0	0%
Semitrayler 3S1/3S2	0	0.89	0	0%
Semitrayler >=3S3	0	0.89	0	0%
Trayler 2T2	0	0.89	0	0%
Trayler 2T3	0	0.89	0	0%
Trayler 3T2	0	0.89	0	0%
Trayler 3T3	0	0.89	0	0%
<b>TOTAL</b>			<b>1414</b>	<b>100%</b>

**FUENTE:** Elaboración Propia.



**CUADRO N° 18:** Resumen del volumen clasificado diario de la Estación Circunvalación.

<b>ESTACIÓN E2</b>				
<b>VEHÍCULO</b>	<b>IMDS</b>	<b>FC</b>	<b>IMDA</b>	<b>DISTRIBUCIÓN</b>
Automóvil	2521	0.82	2069	26%
Station Wagon	6116	0.82	5019	62%
Pick Up	407	0.82	334	4%
Panel	2	0.82	2	0%
Combi	397	0.82	326	4%
Microbús	1	0.82	1	0%
Bus 2E	0	0.00	0	0%
Bus 3E	0	0.89	0	0%
Camión 2E	339	0.89	303	4%
Camión 3E	27	0.89	24	0%
Camión 4E	0	0.89	0	0%
Semitrayler 2S1/2S2	0	0.89	0	0%
Semitrayler 2S3	0	0.89	0	0%
Semitrayler 3S1/3S2	0	0.89	0	0%
Semitrayler >=3S3	0	0.89	0	0%
Trayler 2T2	0	0.89	0	0%
Trayler 2T3	0	0.89	0	0%
Trayler 3T2	0	0.89	0	0%
Trayler 3T3	0	0.89	0	0%
TOTAL			8078	100%

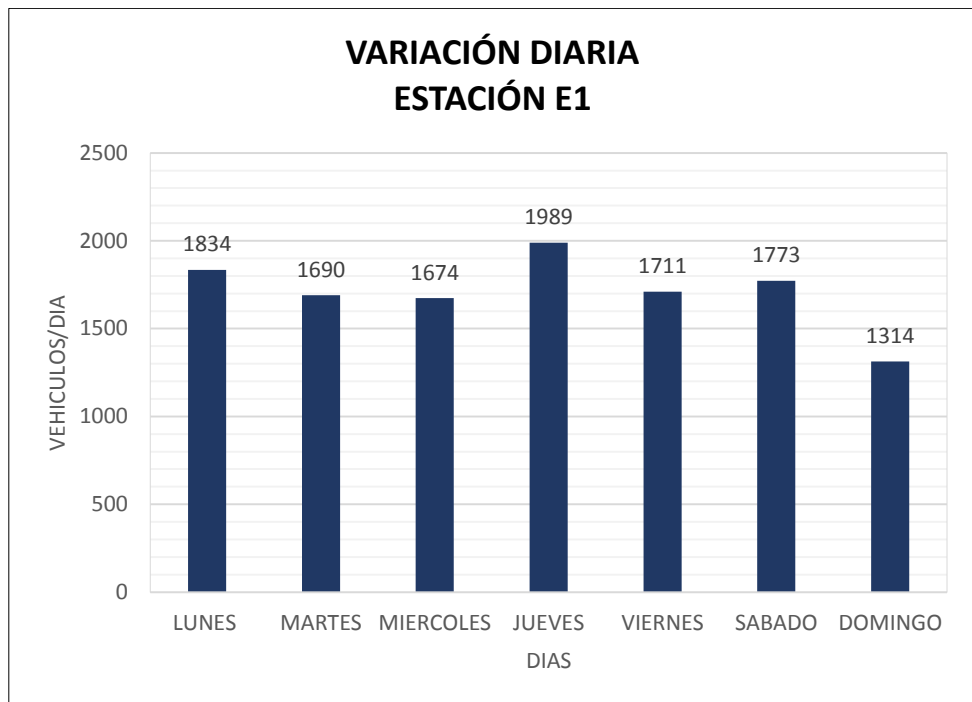
**FUENTE:** Elaboración Propia.

- **DÍA PICO**

El día pico es aquel que registra el mayor volumen de tránsito, durante la semana de conteo. Para lo cual a continuación mostramos las gráficas siguientes que contienen el mayor volumen de tráfico que se presentó durante una semana de conteo en cada estación establecida.



**GRAFICO N° 26:** Estación Aviación “E1”



**FUENTE:** Elaboración Propia.

**GRAFICO N° 27:** Estación Circunvalación “E2”



**FUENTE:** Elaboración Propia.



- **HORA PICO**

La hora pico es aquella que registra el mayor volumen de tránsito durante 24 horas del día. Las gráficas siguientes incluidas a continuación contiene la curva de variación horaria por sentido de circulación.

**GRAFICO N° 28:** Variación del Trafico Horario de la Estación Aviación “E1”.



**FUENTE:** Elaboración Propia.

**GRAFICO N° 29:** Variación del Trafico Horario de la Estación Circunvalación “E2”



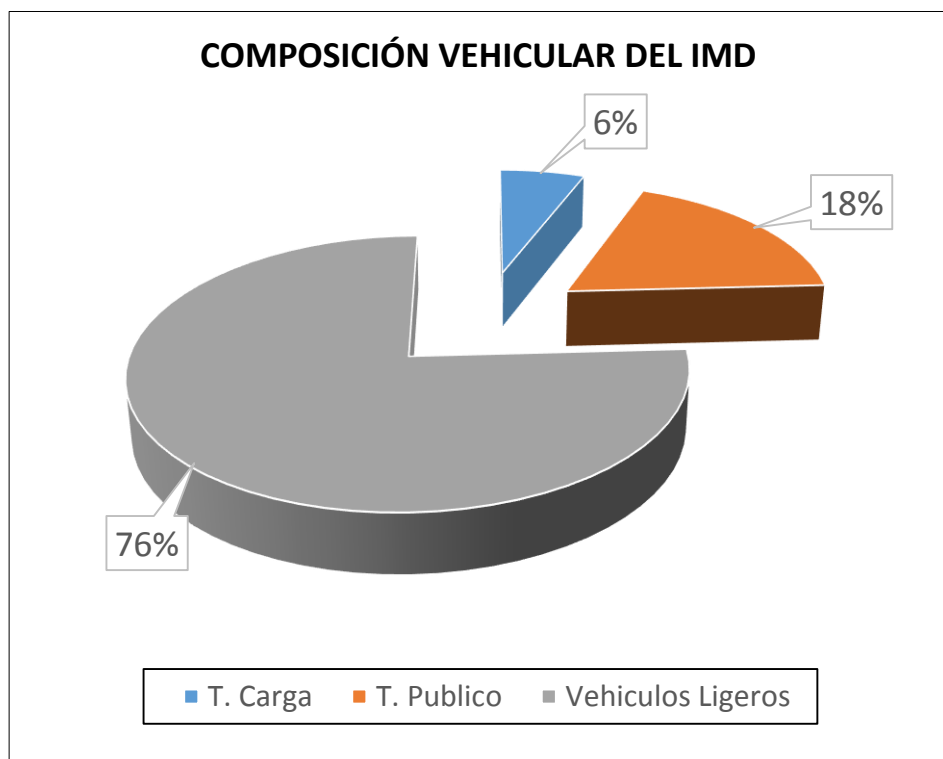
**FUENTE:** Elaboración Propia.

- **COMPOSICIÓN VEHICULAR**

La composición vehicular de la zona se basa en vehículos ligeros que transportan pasajeros a distintas arterias de la ciudad, cabe resaltar que el tipo de vehículo que realizara esta actividad son los Autos y Station Wagon.

El transporte Público de Pasajeros es reducido en las dos estaciones establecidas para el estudio, casi representando el 1% o 2%, así como también se ve que el Transporte de Carga conforma también una menor parte de la Composición Vehicular del IMD.

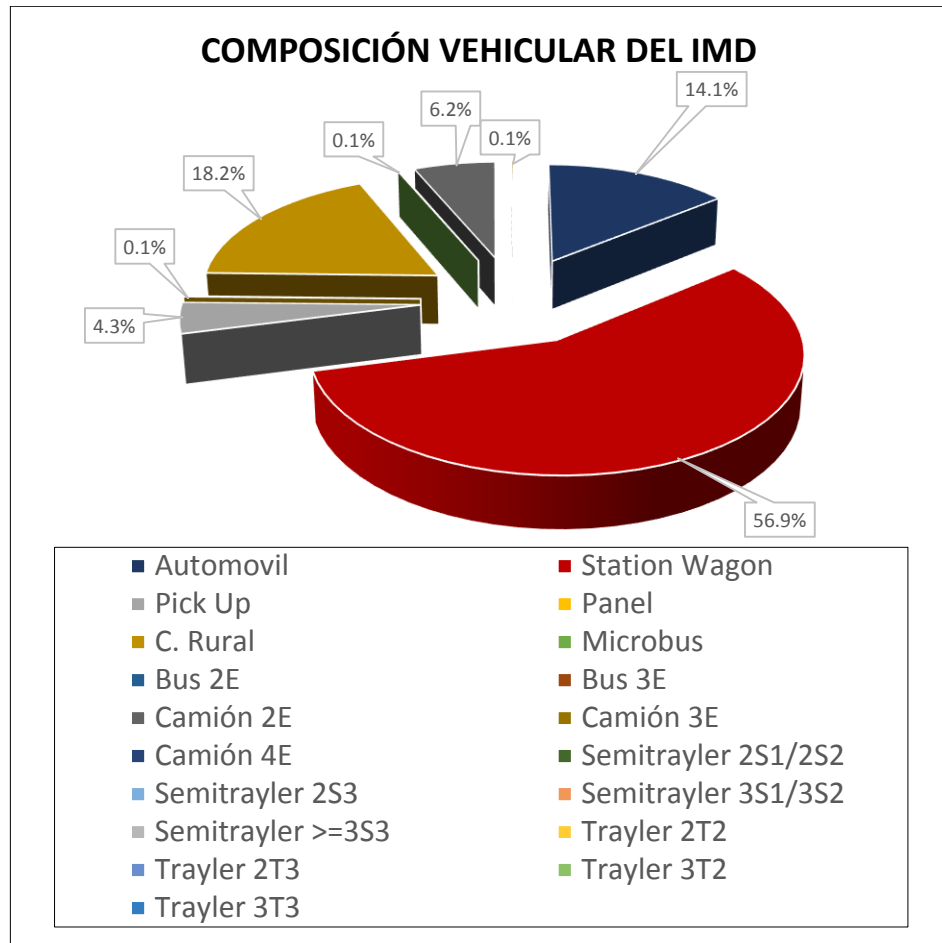
**GRAFICO N° 30:** Composición Vehicular Estación Aviación “E1”.



**FUENTE:** Elaboración Propia.

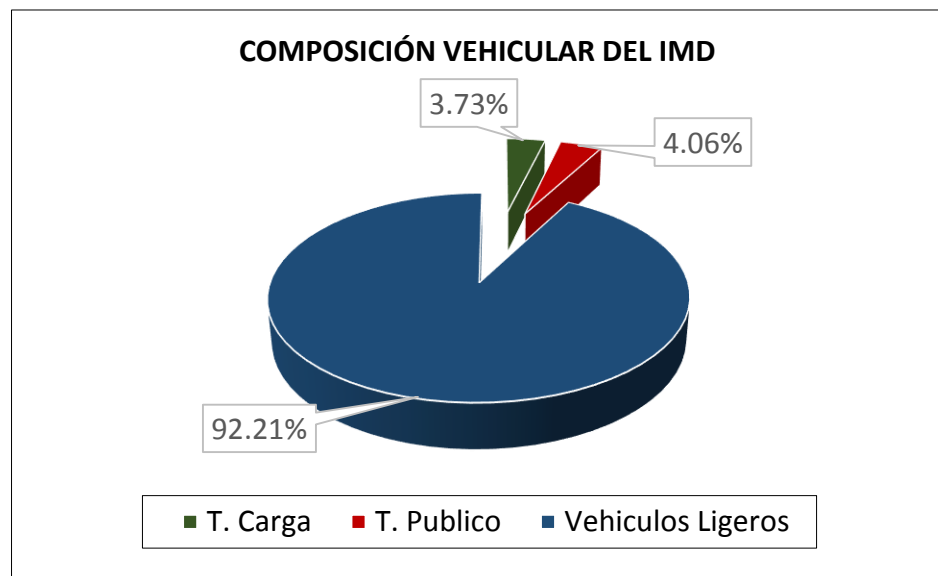


**GRAFICO N° 31:** Composición Vehicular por tipo de vehículo Estación Aviación “E1”.



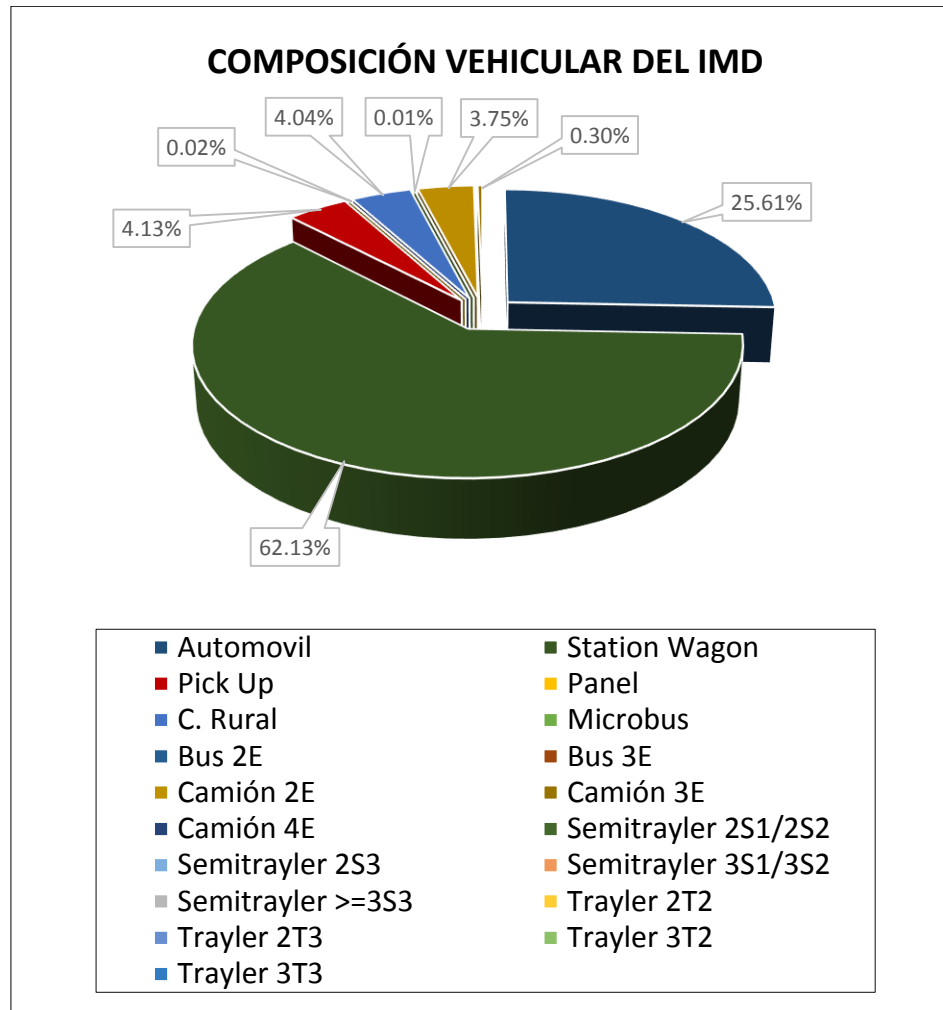
**FUENTE:** Elaboración Propia.

**GRAFICO N° 32:** Composición Vehicular Estación Circunvalación “E2”.



**FUENTE:** Elaboración Propia.

**GRAFICO N° 33:** Composición Vehicular por tipo de vehículo Estación Circunvalación "E2".



**FUENTE:** Elaboración Propia.

**- PROYECCIÓN DEL TRÁFICO NORMAL**

Para proyectar el tráfico futuro, es necesario antes determinar la tasa de crecimiento del tráfico normal. Dicha tasa de crecimiento por lo general se correlaciona con las tasas de crecimiento de las principales actividades económicas de la zona del proyecto y el crecimiento poblacional (variables explicativas del tráfico).

Se debe destacar que las variables explicativas a ser incluidas en la estimación del tráfico futuro deben ser posibles de proyectar con un cierto nivel de exactitud, en caso contrario pierden la utilidad en su aplicación.



En tal caso se utilizó la población y el PBI, la cual se pudo recurrir a proyecciones efectuadas por instituciones dedicadas a las labores de estadísticas nacionales y proyecciones de crecimiento de la economía.

En base a lo anterior se puede plantear la siguiente relación entre las tasas de crecimiento anual del tráfico y las tasas de crecimiento de las variables explicativas de población y PBI.

$$r_{vp} = E_1 \times r_{pob}$$

$$r_{vc} = E_2 \times r_{PBI}$$

Donde:

$r_{vp}$  = Tasa de crecimiento anual de vehículos de pasajeros.

$r_{vc}$  = Tasa de crecimiento anual de vehículos de carga.

$r_{pob}$  = Tasa de crecimiento anual de la población en el área de influencia.

$r_{PBI}$  = Tasa de crecimiento anual del PBI de la región.

$E_1, E_2$  = Elasticidad de tráfico respecto a las variables explicativas.

Para este estudio se consideró las elasticidades como 1 ya que esta se acerca más a la realidad y por lo cual obtenemos:

$$R_{VP} = R_{POB}$$

$$R_{VC} = R_{PBI}$$

A partir de esta relación funcional entre el crecimiento del tráfico y el crecimiento de las variables explicativas seleccionadas (población y PBI regional), se tomó del Instituto Nacional de Estadística e Informática las tasas de crecimiento de la población distrital donde se ubica el proyecto y las tasas de crecimiento del PBI proyectadas por el MEF.

Tasa de Crecimiento Poblacional

$$r_{vp} = 1.00 \%$$

Tasa de Crecimiento Anual del PBI Regional.

$$r_{vc} = 5.30 \%$$



**CUADRO N° 19:** Proyección de Tráfico Vehicular Normal de la Estación Aviación “E1”.

VEHÍCULO	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036
Automóvil	200	202	204	206	208	210	212	214	217	219	221	223	225	228	230	232	235	237	239	242	244
Station Wagon	804	812	820	828	837	845	853	862	871	879	888	897	906	915	924	933	943	952	962	971	981
Pick Up	61	62	62	63	63	64	65	65	66	67	67	68	69	69	70	71	72	72	73	74	74
Panel	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
C. Rural	257	260	262	265	267	270	273	276	278	281	284	287	290	292	295	298	301	304	307	310	314
Microbus	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Bus 2E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Bus 3E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Camión 2E	88	93	98	103	108	114	120	126	133	140	147	155	164	172	181	191	201	212	223	235	247
Camión 3E	2	2	2	2	2	3	3	3	3	3	3	4	4	4	4	4	5	5	5	5	6
Camión 4E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Semitrayler 2S1/2S2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Semitrayler 2S3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Semitrayler 3S1/3S2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Semitrayler >=3S3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Trayler 2T2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Trayler 2T3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Trayler 3T2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Trayler 3T3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>TOTAL</b>	1414	1433	1450	1469	1487	1508	1528	1548	1570	1591	1612	1636	1660	1682	1706	1731	1759	1784	1811	1839	1868

FUENTE: Elaboración Propia.



**CUADRO N° 20:** Proyección del Tráfico Vehicular Normal de la Estación Circunvalación “E2”.

VEHÍCULO	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036
<b>Automóvil</b>	2069	2090	2111	2132	2153	2175	2196	2218	2240	2263	2285	2308	2331	2355	2378	2402	2426	2450	2475	2500	2525
<b>Station Wagon</b>	5019	5069	5120	5171	5223	5275	5328	5381	5435	5489	5544	5600	5656	5712	5769	5827	5885	5944	6003	6063	6124
<b>Pick Up</b>	334	337	341	344	348	351	355	358	362	365	369	373	376	380	384	388	392	396	400	404	408
<b>Panel</b>	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
<b>C. Rural</b>	326	329	333	336	339	343	346	350	353	357	360	364	367	371	375	378	382	386	390	394	398
<b>Microbus</b>	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
<b>Bus 2E</b>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>Bus 3E</b>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>Camión 2E</b>	303	319	336	354	373	392	413	435	458	482	508	535	563	593	624	657	692	729	768	808	851
<b>Camión 3E</b>	24	25	27	28	30	31	33	34	36	38	40	42	45	47	49	52	55	58	61	64	67
<b>Camión 4E</b>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>Semitrayler 2S1/2S2</b>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>Semitrayler 2S3</b>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>Semitrayler 3S1/3S2</b>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>Semitrayler &gt;=3S3</b>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>Trayler 2T2</b>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>Trayler 2T3</b>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>Trayler 3T2</b>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>Trayler 3T3</b>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>TOTAL</b>	8078	8172	8271	8368	8469	8570	8674	8779	8887	8997	9109	9225	9341	9461	9582	9707	9835	9966	10100	10236	10376

FUENTE: Elaboración Propia.



### - **PROYECCIÓN DEL TRÁFICO GENERADO.**

Tráfico generado se denomina al tráfico incluido por la realización del proyecto debido al desarrollo económico de la región, consecuencia de las mejoras en las condiciones de la vía. Este tipo de tráfico solo existe en las condiciones con proyecto. El Puente de Interconexión entre las Urbanizaciones de Manual Escorza y Patibamba Baja que se encuentran dentro del casco urbano de la ciudad de Abancay, ubicada en el departamento de Apurímac.

En la mayoría de los casos la aparición del tráfico generado dependerá de la magnitud de la mejora efectuada por el proyecto en la vía intervenida, siendo posible clasificar el nivel de impacto del proyecto según el nivel de intervención.

Considerando la Guía Metodológica para la identificación, formulación y evaluación social de proyectos de viabilidad urbana, a nivel de anteproyecto, recomienda asumir como tráfico generado el 15% del tráfico normal. Este tráfico se inicia luego de terminadas las obras en la vía urbana.



**CUADRO N° 21:** Proyección del Tráfico Vehicular Generado de la Estación Aviación “E1”.

VEHÍCULO	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036
Automóvil	0	0	31	31	31	32	32	32	33	33	33	33	34	34	35	35	35	36	36	36	37
Station Wagon	0	0	123	124	126	127	128	129	131	132	133	135	136	137	139	140	141	143	144	146	147
Pick Up	0	0	9	9	9	10	10	10	10	10	10	10	10	10	11	11	11	11	11	11	11
Panel	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
C. Rural	0	0	39	40	40	41	41	41	42	42	43	43	44	44	44	45	45	46	46	47	47
Microbus	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Bus 2E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Bus 3E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Camión 2E	0	0	15	15	16	17	18	19	20	21	22	23	25	26	27	29	30	32	33	35	37
Camión 3E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Camión 4E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Semitrayler 2S1/2S2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Semitrayler 2S3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Semitrayler 3S1/3S2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Semitrayler >=3S3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Trayler 2T2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Trayler 2T3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Trayler 3T2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Trayler 3T3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>TOTAL</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>217</b>	<b>219</b>	<b>222</b>	<b>227</b>	<b>229</b>	<b>231</b>	<b>236</b>	<b>238</b>	<b>241</b>	<b>245</b>	<b>250</b>	<b>252</b>	<b>257</b>	<b>261</b>	<b>263</b>	<b>269</b>	<b>271</b>	<b>276</b>	<b>280</b>

FUENTE: Elaboración Propia.



**CUADRO N° 22:** Proyección del Tráfico Vehicular Generado de la Estación Circunvalación “E2”.

VEHÍCULO	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036
Automóvil	0	0	317	320	323	326	329	333	336	339	343	346	350	353	357	360	364	368	371	375	379
Station Wagon	0	0	768	776	783	791	799	807	815	823	832	840	848	857	865	874	883	892	900	909	919
Pick Up	0	0	51	52	52	53	53	54	54	55	55	56	56	57	58	58	59	59	60	61	61
Panel	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
C. Rural	0	0	50	50	51	51	52	53	53	54	54	55	55	56	56	57	57	58	59	59	60
Microbus	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Bus 2E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Bus 3E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Camión 2E	0	0	50	53	56	59	62	65	69	72	76	80	84	89	94	99	104	109	115	121	128
Camión 3E	0	0	4	4	5	5	5	5	5	6	6	6	7	7	7	8	8	9	9	10	10
Camión 4E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Semitrayler 2S1/2S2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Semitrayler 2S3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Semitrayler 3S1/3S2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Semitrayler >=3S3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Trayler 2T2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Trayler 2T3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Trayler 3T2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Trayler 3T3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>TOTAL</b>	0	0	1240	1255	1270	1285	1300	1317	1332	1349	1366	1383	1400	1419	1437	1456	1475	1495	1514	1535	1557

FUENTE: Elaboración Propia.





- **PROYECCIÓN DEL TRÁFICO DESVIADO.**

El tráfico desviado podrá ser determinado mediante la comparación de costos de transporte por cada par origen – destino considerado en la zonificación del área de influencia del proyecto. Aquellos viajes donde el proyecto reduce el costo de transporte con respecto a la ruta tomada en la situación sin proyecto, podrá considerarse como tráfico desviado.

En el caso del empleo de un modelo de simulación de transporte, el tráfico desviado es estimado en forma directa por el modelo, es decir, como resultado del modelo de asignación se tendrá el tráfico en los arcos viales del proyecto.

Mediante el procesamiento de datos de la encuesta de Origen – Destino se determinó que el tráfico desviado para la Estación Aviación “E1” es de 21%.



**CUADRO N° 23:** Proyección del Tráfico Desviado de la Estación Aviación “E1”.

VEHÍCULO	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036
Automóvil	0	0	43	43	44	44	45	45	46	46	47	47	47	48	48	49	49	50	50	51	51
Station Wagon	0	0	172	174	175	177	179	181	183	184	186	188	190	192	194	196	198	200	202	204	206
Pick Up	0	0	13	13	13	13	14	14	14	14	14	14	14	15	15	15	15	15	15	15	16
Panel	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
C. Rural	0	0	55	56	56	57	57	58	58	59	60	60	61	61	62	63	63	64	64	65	66
Microbus	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Bus 2E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Bus 3E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Camión 2E	0	0	21	21	21	22	22	22	22	23	23	23	23	23	24	24	24	24	25	25	25
Camión 3E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Camión 4E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Semitrayler 2S1/2S2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Semitrayler 2S3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Semitrayler 3S1/3S2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Semitrayler >=3S3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Trayler 2T2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Trayler 2T3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Trayler 3T2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Trayler 3T3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>TOTAL</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>304</b>	<b>307</b>	<b>309</b>	<b>313</b>	<b>317</b>	<b>320</b>	<b>323</b>	<b>326</b>	<b>330</b>	<b>332</b>	<b>335</b>	<b>339</b>	<b>343</b>	<b>347</b>	<b>349</b>	<b>353</b>	<b>356</b>	<b>360</b>	<b>364</b>

FUENTE: Elaboración Propia.



- **PROYECCIÓN DEL TRAFICO TOTAL.**

Como se ha explicado, el tráfico total de la carretera está compuesto por el tráfico normal, el tráfico generado por el proyecto y el tráfico desviado de otras rutas. Por ello, el tráfico proyectado final es el resultado de sumar los tráficos normal y generado proyectados.



**CUADRO N° 24:** Proyección del Tráfico Vehicular Total de la Estación Aviación “E1”.

VEHÍCULO	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036
Automóvil	200	202	278	280	283	286	289	291	296	298	301	303	306	310	313	316	319	323	325	329	332
Station Wagon	804	812	1115	1126	1138	1149	1160	1172	1185	1195	1207	1220	1232	1244	1257	1269	1282	1295	1308	1321	1334
Pick Up	61	62	84	85	85	87	89	89	90	91	91	92	93	94	96	97	98	98	99	100	101
Panel	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
C. Rural	257	260	356	361	363	368	371	375	378	382	387	390	395	397	401	406	409	414	417	422	427
Microbus	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Bus 2E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Bus 3E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Camión 2E	88	93	134	139	145	153	160	167	175	184	192	201	212	221	232	244	255	268	281	295	309
Camión 3E	2	2	2	2	2	3	3	3	3	3	3	5	5	5	5	5	6	6	6	6	7
Camión 4E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Semitrayler 2S1/2S2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Semitrayler 2S3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Semitrayler 3S1/3S2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Semitrayler >=3S3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Trayler 2T2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Trayler 2T3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Trayler 3T2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Trayler 3T3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>TOTAL</b>	<b>1414</b>	<b>1433</b>	<b>1971</b>	<b>1995</b>	<b>2018</b>	<b>2048</b>	<b>2074</b>	<b>2099</b>	<b>2129</b>	<b>2155</b>	<b>2183</b>	<b>2213</b>	<b>2245</b>	<b>2273</b>	<b>2306</b>	<b>2339</b>	<b>2371</b>	<b>2406</b>	<b>2438</b>	<b>2475</b>	<b>2512</b>

FUENTE: Elaboración Propia.



**CUADRO N° 25:** Proyección del Tráfico Vehicular Total de la Estación Circunvalación “E2”.

VEHÍCULO	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036
Automóvil	2069	2090	2428	2452	2476	2501	2525	2551	2576	2602	2628	2654	2681	2708	2735	2762	2790	2818	2846	2875	2904
Station Wagon	5019	5069	5888	5947	6006	6066	6127	6188	6250	6312	6376	6440	6504	6569	6634	6701	6768	6836	6903	6972	7043
Pick Up	334	337	392	396	400	404	408	412	416	420	424	429	432	437	442	446	451	455	460	465	469
Panel	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
C. Rural	326	329	383	386	390	394	398	403	406	411	414	419	422	427	431	435	439	444	449	453	458
Microbus	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Bus 2E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Bus 3E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Camión 2E	303	319	386	407	429	451	475	500	527	554	584	615	647	682	718	756	796	838	883	929	979
Camión 3E	24	25	31	32	35	36	38	39	41	44	46	48	52	54	56	60	63	67	70	74	77
Camión 4E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Semitrayler 2S1/2S2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Semitrayler 2S3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Semitrayler 3S1/3S2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Semitrayler >=3S3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Trayler 2T2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Trayler 2T3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Trayler 3T2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Trayler 3T3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>TOTAL</b>	<b>8078</b>	<b>8172</b>	<b>9511</b>	<b>9623</b>	<b>9739</b>	<b>9855</b>	<b>9974</b>	<b>10096</b>	<b>10219</b>	<b>10346</b>	<b>10475</b>	<b>10608</b>	<b>10741</b>	<b>10880</b>	<b>11019</b>	<b>11163</b>	<b>11310</b>	<b>11461</b>	<b>11614</b>	<b>11771</b>	<b>11933</b>

FUENTE: Elaboración Propia.



- **ANÁLISIS DE LA DEMANDA.**

Con los datos obtenidos del tráfico vehicular total proyectado a 20 años de horizonte del proyecto, se determinó la demanda, cuyos resultados se muestra a continuación:

**Demanda sin Proyecto.**

La demanda sin proyecto se determinó en base al Índice Medio Diario actual. A continuación se muestra la demanda sin proyecto proyectados a 20 años:

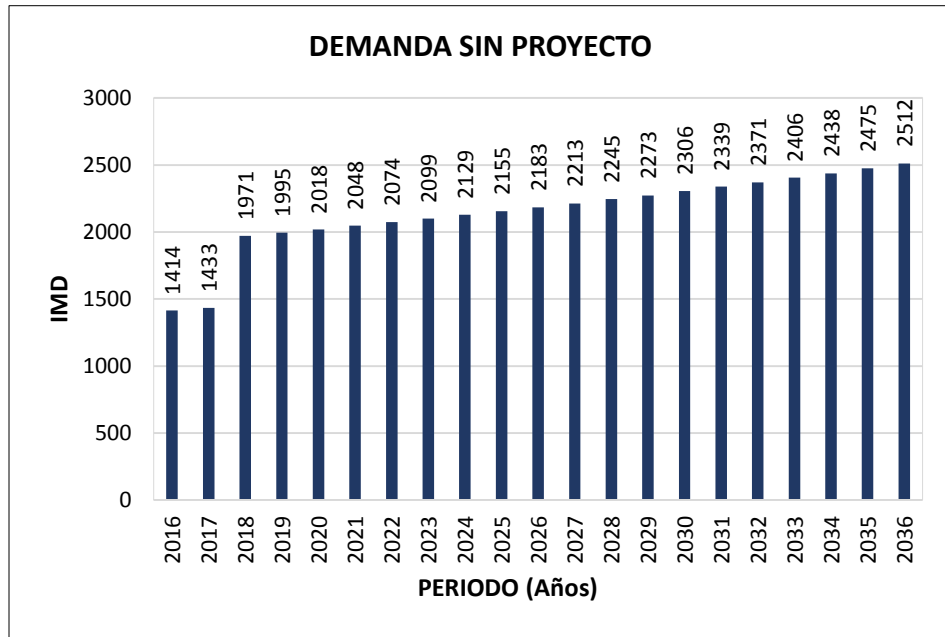
**CUADRO N° 26:** Análisis de Demanda sin Proyecto.

<b>N°</b>	<b>AÑO</b>	<b>IMD</b>
0	2016	1414
1	2017	1433
2	2018	1971
3	2019	1995
4	2020	2018
5	2021	2048
6	2022	2074
7	2023	2099
8	2024	2129
9	2025	2155
10	2026	2183
11	2027	2213
12	2028	2245
13	2029	2273
14	2030	2306
15	2031	2339
16	2032	2371
17	2033	2406
18	2034	2438
19	2035	2475
20	2036	2512

**FUENTE:** Elaboración Propia.



**GRAFICO N° 34:** Análisis de Demanda sin Proyecto.



**FUENTE:** Elaboración Propia.

**Demanda con Proyecto.**

La demanda con proyecto será igual a la demanda sin proyecto, ya que sin la construcción de un puente de interconexión la demanda seguirá incrementando. A continuación se muestra la demanda con proyecto proyectados a 20 años:

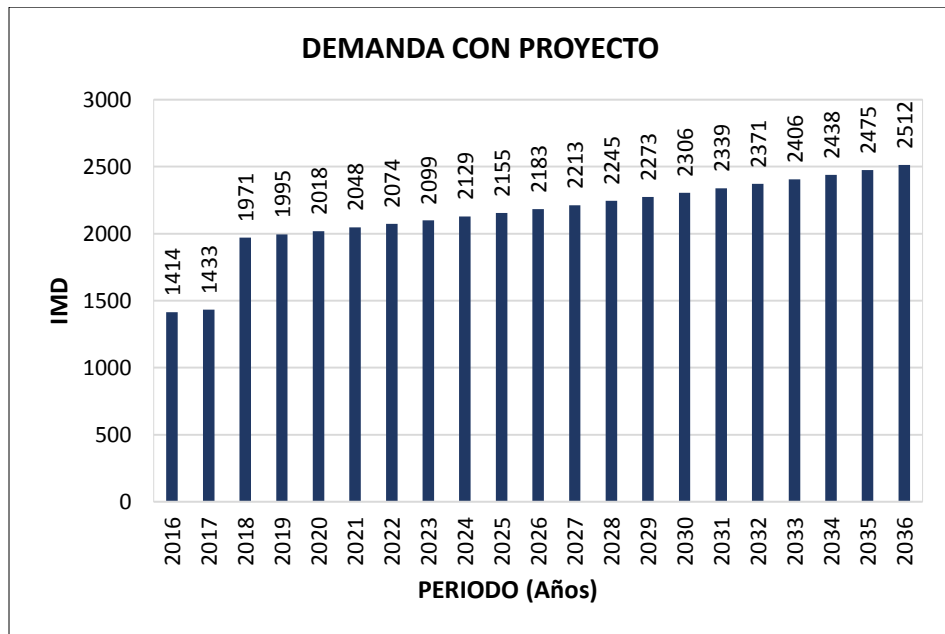


**CUADRO N° 27:** Análisis de Demanda con Proyecto.

N°	AÑO	IMD
0	2016	1414
1	2017	1433
2	2018	1971
3	2019	1995
4	2020	2018
5	2021	2048
6	2022	2074
7	2023	2099
8	2024	2129
9	2025	2155
10	2026	2183
11	2027	2213
12	2028	2245
13	2029	2273
14	2030	2306
15	2031	2339
16	2032	2371
17	2033	2406
18	2034	2438
19	2035	2475
20	2036	2512

**FUENTE:** Elaboración Propia.

**CUADRO N° 28:** Análisis de Demanda con Proyecto.



**FUENTE:** Elaboración Propia.





### 3.2.2. ANÁLISIS DE LA OFERTA

#### Situación Actual.

En la actualidad no se cuenta con un sistema estructural vial que ayude a interconectar la Urbanización de Patibamba Baja y la Asociación de Manuel Escorza de manera directa.

Para Interconectar estos sectores los pobladores deben llegar primero a la Av. Circunvalación o simplemente cruzar el valle el olivo por pequeños caminos en mal estado y limitado.

#### Oferta Sin Proyecto.

Al momento que se hizo el conteo se observó que la oferta sin proyecto es nula porque no existía ninguna infraestructura vial de interconexión entre la Urbanización de Patibamba Baja y la Asociación de Manuel Escorza.

**CUADRO N° 29:** Análisis de Oferta sin Proyecto.

N°	AÑO	IMD
0	2016	0
1	2017	0
2	2018	0
3	2019	0
4	2020	0
5	2021	0
6	2022	0
7	2023	0
8	2024	0
9	2025	0
10	2026	0
11	2027	0
12	2028	0
13	2029	0
14	2030	0
15	2031	0
16	2032	0
17	2033	0
18	2034	0
19	2035	0
20	2036	0

**FUENTE:** Elaboración Propia.



**Oferta con Proyecto.**

La oferta con proyecto será igual a la demanda ya que el ancho de la calzada dependerá de ello.

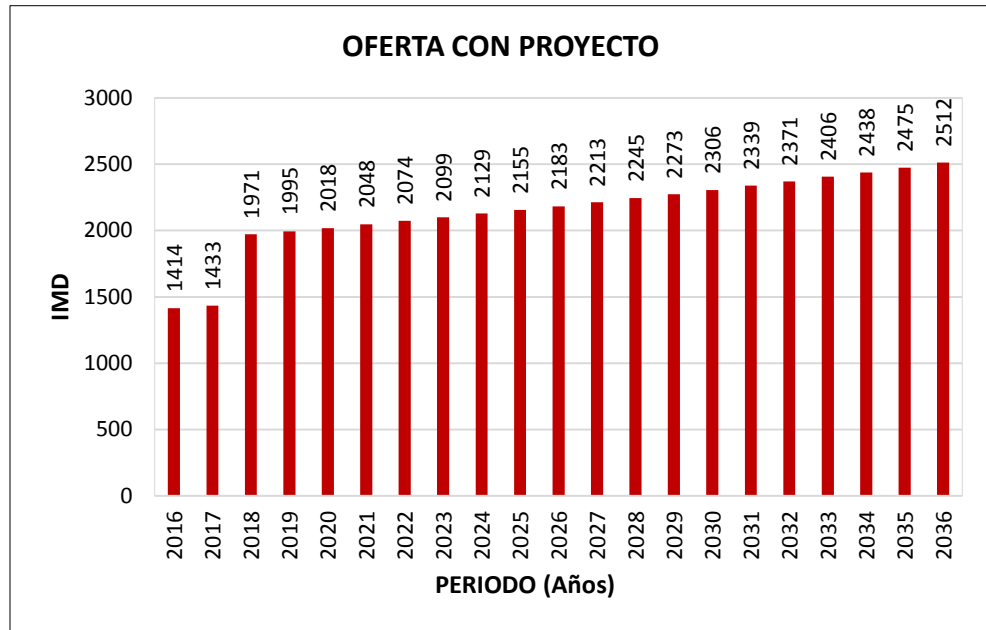
**CUADRO N° 30:** Análisis de Oferta con Proyecto.

<b>N°</b>	<b>AÑO</b>	<b>IMD</b>
0	2016	1414
1	2017	1433
2	2018	1971
3	2019	1995
4	2020	2018
5	2021	2048
6	2022	2074
7	2023	2099
8	2024	2129
9	2025	2155
10	2026	2183
11	2027	2213
12	2028	2245
13	2029	2273
14	2030	2306
15	2031	2339
16	2032	2371
17	2033	2406
18	2034	2438
19	2035	2475
20	2036	2512

**FUENTE:** Elaboración Propia.



**GRAFICO N° 35:** Análisis de Oferta con Proyecto.



**FUENTE:** Elaboración Propia.

### 3.2.3. BALANCE OFERTA DEMANDA

#### **Balance Oferta – Demanda sin Proyecto.**

Se observa que el Balance Oferta – Demanda sin Proyecto cuenta con un déficit muy alto. Esto porque la oferta es nula y la demanda es muy alta.

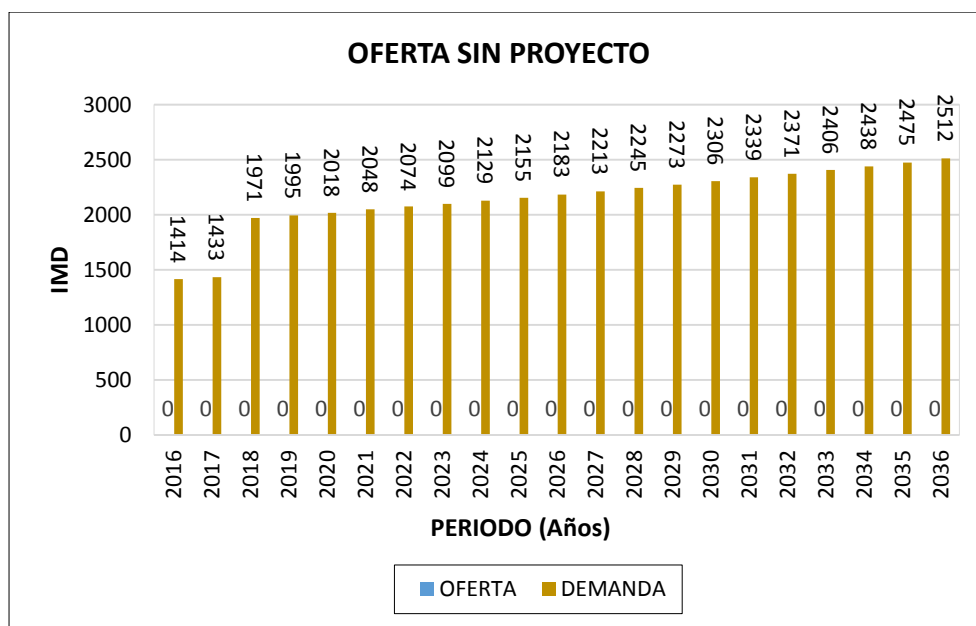


**CUADRO N° 31:** Análisis del Balance Oferta – Demanda sin Proyecto.

N°	AÑO	DEMANDA	OFERTA	BRECHA
0	2016	1414	0	1414
1	2017	1433	0	1433
2	2018	1971	0	1971
3	2019	1995	0	1995
4	2020	2018	0	2018
5	2021	2048	0	2048
6	2022	2074	0	2074
7	2023	2099	0	2099
8	2024	2129	0	2129
9	2025	2155	0	2155
10	2026	2183	0	2183
11	2027	2213	0	2213
12	2028	2245	0	2245
13	2029	2273	0	2273
14	2030	2306	0	2306
15	2031	2339	0	2339
16	2032	2371	0	2371
17	2033	2406	0	2406
18	2034	2438	0	2438
19	2035	2475	0	2475
20	2036	2512	0	2512

FUENTE: Elaboración Propia.

**GRAFICO N° 36:** Análisis del Balance Oferta – Demanda sin Proyecto.



FUENTE: Elaboración Propia.



**Balance Oferta – Demanda con Proyecto.**

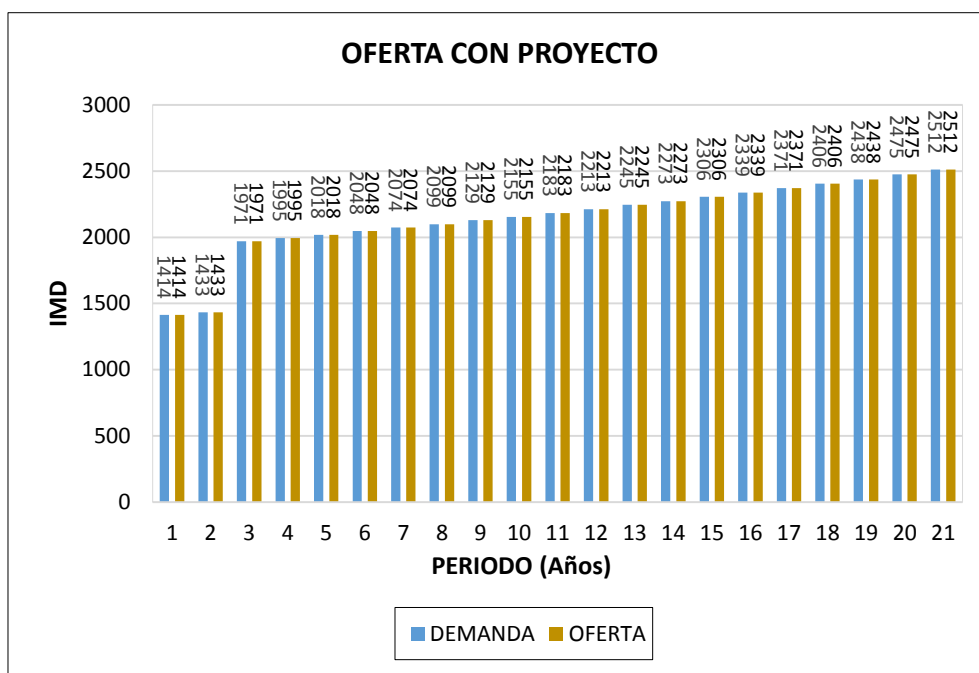
Los resultados muestran que la Oferta cubre la demanda para un horizonte de proyecto de 20 años.

**CUADRO N° 32:** Análisis del Balance Oferta – Demanda con Proyecto.

N°	AÑO	DEMANDA	OFERTA	BRECHA
0	2016	1414	1414	0
1	2017	1433	1433	0
2	2018	1971	1971	0
3	2019	1995	1995	0
4	2020	2018	2018	0
5	2021	2048	2048	0
6	2022	2074	2074	0
7	2023	2099	2099	0
8	2024	2129	2129	0
9	2025	2155	2155	0
10	2026	2183	2183	0
11	2027	2213	2213	0
12	2028	2245	2245	0
13	2029	2273	2273	0
14	2030	2306	2306	0
15	2031	2339	2339	0
16	2032	2371	2371	0
17	2033	2406	2406	0
18	2034	2438	2438	0
19	2035	2475	2475	0
20	2036	2512	2512	0

**FUENTE:** Elaboración Propia.

**GRAFICO N° 37:** Análisis del Balance Oferta – Demanda con Proyecto.



**FUENTE:** Elaboración Propia.

### 3.3. ANÁLISIS TÉCNICO DE LAS ALTERNATIVAS

#### 3.3.1. ESTUDIO TOPOGRÁFICO

##### - INFORMACIÓN BÁSICA

El estudio se inicia con la recopilación de información básica disponible tanto en campo como en gabinete que se encuentre relacionada con aspectos topográficos y de ubicación de la zona de estudio, que permita plantear las metodologías de trabajos adecuados con el objeto de obtener resultados óptimos.

El reconocimiento desarrollado en el trabajo de campo nos permitió apreciar “in situ” las principales referencias, procesos y metodología a emplear para realizar el levantamiento según las indicaciones recomendadas en los términos de referencia, para lo cual se utilizó la siguiente información:

- Catastro de la Ciudad de Abancay
- Imágenes Satelitales del GOOGLE EARTH
- Carta Nacional de INGEMMET

Con la información antes citada y el criterio ingenieril se elaboró un plan de trabajo con el fin de determinar los procesos y metodologías adecuadas a desarrollarse en todo el intervalo de tiempo que duraría, se tomó en consideración las recomendaciones citadas por el Manual de



Diseño de Puentes tanto en la etapa del Trabajo de Campo como de Gabinete.

### - **UBICACIÓN DEL PUENTE**

La ubicación del Puente de Interconexión vial se encuentra por debajo de la quebrada estacional el Olivo en la parte sur de la ciudad, que se encuentra entre las siguientes coordenadas geográficas:

#### COORDENADAS DEL PUENTE DE INTERCONEXIÓN:

##### ESTRIBO DERECHO

Norte : 8490686.577 m

Este : 727791.979 m

Altitud : 2278.781 msnm

##### ESTRIBO IZQUIERDO

Norte : 8490723.118 m

Este : 727743.191 m

Altitud : 2279.364 msnm

### - **EQUIPOS UTILIZADOS**

El equipo utilizado para el trabajo del Levantamiento topográfico fue el RTK R10 y sus complementos. Sus características se muestran a continuación:

- Motor de procesamiento TRIMBLE HD-GNSS.
- Tecnología TRIMBLE SUREPOINT.
- Tecnología de Receptor TRIMBLE 360.
- Tecnología TRIMBLE XFILL.
- Diseño ergonómico.
- Antena GNSS inteligente.

### - **SISTEMA DE COORDENADAS**

El sistema de coordenadas, empleado para los trabajos de topografía está referido al Sistema de Coordenadas UTM, (Universal Transversal Mercador).

Los valores obtenidos durante el proceso del levantamiento topográfico se realizó mediante el RTK R10 para lo cual se ubicó la Antena de Base en la parte más alta posible, en este caso en el techo de una vivienda con fin de que el Rover puede captar mediante los Satélites los puntos,



a partir del proceso desarrollado anteriormente se procedió al trabajo de campo de levantamiento topográfico, es decir se están dejando de tomar los valores de escala y convergencia, a fin de ser más práctico en la etapa de replanteo para la información en el diseño, con los valores de coordenadas planas topográficas que se presentan en este informe, se pueden efectuar los metrados y diseños.

Debemos anotar que para los ajustes de campo en lo referente a información de ángulos y distancias se ha aplicado a cada grupo de información de poligonal y como también para los puntos de rellenos, es por ello que los planos obtenidos en este estudio garantizan la correcta medición de su componentes y por ello la correcta precisión de los metrados que deriven de los planos presentados.

### - **NIVELACIÓN Y LÍNEA DE GRADIENTE**

Primero dentro del proceso de nivelación y alineamiento se determinó la pendiente que existe entre la quebrada el olivo, para lo cual se utilizó eclímetro, jalones y gps, colocándose como referencia la proyección de la vía existente en el extremo de la Urbanización Manuel escorza. Durante este proceso se determinó una pendiente de 2% el cual se encuentra dentro de los límites adecuados para la instalación de un puente.

También se determinó la pendiente del cauce, con fin de obtener una base de datos para los estudios complementarios que demanda el Proyecto.

### - **LEVANTAMIENTO DEL ÁREA DE INFLUENCIA**

#### • **Metodología Utilizada.**

El equipo utilizado nos permite varias metodologías para un levantamiento topográfico en campo, utilizando en nuestro caso la metodología de Navegación Cinemática Satelital en Tiempo Real, el cual es un método que nos permite mayor precisión y rapidez durante los trabajos desarrollados.





### • Trabajo Desarrollado.

El levantamiento topográfico que fue ejecutado por el método cinemático con el RTK R10. A partir de un puntos de poligonal o puntos auxiliares se inició con la toma de puntos, tomándose todos los detalles como la ubicación de las viviendas, canales existentes, proyección de vías, cauce del rio y más detalles ubicados dentro del área en estudio.

Se establecieron puntos de control obligatorio o BMs con la intención de proporcionar un punto permanente que nos permitirán realizar el replanteo del proyecto. Para más detalle, ver en el ANEXO A (ESTUDIO TOPOGRÁFICO)

### 3.3.2. ESTUDIO HIDROLÓGICO E HIDRÁULICO

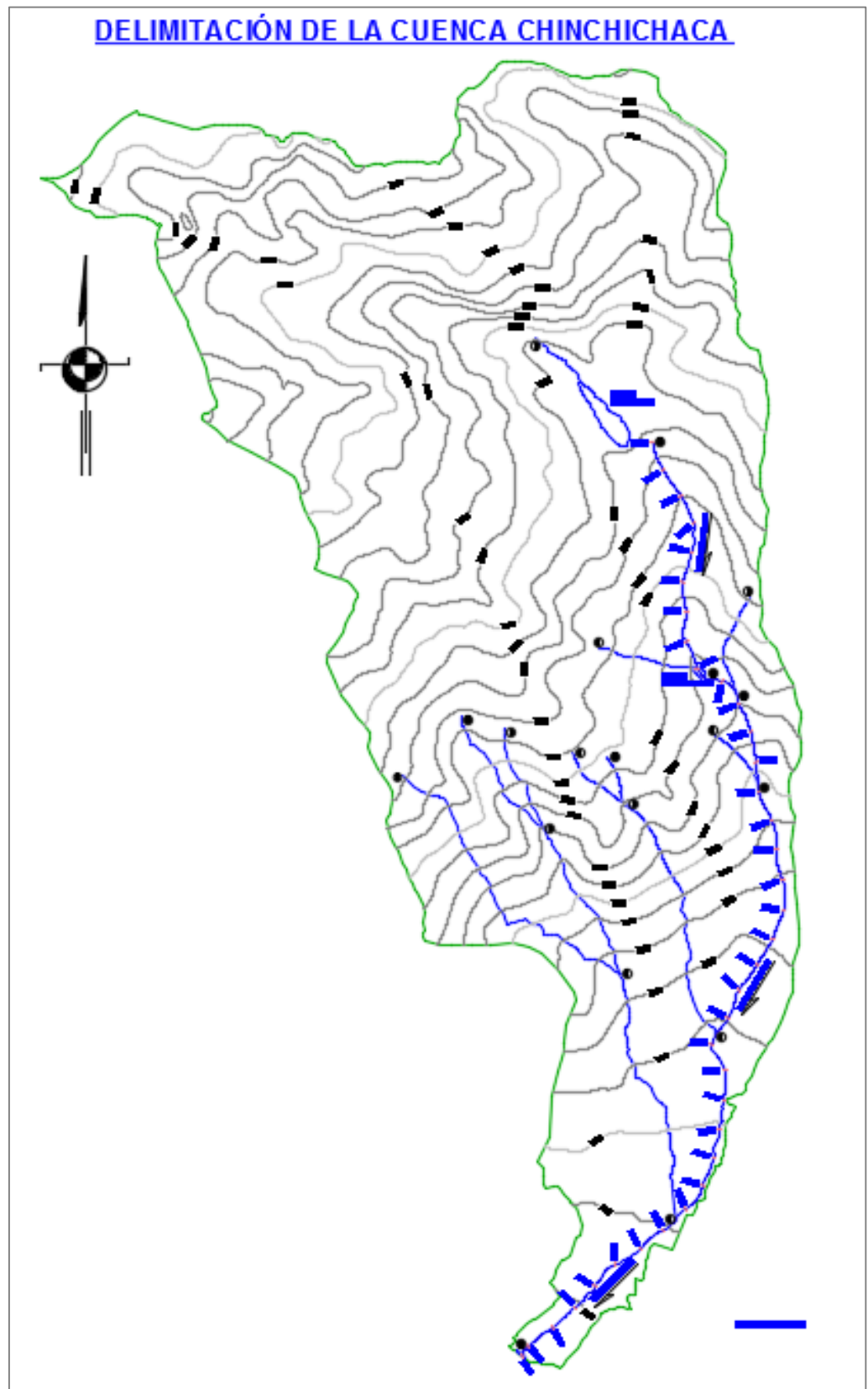
#### - DELIMITACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO

La delimitación es toda área de terreno que influye y contribuye a la determinación del caudal máximo en un curso de agua. En este caso se trata del rio Chinchichaca, que se origina gracias a lluvias, infiltración y el descongelamiento del nevado del Ampay.

Una cuenca hidrológica se delimita por la línea de divorcio de las aguas, siendo ésa última la cota o altura máxima que divide las aguas de dos cuencas contiguas. La cual determinara el área de influencia que hará posible conocer el caudal máximo, para ello será importante tener en cuenta la dirección del flujo en la superficie y en el sub suelo.

A continuación se muestra la delimitación del Área de Estudio para el presente Proyecto:

**GRAFICO N° 38:** Delimitación del área de Estudio.



**Elaboración:** Propia.



- **CARACTERÍSTICAS GEOMORFOLÓGICAS**

Las características geomorfológicas de una cuenca hidrográfica dan una idea de las propiedades particulares de cada cuenca; estas propiedades o parámetros facilitan el empleo de fórmulas hidrológicas, generalmente empíricas, que sirven para relacionar sus respuestas. A continuación se muestra un resumen de estos resultados:

**CUADRO N° 33:** Resumen de las características geomorfológicas.

DETALLE	RESULTADO
Área	30868609.48 m <sup>2</sup>
Perímetro	31704.95 m
Pendiente media de la cuenca	45.23%
Pendiente media del cauce	14.17%
Altitud media	3797.011 m.s.n.m.
Índice de Gravelius	1.598
Factor de forma	0.39
Densidad de drenaje	0.736315674 km/km <sup>2</sup>

**Elaboración:** Propia.

- **REGISTRO DE PRECIPITACIONES MÁXIMAS EN 24 HORAS**

A continuación se muestra el registro de las precipitaciones máximas en 24 horas para cada Estación Meteorológica.

**Estación Abancay.**

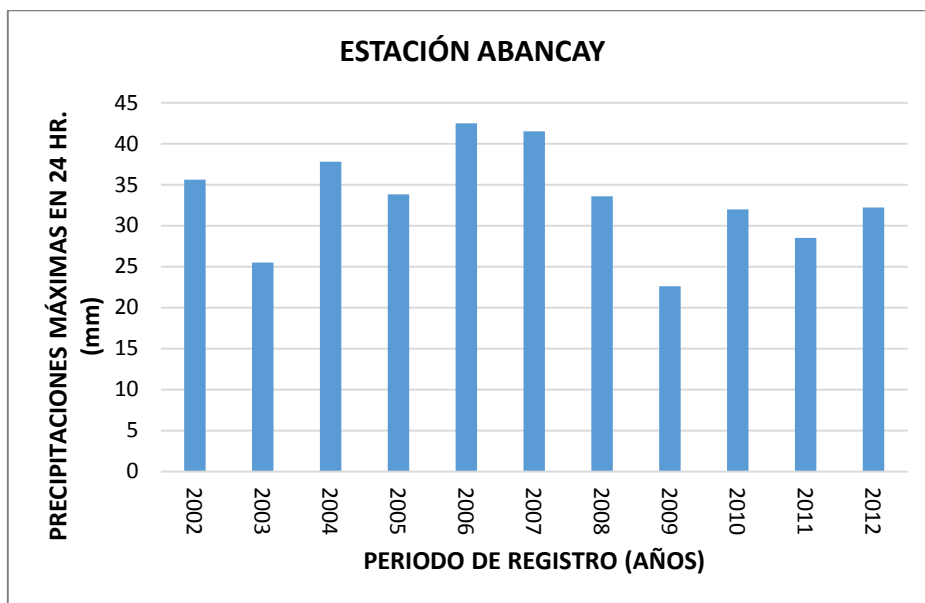
**CUADRO N° 34:** Precipitación Máxima en 24 Horas de la Estación Abancay.

AÑO	MÁXIMA PRECIPITACIÓN
2002	35.6 mm
2003	25.5 mm
2004	37.8 mm
2005	33.8 mm
2006	42.5 mm
2007	41.5 mm
2008	33.6 mm
2009	22.6 mm
2010	32.0 mm
2011	28.5 mm
2012	32.2 mm

**Fuente:** SENAMHI,



**GRAFICO N° 39:** Histograma de Precipitación Máxima en 24 horas de la Estación Abancay.



Fuente: SENAMHI,

**Estación Andahuaylas.**

**CUADRO N° 35:** Precipitación Máxima en 24 Horas de la Estación Andahuaylas.

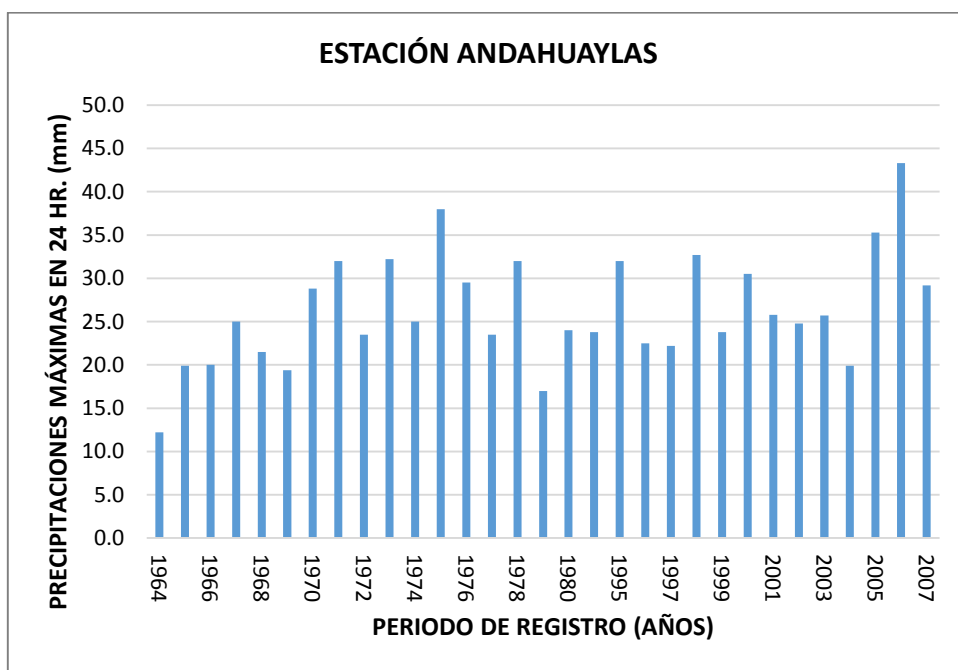
AÑO	MÁXIMA PRECIPITACIÓN
1964	12.2 mm
1965	19.9 mm
1966	20.0 mm
1967	25.0 mm
1968	21.5 mm
1969	19.4 mm
1970	28.8 mm
1971	32.0 mm
1972	23.5 mm
1973	32.2 mm
1974	25.0 mm
1975	38.0 mm
1976	29.5 mm
1977	23.5 mm
1978	32.0 mm
1979	17.0 mm
1980	24.0 mm
1994	23.8 mm
1995	32.0 mm
1996	22.5 mm



1997	22.2 mm
1998	32.7 mm
1999	23.8 mm
2000	30.5 mm
2001	25.8 mm
2002	24.8 mm
2003	25.7 mm
2004	19.9 mm
2005	35.3 mm
2006	43.3 mm
2007	29.2 mm

Fuente: SENAMHI,

**GRAFICO N° 40:** Histograma de Precipitación Máxima en 24 horas de la Estación Andahuaylas.



Fuente: SENAMHI,



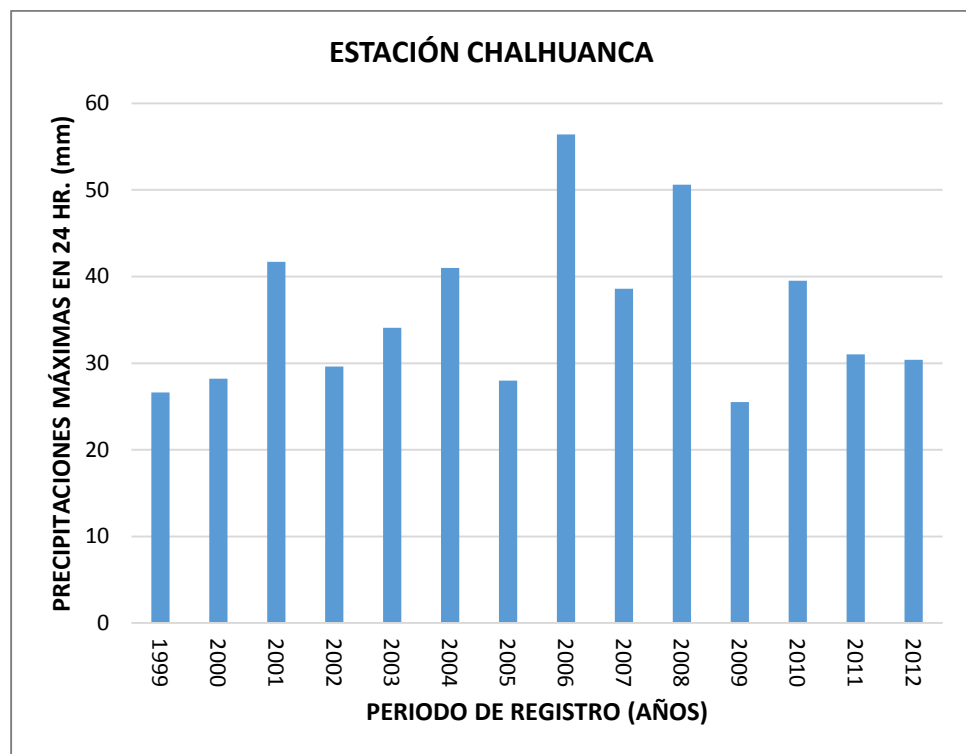
**Estación Chalhuanca.**

**CUADRO N° 36:** Precipitación Máxima en 24 Horas de la Estación Chalhuanca.

<b>AÑO</b>	<b>MÁXIMA PRECIPITACIÓN</b>
1999	26.6 mm
2000	28.2 mm
2001	41.7 mm
2002	29.6 mm
2003	34.1 mm
2004	41.0 mm
2005	28.0 mm
2006	56.4 mm
2007	38.6 mm
2008	50.6 mm
2009	25.5 mm
2010	39.5 mm
2011	31.0 mm
2012	30.4 mm

**Fuente:** SENAMHI,

**GRAFICO N° 41:** Histograma de Precipitación Máxima en 24 horas de la Estación Chalhuanca.



**Fuente:** SENAMHI,



- **INTENSIDAD**

La intensidad es la tasa temporal de precipitación, es decir, la profundidad por unidad de tiempo (mm/h). Puede ser la intensidad instantánea o la intensidad promedio sobre la duración de la lluvia.

Comúnmente se utiliza la intensidad promedio, que puede expresarse como:

$$i = \frac{P}{T_d}$$

Donde:

$i$  = Intensidad (mm/hr).

$P$  = Profundidad de Lluvia (mm).

$T_d$  = Duración (hr).

- **ECUACIÓN DE LA CURVA IDF.**

Las curvas de intensidad-duración-frecuencia, se han calculado indirectamente, mediante la siguiente relación:

$$I = \frac{k T^m}{t^n}$$

Donde:

$I$  = Intensidad maxima (mm/hr).

$k, m, n$  = Factores característicos de la zona de estudio.

$T$  = período de retorno en años.

$t$  = duración de la precipitación equivalente al tiempo de concentración (min).

**CUADRO N° 37:** Factores característicos de la zona de estudio.

Factor	valor
k	95.1632
m	0.0635
n	0.5462

**Elaboración:** Propia.

A continuación se muestra la ecuación de las curvas intensidad-duración-frecuencia.

$$I = \frac{95.1632 T^{0.0635}}{t^{0.5462}}$$



A partir de esta ecuación podemos determinar el siguiente cuadro:

**CUADRO N° 38:** Cuadro de intensidad - Tiempo de duración - Periodo de retorno.

DURACIÓN (min)	PERIODO DE RETORNO (Años)							
	5	10	25	50	100	200	500	1000
5	49.054	51.262	54.333	56.777	59.332	62.002	65.716	68.673
10	33.592	35.104	37.207	38.881	40.630	42.459	45.002	47.027
15	26.919	28.130	29.815	31.156	32.558	34.023	36.062	37.684
30	18.434	19.263	20.417	21.336	22.296	23.299	24.695	25.806
60	12.623	13.191	13.982	14.611	15.268	15.955	16.911	17.672
90	10.115	10.571	11.204	11.708	12.235	12.785	13.551	14.161
120	8.644	9.033	9.575	10.005	10.456	10.926	11.581	12.102
150	7.652	7.997	8.476	8.857	9.256	9.672	10.252	10.713

**Elaboración:** Propia.

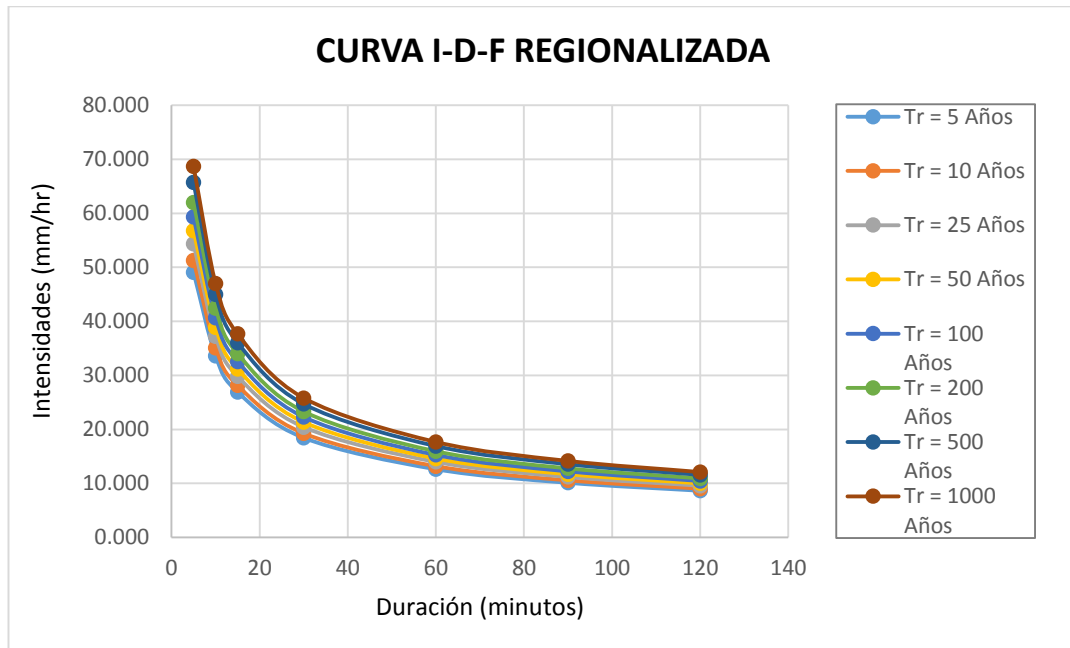
La intensidad es la tasa temporal de precipitación, es decir, la profundidad por unidad de tiempo (mm/h). Puede ser la intensidad instantánea o la intensidad promedio sobre la duración de la lluvia.

Las curvas intensidad – duración – frecuencia son un elemento de diseño que relacionan la intensidad de la lluvia, la duración de la misma y la frecuencia con la que se puede presentar, es decir su probabilidad de ocurrencia o el periodo de retorno.

Para determinar estas curvas IDF se necesita contar con registros pluviográficos de lluvia en el lugar de interés y seleccionar la lluvia más intensa de diferentes duraciones en cada año, con el fin de realizar un estudio de frecuencia con cada una de las series así formadas. Es decir, se deben examinar los hietogramas de cada una de las tormentas ocurridas en un año y de estos hietogramas elegir la lluvia correspondiente a la hora más lluviosa, a las dos horas más lluviosas, a las tres horas y así sucesivamente. Con los valores seleccionados se forman series anuales para cada una de las duraciones elegidas. Estas series anuales están formadas eligiendo, en cada año del registro, el mayor valor observado correspondiente a cada duración, obteniéndose un valor para cada año y cada duración.



**GRAFICO N° 42:** Diagrama de la curva Intensidad - Tiempo de duración - Periodo de retorno.



Elaboración: Propia.

- **TIEMPO DE CONCENTRACIÓN.**

Es el tiempo requerido por una gota para recorrer desde el punto hidráulicamente más lejano hasta la salida de la cuenca.

El tiempo de concentración en un sistema de drenaje pluvial es:

$$tc = to + tf$$

Donde:

to: tiempo de entrada, hasta alguna alcantarilla.

tf: tiempo de flujo en los alcantarillados hasta el punto de interés.

Para determinar el tiempo de concentración se utilizara los métodos que el MANUAL DE HIDROLOGÍA, HIDRÁULICA Y DRENAJE recomiendan y se muestra los resultados a continuación:



**CUADRO N° 39:** Calculo del Tiempo de Concentración.

MÉTODOS	FORMULAS	RESULTADOS
MÉTODO KRIPICH	$t_c = 0.01947 L^{0.77} S^{-0.385}$	45.24 min
MÉTODO CALIFORNIA CULVERTS PRACTICE.	$t_c = 0.0195 \left(\frac{L^3}{H}\right)^{0.385}$	41.86 min
MÉTODO IZZARD	$t_c = \frac{525 (0.0000276 i + c)L^{0.33}}{S^{0.333} i^{0.667}}$	151.19 min
MÉTODO FEDERAL AVIATION ADMINISTRATION	$t_c = 0.7035 \frac{(1.1 - C)L^{0.50}}{S^{0.333}}$	91.28 min
MÉTODO DE LA ECUACIÓN DE ONDA CINEMÁTICA MORGALI Y LINSLEY, ARON Y ERBORGE.	$t_c = \frac{7 L^{0.6} n^{0.6}}{I^{0.4} S^{0.3}}$	156.23 min
MÉTODO DE LA ECUACIÓN DE RETARDO SCS.	$t_c = \frac{0.0136 L^{0.8} \left(\frac{1000}{CN} - 9\right)^{0.7}}{S^{0.5}}$	245.70 min
<b>PROMEDIO:</b>		121.918 min

**Elaboración:** Propia.

- **CAUDALES MÁXIMOS**

El análisis de las máximas avenidas comprenderá la determinación de los caudales máximos para diferentes periodos de retorno, en la zona del proyecto. A continuación se muestra los resultados por diferentes métodos:

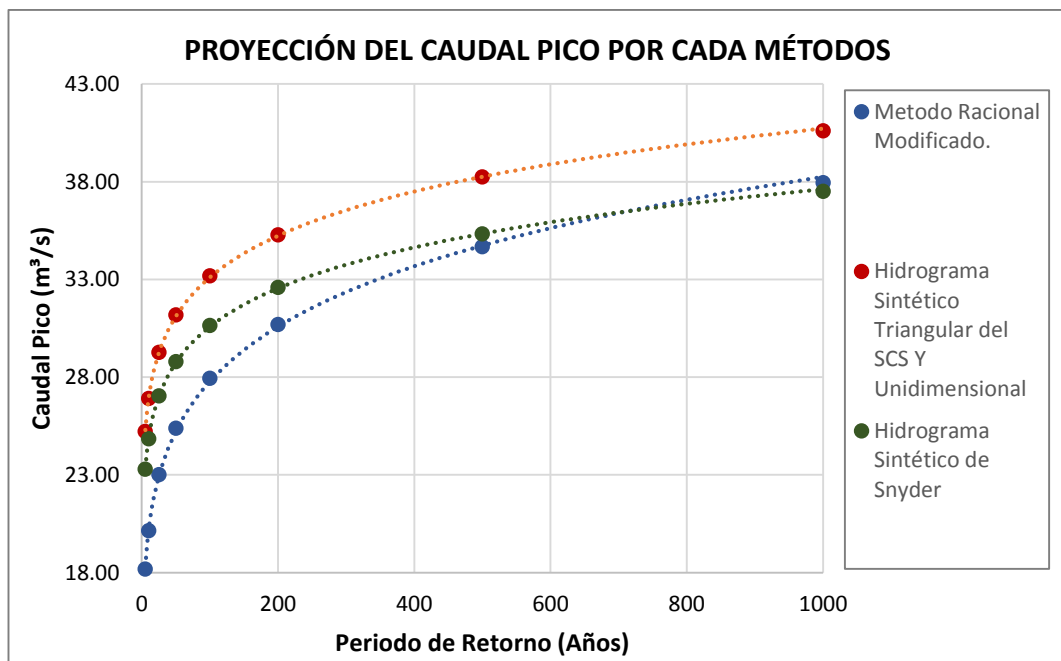


**CUADRO N° 40:** Caudal máximo de diseño por diferentes métodos y periodos de retorno.

Periodo de Retorno (Años)	MÉTODO DE CALCULO (m <sup>3</sup> /s)		
	Método Racional Modificado.	Hidrograma Triangular del Unidimensional	Sintético SCS Y Hidrograma Sintético de Snyder
5	18.17	25.21	23.29
10	20.15	26.90	24.85
25	23.01	29.27	27.04
50	25.37	31.17	28.80
100	27.93	33.18	30.65
200	30.69	35.28	32.59
500	34.67	38.23	35.32
1000	37.95	40.60	37.50

Elaboración: Propia.

**GRAFICO N° 43:** Caudal máximo de diseño por diferentes métodos y periodos de retorno.



Elaboración: Propia.

El método empleado será el más crítico, en este caso se trata del método del Hidrograma sintético triangular del SCS y el método del Hidrograma Unidimensional.



El periodo de retorno para determinar el nivel de aguas máximas extraordinarias (N.A.M.E.) será de 200 años el cual nos dará un caudal máximo que a continuación se muestra:

$$Q_{max_{200 \text{ años}}} = 35.28 \text{ m}^3/s$$

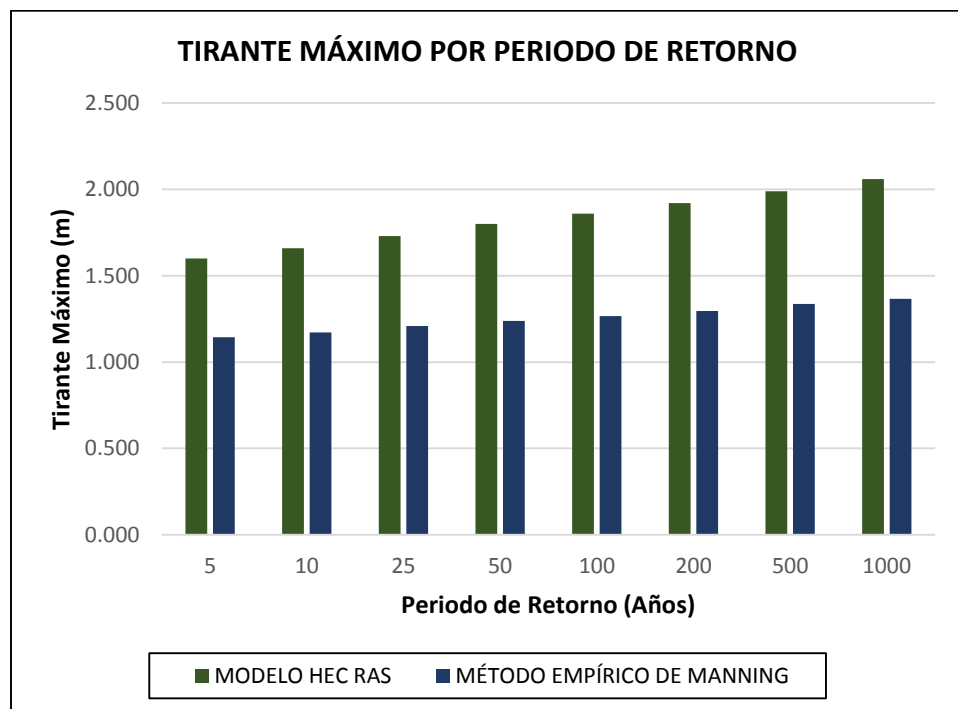
El periodo de retorno para determinar la socavación será hasta de 1000 años el cual nos dará un caudal máximo que a continuación se muestra:

$$Q_{max_{1000 \text{ años}}} = 40.60 \text{ m}^3/s$$

- **NIVEL DE AGUAS MÁXIMAS EXTRAORDINARIAS**

El resumen de los resultados según el método empírico de Manning y el modelamiento en el sistema HEC-RAS para determinar el nivel máximo de aguas extraordinarias se muestra a continuación.

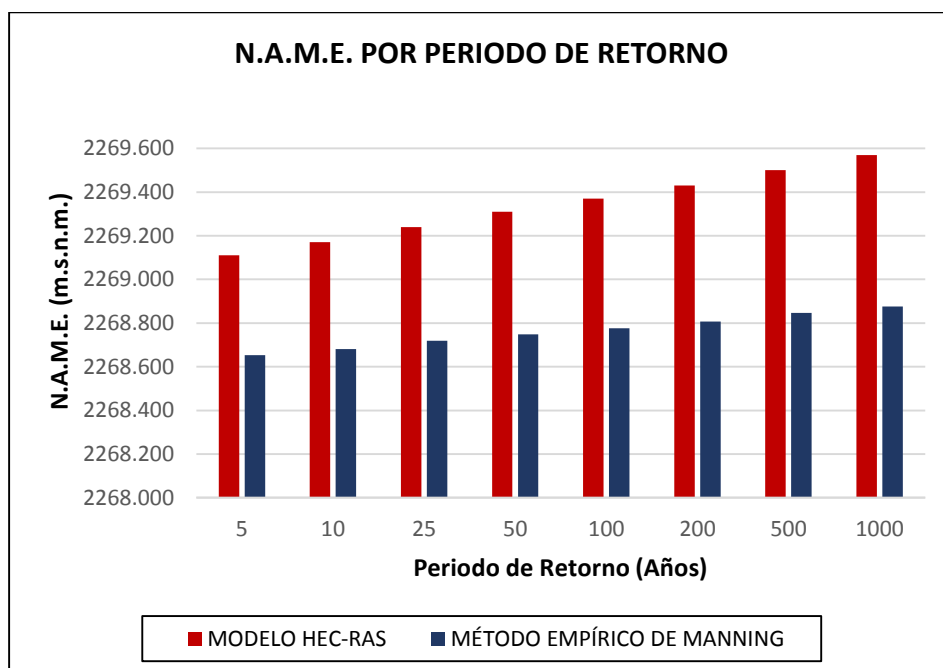
**GRAFICO N° 44:** Comparación de resultados por Métodos, para determinar el Tirante Máximo.



Elaboración: Propia.



**GRAFICO N° 45:** Comparación de resultados por Métodos para determinar el Nivel de Aguas Máximas Extraordinarias.



**Elaboración:** Propia.

Para determinar el nivel de aguas máximas extraordinarias se utilizara el método o modela más crítico, en este caso será el mayor de ellos. A continuación se muestra el resultado final.

**CUADRO N° 41:** Selección del N.A.M.E. y del tirante máximo como resultado final.

PERIODO DE RETORNO (Años)	MÉTODO EMPÍRICO DE MANNING		MODELO HEC-RAS		RESULTADO FINAL	
	h (m)	N.A.M.E. (m.s.n.m.)	h (m)	N.A.M.E. (m.s.n.m.)	h (m)	N.A.M.E. (m.s.n.m.)
5	1.143	2268.653	1.220	2268.730	<b>1.600</b>	<b>2269.110</b>
10	1.171	2268.681	1.250	2268.760	<b>1.660</b>	<b>2269.170</b>
25	1.209	2268.719	1.290	2268.800	<b>1.730</b>	<b>2269.240</b>
50	1.238	2268.748	1.320	2268.830	<b>1.800</b>	<b>2269.310</b>
100	1.267	2268.777	1.340	2268.850	<b>1.860</b>	<b>2269.370</b>
200	1.296	2268.806	1.380	2268.890	<b>1.920</b>	<b>2269.430</b>
500	1.336	2268.846	1.440	2268.950	<b>1.990</b>	<b>2269.500</b>
1000	1.367	2268.877	1.480	2268.990	<b>2.060</b>	<b>2269.570</b>

**Elaboración:** Propia.



- **NIVEL DE AGUAS MÍNIMAS**

Para determinar el Nivel de Aguas Mínimas es necesario determinar el caudal mínimo proyectado por periodo de retorno, pero en los trabajos de campo se ha observado que el cauce del río Chinchichaca se encuentra completamente seco, lo cual se muestra en el siguiente cuadro.

**CUADRO N° 42:** Tirante observado en el trabajo de campo.

FECHA DE REGISTRO:	15/06/2016
HORA DE REGISTRO:	10:00 a.m.
TIRANTE REGISTRADO (m):	0

**Elaboración:** Propia.

De acuerdo a esta observación se puede determinar el Nivel de Aguas Mínimas general para cualquier periodo de retorno sin considerar el caudal mínimo. Los resultados se muestran a continuación.

**CUADRO N° 43:** Calculo del N.A.M.

TIRANTE REGISTRADO (m)	COTA DE FONDO DE RIO (m.s.n.m.)	N.A.M. (m.s.n.m.)
0	2267.51	2267.51

**Elaboración:** Propia.

- **SOCAVACIÓN**

La Socavación potencial total será igual a:

$$S_T = S_G + S_C + S_L$$

Siendo:

$$S_{GC} = S_G + S_C$$

Entonces:

$$S_T = S_{GC} + S_L$$

Donde:

$S_T$ : Socavación Potencial Total.

$S_G$ : Socavación General.

$S_C$ : Sacavación por contracción



$S_L$ : Socavación Local.

$S_{GC}$ : Socavación general incluyendo contracción por efectos del puente.

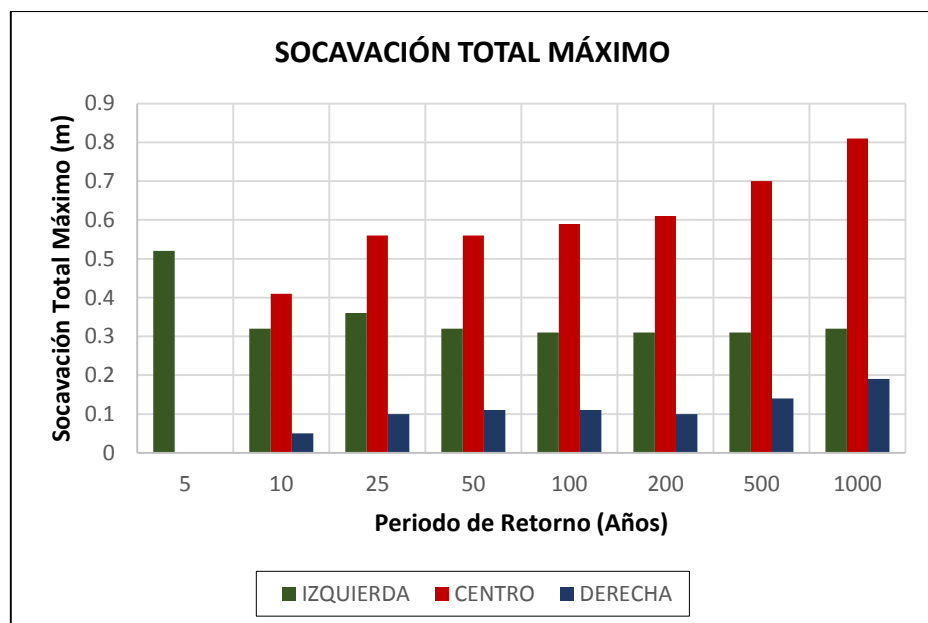
El resumen de resultados de la socavación total potencial del análisis Unidimensional según el sistema Hec-Ras se muestran a continuación:

**CUADRO N° 44:** Socavación Total Máximo por Periodo de Retorno de acuerdo al sistema Hec-Ras.

PERIODO DE RETORNO (Años)	SOCAVACIÓN TOTAL MÁXIMO (m)		
	IZQUIERDA	CENTRO	DERECHA
5	0.52	0	0
10	0.32	0.41	0.05
25	0.36	0.56	0.1
50	0.32	0.56	0.11
100	0.31	0.59	0.11
200	0.31	0.61	0.1
500	0.31	0.7	0.14
1000	0.32	0.81	0.19

Elaboración: Propia.

**GRAFICO N° 46:** Socavación Total Máximo por Periodo de Retorno de acuerdo al sistema Hec-Ras.



Elaboración: Propia



- **TRANSPORTE DE SEDIMENTOS.**

El agua que fluye en todo el curso del cauce puede producir varias acciones como las siguientes:

- Transporta Sedimentos.
- Erosión del cauce del río.
- Deposito sedimentos.

El cauce del río Chinchicha tiene problemas de alto riesgo en transporte y deposito se sedimentos. Esto por la geología y topografía de la cuenca. Otro problema viene a ser también que un tramo considerable que dicho cauce y algunos tributarios pasan directamente por la ciudad de Abancay siendo vulnerable a la contaminación directa de basura y otros elementos.

El resumen de los resultados por diferentes métodos para determinar la cantidad de material transportado en peso y volumen que se muestra a continuación.

**CUADRO N° 45:** Selección del resultado final de la velocidad critica para el inicio de movimiento de las partículas.

PERIODO DE RETORNO (Años)	MÉTODO DE SCHOKLITSCH		MEYER, METER Y MÜLLER.		RESULTADO FINAL	
	Gbb (tn/s)	Sbb (m³/s)	Gbb (tn/s)	Sbb (m³/s)	Gbb (tn/s)	Sbb (m³/s)
5	3.3611	1.4242	2.15	0.91	3.36	1.42
10	3.5861	1.5196	2.28	0.97	3.59	1.52
25	3.9021	1.6534	2.44	1.03	3.90	1.65
50	4.1558	1.7609	2.62	1.11	4.16	1.76
100	4.4228	1.8741	2.77	1.17	4.42	1.87
200	4.7035	1.9930	2.93	1.24	4.70	1.99
500	5.0970	2.1597	3.11	1.32	5.10	2.16
1000	5.4122	2.2933	3.26	1.38	5.41	2.29

**Elaboración:** Propia.





### 3.3.3. ESTUDIO GEOLÓGICO Y GEOTÉCNICO

#### - GEOMORFOLOGÍA LOCAL

Las distintas formas que exhibe la topografía del actual del relieve tienen estrecha relación con la configuración geológica del sector y la historia de formación de los materiales que lo conforman (Baca Vidal, Benavente Velasquez, Loayza Schiaffino, & Acurio Cruz, 2007).

##### • MORFOGÉNESIS

Los rasgos morfológicos de la cuenca de Abancay están ligados a las perturbaciones tectónicas del levantamiento andino y por procesos de degradaciones (Baca Vidal, Benavente Velasquez, Loayza Schiaffino, & Acurio Cruz, 2007). Los Cambios climáticos ocurridos durante el cuaternario, han dejado profundas huellas en la morfología de la región, las glaciaciones produjeron grandes movimientos de masas rocosas, acumulándose gradualmente en el actual valle de Abancay y al pie de los Nevados Ampay y Runtococha (Baca Vidal, Benavente Velasquez, Loayza Schiaffino, & Acurio Cruz, 2007).

En la actualidad se presentan deslizamientos y fuertes procesos de erosión hídrica de los suelos en las laderas empinadas, siendo frecuentemente los huaycos, desborde de ríos en los meses de fuertes precipitaciones pluviales (Baca Vidal, Benavente Velasquez, Loayza Schiaffino, & Acurio Cruz, 2007).

##### • PRINCIPALES UNIDADES MORFOLÓGICAS

Se han logrado determinar en la ciudad de Abancay y sus alrededores seis unidades geomorfológicas.

- VALLE PROFUNDO DEL PACHACHACA.
- LADERAS ALUVIALES DE ABANCAY.
- LADERAS EMPINADAS - CUENCA INFERIOR Y MEDIA.
- FONDOS DE QUEBRADAS TRIBUTARIAS DEL RÍO MARIÑO.
- ZONA MONTAÑOSA SUPERIOR.
- ÁREAS GLACIARES (Ampay).

#### - GEOLOGÍA REGIONAL

##### • ESTRATIGRAFÍA

En el área de estudio afloran rocas sedimentarias tectonizadas cuyas edades son del pérmico al triásico, no evidenciando las rocas cretácicas en la cuenca de estudio como se describe a continuación.



- GRUPO COPACABANA (pérmico inferior y medio).
- GRUPO MITU (pérmico superior).
- GRUPO PUCARA (Jurásico Inferior).

### • DEPÓSITOS CUATERNARIOS INCOHERENTES

A nivel Regional se ha localizado los siguientes depósitos:

- Depósitos Morrénicos (Q-mo).
- Depósitos Aluviales.
- Depósitos Coluviales.

### • ROCAS ÍGNEAS

En la zona de Abancay se encuentra parte del batolito de Apurímac, que regionalmente se emplaza en forma alargada y orientado de Este a Oeste, con una longitud de casi 150 Km., coincidiendo a su vez con el rumbo general de los Andes (Baca Vidal, Benavente Velasquez, Loayza Schiaffino, & Acurio Cruz, 2007).

Marocco (1975) determinó como el macizo sintectónico de Abancay y el gran batolito post – tectónico E-W del terciario inferior y medio respectivamente, en el presente estudio reconoceremos como:

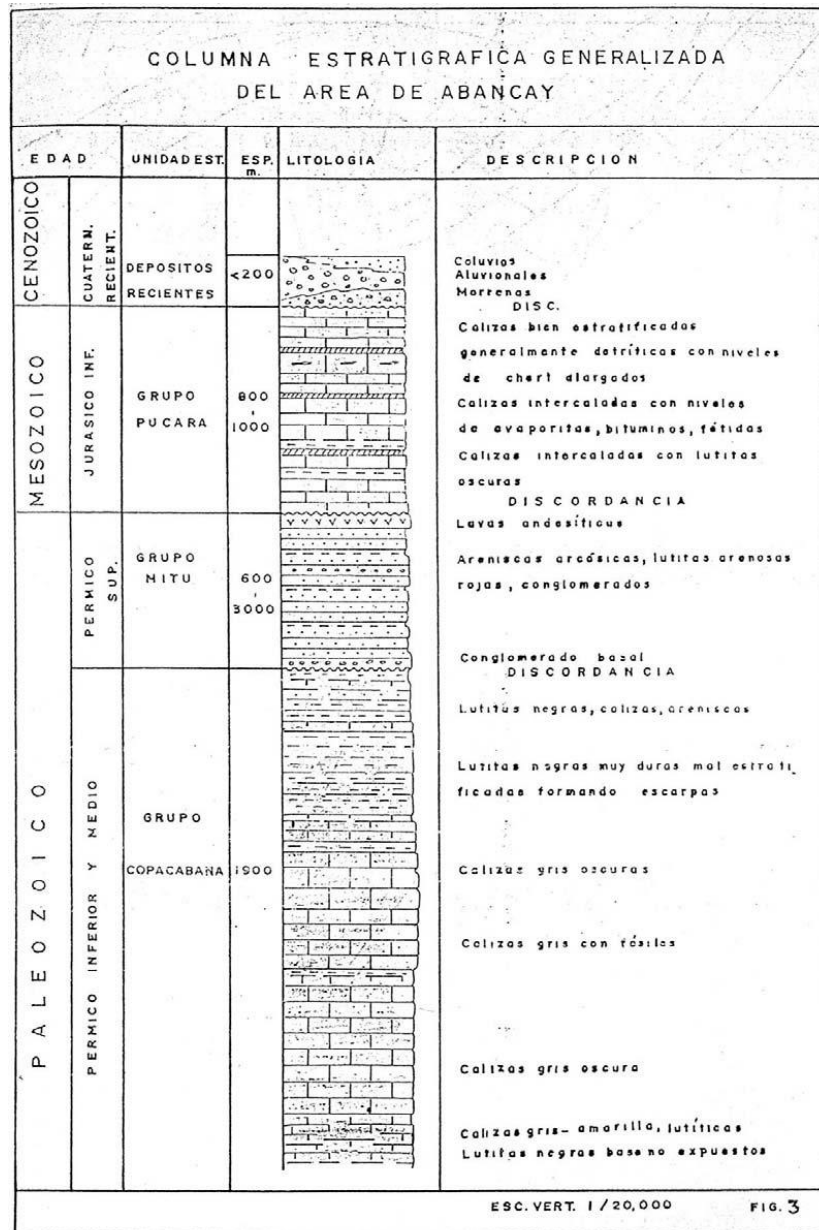
- Granodiorita Quisapata (Ti-gd).
- Macizo Intrusivo Runtucchocha (ts-gd).

### - EDAD Y CORRELACIÓN ESTRATIGRÁFICA

La secuencia geológica de los estratos existentes en el área de Abancay se muestra en la columna estratigráfica siguiente.



**GRAFICO N° 47:** Columna Estratigráfica Generalizada del área de Abancay.



**Fuente:** Mapa de Peligros de la Ciudad de Abancay (Proyecto INDECI: PNUD PER/02/051 00014426 - Ciudades Sostenibles:), 2007, Ing. Aurelio Serrano.



- **GEODINÁMICA EXTERNA.**

• **COMPORTAMIENTO GEOTÉCNICO DE LOS SUELOS**

La mitad de la subcuenca Mariño se conforma por rocas ígneas (granito, granodiorita, dioritas). Estos se hallan al sur del poblado, sin embargo hacia el Norte presentan rocas sedimentarias muy tectonizadas y que forman el alto estructural de Abancay. El valle se halla recubierto por depósitos recientes (cuaternarios) fluviales, alternados con masas calcáreas costrificadas, denominadas “caliche” que su comportamiento geotécnico es de regular a bueno y finalmente se hallan depósitos coluviales procedentes de la erosión de las rocas sedimentarias arcillosas de color rojo, gris hasta negro, que constituyen los mejores suelos de cultivos de la zona y dicho sea de paso alberga a la mayor masa de cobertura vegetal de la zona, pero su comportamiento geotécnico es malo regular, sensible a procesos de remoción en masa (Baca Vidal, Benavente Velasquez, Loayza Schiaffino, & Acurio Cruz, 2007).

• **IDENTIFICACIÓN DE ZONAS INESTABLES**

La ciudad de Abancay se encuentra amenazada por la ocurrencia de eventos de fenómenos geo-climáticos en actividad que se hallan latentes en la ciudad y su entorno inmediato. Es importante indicar que parte de estos fenómenos, han sido provocados, producto de intervenciones no controladas (Baca Vidal, Benavente Velasquez, Loayza Schiaffino, & Acurio Cruz, 2007).

Los principales eventos sucedidos en esta zona se muestran a continuación:

- ALUVIÓN DE 1951.
- DESLIZAMIENTO COCHA PUMARANRA Y ZONAS ALEDAÑAS.
- ALUVIÓN DEL 2012.

• **PARÁMETROS DE PROCESOS MORFODINÁMICOS**

El desarrollo de este título se refiere a los deslizamientos, derrumbes, flujos o corrientes de barro, condiciones de estabilidad lagunar así como a las características de las lagunas de Ampay, Ancascococha y Runtocococha considerando los aportes ofrecidos por el Ing. Serrano,



1998 (Baca Vidal, Benavente Velasquez, Loayza Schiaffino, & Acurio Cruz, 2007).

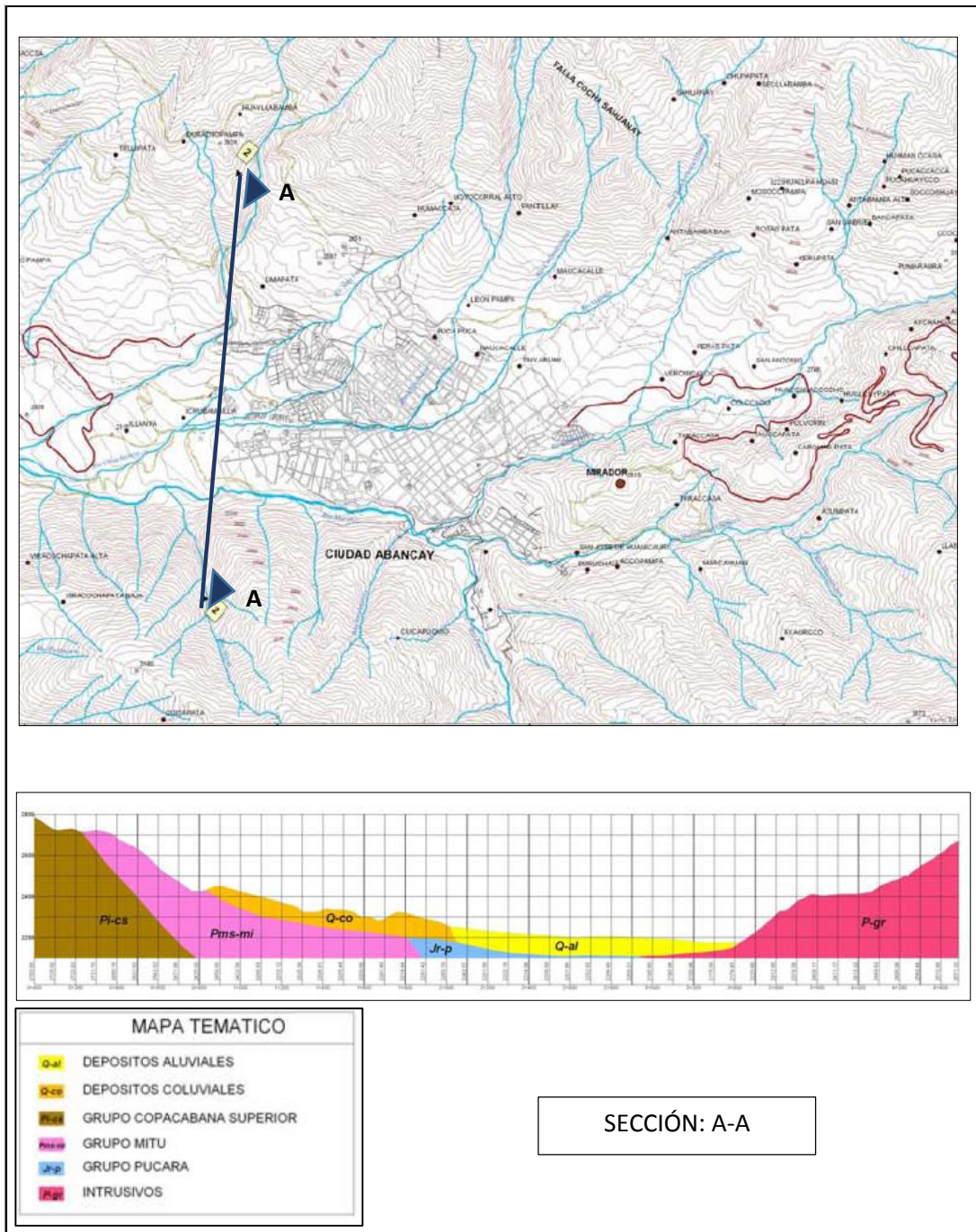
### ➤ **DESLIZAMIENTOS Y DERRUMBES**

Según el Mapa Geodinámico se observa que la cuenca ha sufrido grandes procesos de remoción en masa durante el Cuaternario; del estudio geomorfológico deducimos que el relieve aluvial así los cordones morrénicos son coetáneos dentro del periodo glacial, luego los flujos de barro antiguos; los aluviones y deslizamientos antiguos corresponden al período post-glacial que cubren grandes áreas y se encuentran estabilizados en la actualidad, éstos se ubican en las laderas del Nevado Ampay, al pie de Huayllabamba, Trujipata, Humccata, Sahuanay y Querapata al Norte de Tamburco (Baca Vidal, Benavente Velasquez, Loayza Schiaffino, & Acurio Cruz, 2007).

### - **IDENTIFICACIÓN DE ESTRATOS Y DEPÓSITOS.**

La ciudad de Abancay está compuesto por diversos depósitos. Estos depósitos fueron estudiados e identificados en el Estudio de Ciudades Sostenibles en el año 2007. A continuación se muestra la sección de enteros y el perfil correspondiente para el proyecto.

**GRAFICO N° 48:** Depósitos en el Área de interés del Proyecto.



**Fuente:** Ciudades Sostenibles – Mapa de Peligros de la Ciudad de Abancay, Baca Vidal, C. F., Benavente Velasquez, R., Loayza Schiaffino, C., & Acurio Cruz.



### 3.3.4. ESTUDIO DE RIESGO SÍSMICO

#### - SISMICIDAD HISTÓRICA EN LA REGIÓN DE APURÍMAC

Los sismos de mayor intensidad y magnitud registrados en la región de Apurímac ocurrieron en las Provincias de Aymaraes y Antabamba. Esto por la cercanía de estas provincias al territorio del Departamento de Arequipa, que viene a ser una de las regiones más sísmicas del Perú.

En la ciudad de Abancay no se ha registrado sismos de alta intensidad y magnitud, pero si sismos con epicentros cercanos, que le afecto directamente.

Actualmente no se cuenta con información detallada de sismos ocurridos en la región de Apurímac, lo cual limita los estudios de riesgo sísmico dentro de la región, el cual hace indispensable el uso de modelos estadísticos para contar con resultados confiables. A continuación se muestra algunos eventos sísmicos registrados aproximados dentro de la región Apurímac.

**CUADRO N° 46:** Registro de eventos sísmico en el Departamento de Apurímac.

Fecha	Magnitud	Nombre	Epicentro	Zonas afectadas	Víctimas y daños materiales
24 de marzo, 1739	6.3 Mb	Aymaraes de 1739	Aymaraes, departamento de Apurímac	Aymaraes.	Perecen muchos habitantes.
13 de abril, 1861	6.0 Mb	Apurímac de 1861	-	Departamento de Apurímac y parte del de Ayacucho	Afectados los pueblos de Andahuaylas, San Jerónimo y Talavera.
3 de diciembre, 1869	6.0 Mb	Abancay de 1869	Abancay, departamento de Apurímac	Dpto. de Apurímac.	Daños en edificaciones.
4 de noviembre, 1913	7.0 Mb	Aymaraes de 1913	Límites de los dptos. De Apurímac y Cuzco.	Dpto. de Apurímac.	Fuerte temblor. Se sintió también en Abancay y Ayacucho. 155 muertos.
14 de octubre, 1971	6.5 Mw	Aymaraes de 1971	Provincia de Aymaraes, departamento de Apurímac.	Prov. de Aymaraes.	144 muertos. Se calcula que el 10 % de las viviendas fueron destruidas y un 40 % resultaron bastante dañadas.



8 de Agosto del 2001	5 Mb	Antabamba de 2001	Provincia de Antabamba, departamento de Apurímac.	Dpto. de Apurímac.	4 muertos. Se calcula que 236 viviendas colapsaron.
10 de Junio del 2003	4.1 Mb	Abancay de 2001	Provincia de Abancay, departamento de Apurímac.	Dpto. de Apurímac.	Ocurrido en Colaque, Distrito de tamburco con 50 dagnificados
19 de Octubre del 2005	4 Mb	Abancay de 2005	Provincia de Abancay, departamento de Apurímac.	Dpto. de Apurímac.	No se registró daños
21 de mayo, 2013	5.8 Mw	-	32 km al sureste de Abancay, Apurimac	Sur y centro del Perú.	Derrumbes en carretera Cusco-Abancay. Sin daños personales. Sentido fuerte en IV Abancay.

Fuente: Wikipedia, IGP y INDECI.

- **PROYECCIÓN DE EVENTOS SÍSMICOS EN EL DEPARTAMENTO DE APURÍMAC.**

En el Departamento de Apurímac no se cuenta con registros de eventos sísmicos detallados. Se utilizara la información disponible y aproximada en el medio. A continuación se muestra los registros de eventos sísmicos en el Territorio de Apurímac.

**CUADRO N° 47:** Registro de Eventos Sísmicos en el Territorio del Departamento de Apurímac.

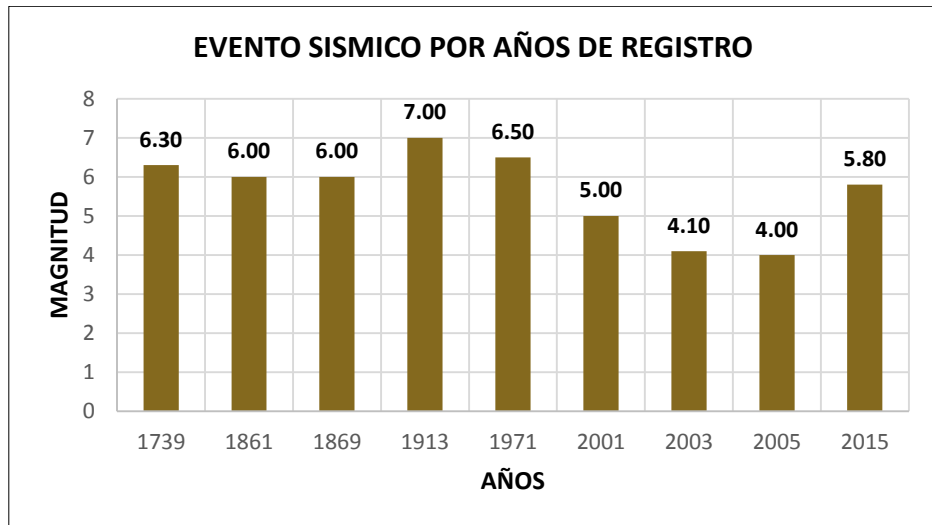
Años	Evento Sísmico (Mb, Ms, Mw, MI).	Energía (ergios)
1739	6.3	8.31764E+20
1861	6.0	1.58489E+20
1869	6.0	1.58489E+20
1913	7.0	3.98107E+22
1971	6.5	2.51189E+21
2001	5.0	6.30957E+17
2003	4.1	4.36516E+15
2005	4.0	2.51189E+15
2015	5.8	5.24807E+19

Elaboración: Propia, basada en información del IGP, INDECI y Wikipedia.



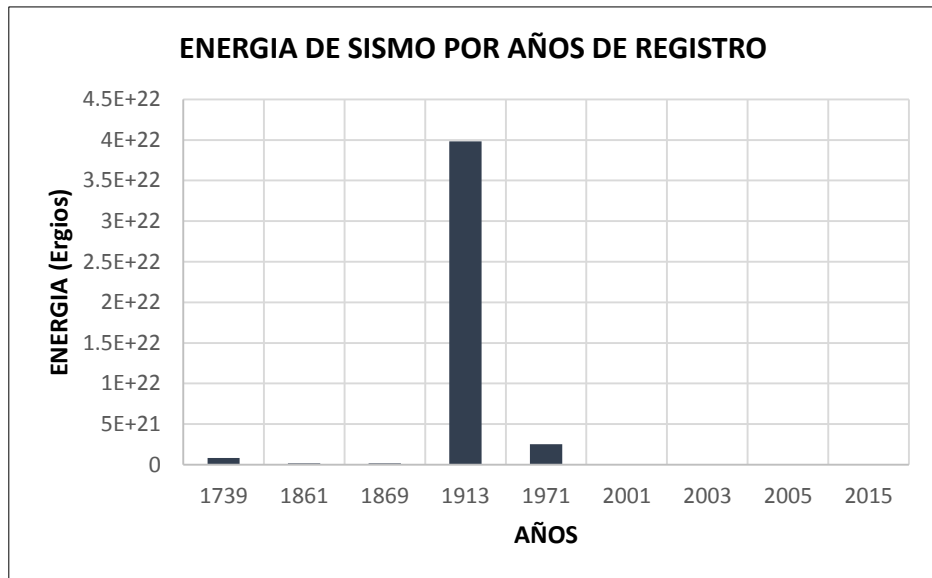


**GRAFICO N° 49:** Registro de Eventos Sísmicos en el Territorio del Departamento de Apurímac.



**Elaboración:** Propia, basada en información del IGP, INDECI y Wikipedia.

**GRAFICO N° 50:** Energía de Sismos registrados en el Departamento de Apurímac.



**Elaboración:** Propia.

A continuación se muestra la proyección de Eventos Sísmicos en el Departamento de Apurímac hasta 2500 años de periodo de retorno.

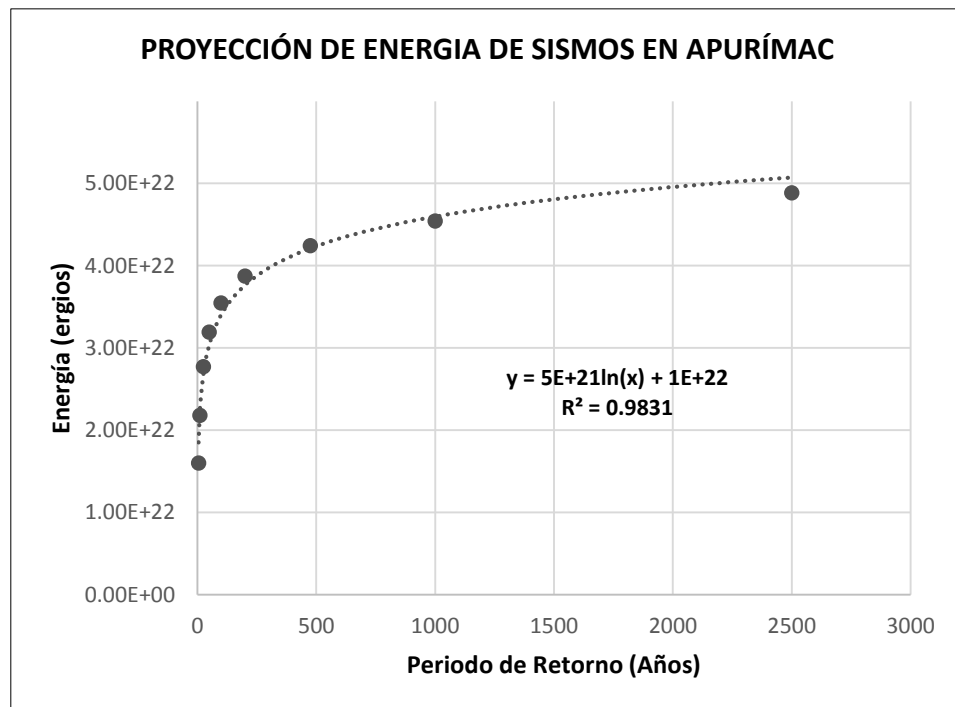


**CUADRO N° 48:** Proyección de Eventos sísmicos por periodo de retorno.

PERIODO DE RETORNO (Años):	P	f(z)	z	Energía (ergios)	Evento Sísmico (Mb, Ms, Mw, MI).
5	0.20000	0.80000	0.85	1.601E+22	6.84
10	0.10000	0.90000	1.29	2.179E+22	6.89
25	0.04000	0.96000	1.74	2.770E+22	6.93
50	0.02000	0.98000	2.06	3.191E+22	6.96
100	0.01000	0.99000	2.33	3.545E+22	6.98
200	0.00500	0.99500	2.58	3.874E+22	7.00
475	0.00211	0.99789	2.86	4.242E+22	7.01
1000	0.00100	0.99900	3.09	4.544E+22	7.02
2500	0.00040	0.99960	3.35	4.886E+22	7.04

**Elaboración:** Propia.

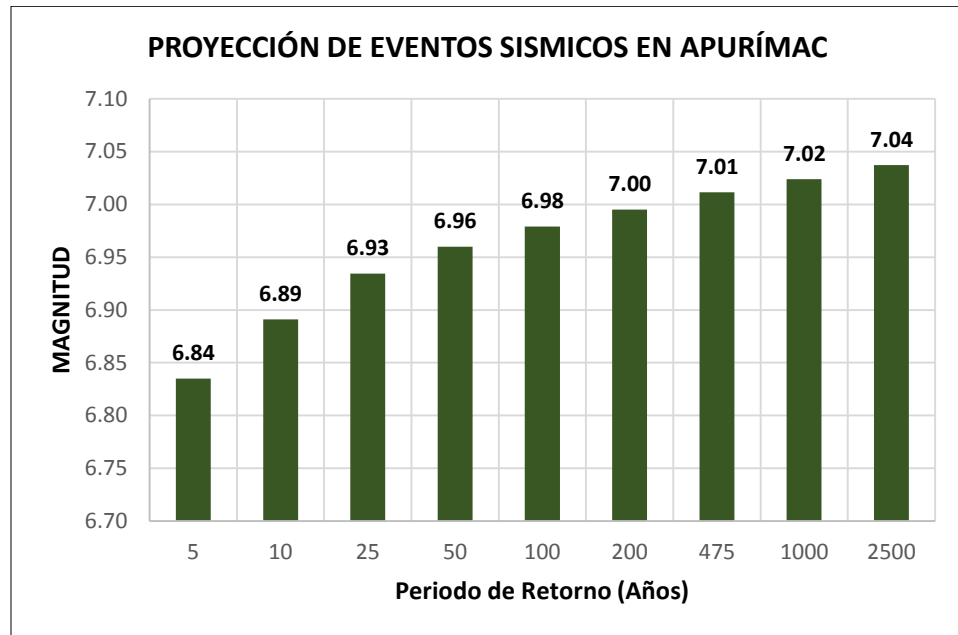
**GRAFICO N° 51:** Proyección de Energía de los eventos Sismos en el Departamento de Apurímac por periodo de retorno.



**Elaboración:** Propia.



**GRAFICO N° 52:** Proyección de eventos Sismos en el Departamento de Apurímac por periodo de retorno.



**Elaboración:** Propia.

- **COEFICIENTE DE RESPUESTA SÍSMICA ELÁSTICA.**

El coeficiente de respuesta sísmica elástica,  $C_{sn}$  con respecto al periodo de vibración del “n-ésimo” modo (s) se basa en la siguiente expresión:

$$C_{sn} = \frac{1.2 A S}{Tn^{\frac{2}{3}}} \leq 2.5 A$$

Donde:

T: Periodo de vibración del n-ésimo modo s.

A: Coeficiente de aceleración.

S: Coeficiente de sitio.

A continuación se muestra el espectro sísmico de diseño del proyecto.

- **MAPA DE CATEGORIZACIÓN DE PELIGROS POR EVENTOS SÍSMICOS EN EL ÁREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO**

De acuerdo a la clasificación del suelo, realizado por el Programa de Ciudades Sostenibles de la ciudad de Abancay, toda la urbanización Patibamba Baja y Manuel Escorza presenta suelo de tipo S2; es decir, suelos regularmente estables con posibilidad media de ocurrencia de deslizamientos y por lo tanto se le considera como de peligro Medio en topografía continua. Muy puntualmente se identifica la presencia de áreas pequeñas probablemente compuestas de rellenos y otras cerca de la ribera del río Chinchichaca que son consideradas como de peligro alto por la posible ocurrencia de deslizamientos y/o derrumbes; mientras que, en la parte urbana, el peligro no se encuentra en la estabilidad del suelo,



sino en la mala construcción de edificaciones y las pequeños anchos de vía de las calles, ya que hace difícil en contar con una zona de refugio en casos de sismos.

Se ha zonificado las zonas seguras y vulnerables alrededor del puente. A continuación se muestra la estratificación de riesgos y el Mapa de categorización de peligros por eventos Sísmicos en el Área de Influencia del Proyecto.

**CUADRO N° 49:** Estratificación de Riesgos.

SÍMBOLO	DENOMINACIÓN	DESCRIPCIÓN
	Zona critica	Sector que cuentan con suelos inestables con una topografía accidentada. En un evento sísmico extraordinario se recomienda evacuar. No debe ser utilizada como refugio para los pobladores.
	Zona vulnerable	Sectores que cuentan con suelos estables a regular, tienen una topografía regular, los edificios construidos en esta zona no cuentan con un diseño ni proceso constructivo adecuado. Pequeños anchos de vías urbanas el cual dificulta encontrar refugio en esta Zona. No es segura como refugio en caso de un evento sísmico máximo o extraordinario y no brinda un refugio adecuado para los pobladores.
	Zona segura	Sectores que cuentan con suelos estables, tienen una topografía regular, sin edificios construidos alrededor o construidos un diseño y proceso constructivo adecuado. Zona segura en un evento sísmico máximo o extraordinario y refugio para los pobladores.

**Elaboración:** Propia.

**GRAFICO N° 53:** Mapa de categorización de peligros por eventos sísmicos en el área de Influencia del Proyecto.



Elaboración: Propia.

### 3.3.5. ESTUDIO DE TRAZO Y DISEÑO VIAL DE LOS ACCESOS

#### - NÚMERO DE CARRILES / ANCHO DE LAS CALZADAS

- **Diseño del Puente de Interconexión.**

Número de Carriles: 2 carriles.

- **Diseño del Acceso.**

Número de Carriles: 2 carriles.

#### - ANCHO DE CARRILES.

- **Diseño del Puente de Interconexión.**

Ancho de Carril: 3.00 m.

- **Diseño del Acceso.**

Ancho de Carril: 3.00 m.

#### - BOMBEO

La magnitud del bombeo dependerá del tipo de superficie de rodadura y de los niveles de precipitación de la zona.



**CUADRO N° 50:** Bombeo de la Calzada.

Ancho Mínimo de Carril en Pista Normal (Mts)	Bombeo %	
	Precipitación <500mm/año	Precipitación >500mm/año
Pavimento Superior	2.0	2.5
Tratamiento Superficial	2.5	2.5 – 3.0
Afirmado	3.0 – 3.5	3.0 – 4.9

**Fuente:** Manual de Diseño Geométrico de Vías Urbanas - 2005 – ICG.

- **PERALTE**

Teniendo en cuenta lo indicado en el párrafo anterior, y con la finalidad de lograr una coherencia con lo establecido por la norma vigente para diseño de carreteras peruanas, que establece que el peralte máximo de dichas vías, en los tramos de cruce de áreas urbanas será de 6%; se ha establecido como peralte máximo el 6% para las vías expresas y arteriales y el 4% para las vías locales y colectoras.

- **PERALTE DE LAS BERMAS**

La diferencia algebraica entre las pendientes transversales de la berma superior y la calzada, será siempre igual o menor de 7 %.

- **SEPARADORES O BERMAS CENTRALES**

• **Diseño del Puente de Interconexión.**

Berma Central: No presenta.

• **Diseño del Acceso.**

Berma Central: 1.50 m.

- **BERMAS LATERALES**

• **Diseño del Puente de Interconexión.**

Berma Lateral: 0.50m. (Se implementa solo por motivos de emergencia)

• **Diseño del Acceso.**

Berma Lateral: 1.00m.



- **SARDINELES**

• **Diseño del Puente de Interconexión.**

Sardinel (altura): 0.20 m

Sardinel (ancho): 0.20 m

• **Diseño del Acceso.**

Sardinel (altura): 0.20 m

Sardinel (ancho): 0.15 m

- **DISTANCIAS LATERALES Y VERTICALES LIBRES EN LAS VÍAS**

• **Diseño del Puente de Interconexión.**

Distancia Vertical: 0.20 m

Distancia Horizontal: 1.20 m

• **Diseño del Acceso.**

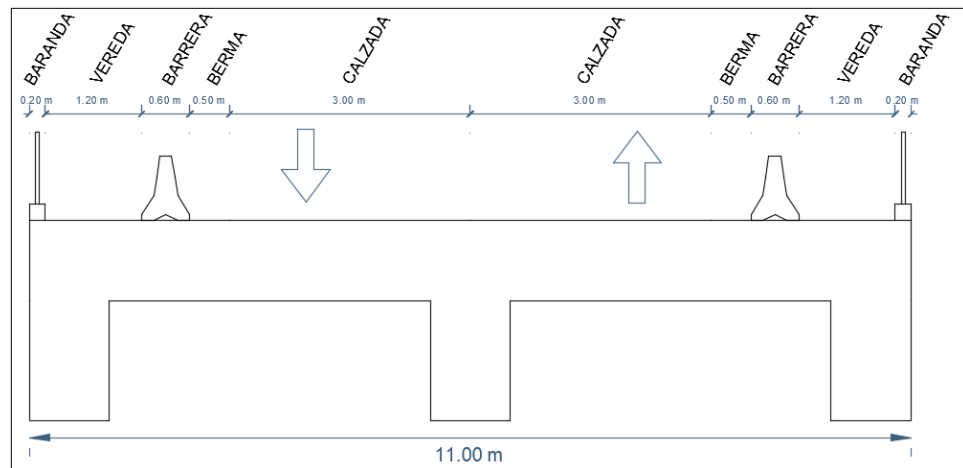
Distancia Vertical: 0.20 m

Distancia Horizontal: 1.20 m

- **SECCIONES TRANSVERSALES TÍPICAS**

• **Sección Transversal Típica del Puente de Interconexión.**

**GRAFICO N° 54:** Sección Transversal Típica del Puente de Interconexión.

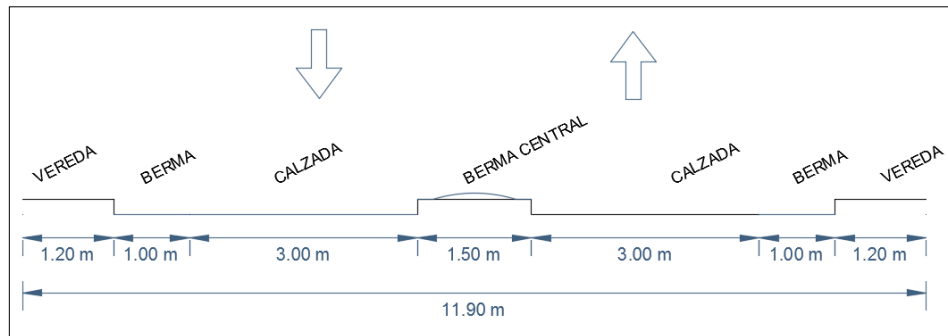


Fuente: Elaboración Propia.



• **Sección Transversal Típica de los Accesos.**

**GRAFICO N° 55:** Sección Transversal Típica de los Accesos.



**Fuente:** Elaboración Propia.

**3.3.6. DISEÑO PARA LA ALTERNATIVA 1 (PUENTE CONTINUO)**

**3.3.6.1. DESCRIPCIÓN DE LA ESTRUCTURA.**

La alternativa 1 contempla la construcción de un puente continuo de 75 metros de longitud de dos tramos, el primero tiene 35 m y el otro tramo de 40 m.

La sección tipo del tablero consiste en dos vigas longitudinales de concreto armado pretensado. El ancho total del tablero es de 11.00, con dos carriles (2 vías) con un ancho de 6.00 m.

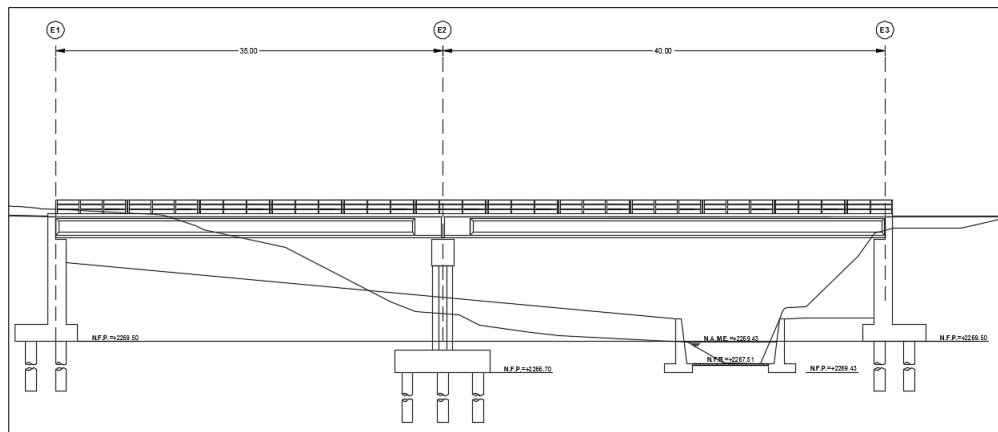
Esta alternativa nos permitiría acercarnos a los objetivos centrales que es mejorar el sistema de accesibilidad y circulación en el ámbito de influencia del proyecto a través de un mayor ahorro de viaje por parte de la población lo cual tendría impactos positivos en su economía con un mayor ahorro y beneficio, esta alternativa daría mucha mayor fluidez al tráfico contrarrestando los impactos generados por el creciente parque automotor, esta alternativa seleccionada generaría impactos positivos porque permitirá el ahorro de costos de mantenimiento y operación lo que va de la mano con la sostenibilidad del proyecto esto se va a reflejar en los siguientes capítulos.

El pilar y los estribos, están compuesto por un concreto  $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$  y acero corrugado grado 60 ( $f_y=4200 \text{ kg/cm}^2$ ) con cimientos profundos con pilotes con calidad de concreto. La losa del tablero es de concreto armado con  $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$  y acero  $f_y=4200 \text{ kg/cm}^2$  sujeto transversalmente de vigas de Acero.

En el siguiente grafico se muestra con más detalle el puente continuo:



**GRAFICO N° 56:** Alternativa I, Puente Continuo.



**Elaboración:** Propia.

### 3.3.6.2. DIMENSIONAMIENTO.

- **DIMENSIONAMIENTO DE LOSA.**

Para el predimensionamiento de la losa de concreto armado se utilizara la siguiente expresión:

$$h = \frac{1.2 (s + 3000)}{30}$$

Donde:

S: es la longitud transversal entre vigas trabe.

La longitud transversal entre vigas trabe es igual a 1.6 m, el cual nos da el siguiente resultado:

$$h = \frac{1.2 (1600 + 3000)}{30}$$

$$h = 184 \text{ mm}$$

$$h = 0.184 \text{ m}$$

Por seguridad se aproximara igual a:

$$h = 0,30 \text{ m}$$

- **DIMENSIONAMIENTO DE LA VIGA TRABE.**

De acuerdo al manual de diseño de puentes, el peralte mínimo para concreto pre reforzado de tramos continuos está dado por la siguiente expresión:

$$H \text{ min} = 0.040 L$$

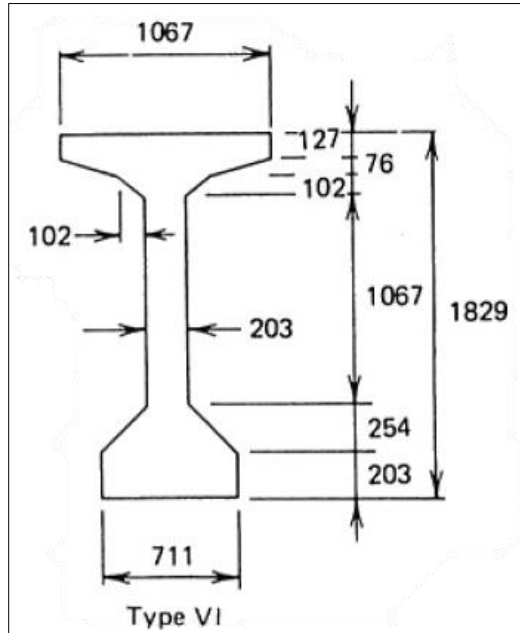
Se considerara L, como el tramo más largo del puente, siendo igual a 40 m, el cual nos da el siguiente resultado:

$$H \text{ min} = 0.040 (40)$$

H min = 1.60 m

Estas dimensiones se ajustan una viga trabe tipo VI que se muestra a continuación:

**GRAFICO N° 57:** Dimensiones de la viga trabe tipo VI en mm.



**Fuente:** Hormigón Pretensado, Prof. F. Yáñez.

- **DIMENSIONAMIENTO PILAR.**

Para dimensionar el pilar se seguirá el siguiente procedimiento:

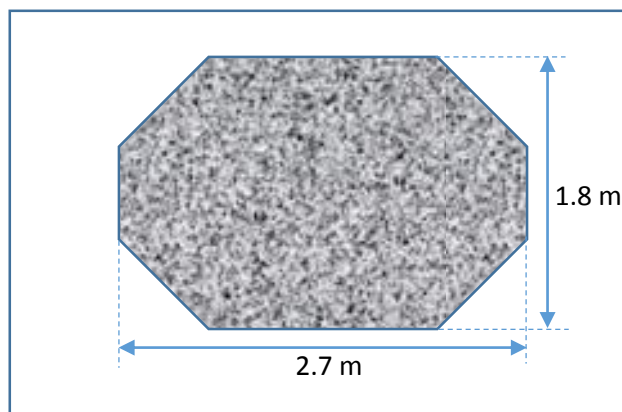
$$A_p = \frac{P_s}{0.25 f'_c} = \frac{1235.88 (1000)}{0.25 (280)}$$

$$A_p = 17655.43 \text{ cm}^2$$

$$A_p = 1.766 \text{ m}^2$$

Las dimensiones iniciales de la sección transversal será la siguiente:

**GRAFICO N° 58:** Dimensiones de la sección transversal



**Elaboración:** Propia.



### 3.3.6.3. DETALLE DE LOS ELEMENTOS ESTRUCTURALES.

- **LOSA.**

Se determinó el refuerzo de la siguiente manera:

$$a = \frac{d}{5} = \frac{24.1}{5} = 4.82 \text{ cm}$$

Primera iteración para determinar el acero:

$$A_s = \frac{M_u}{\phi f_y \left(d - \frac{a}{2}\right)} = \frac{1415327.74}{0.9 (4200) \left(24.1 - \frac{4.82}{2}\right)} = 17.26 \text{ cm}^2$$

$$a = \frac{A_s f_y}{0.85 f'_c b} = \frac{(17.26) (4200)}{0.85 (280) (100)} = 3.05 \text{ cm}$$

Segunda iteración para determinar el acero:

$$A_s = \frac{M_u}{\phi f_y \left(d - \frac{a}{2}\right)} = \frac{1415327.74}{0.9 (4200) \left(24.1 - \frac{3.05}{2}\right)} = 16.58 \text{ cm}^2$$

$$a = \frac{A_s f_y}{0.85 f'_c b} = \frac{(16.58) (4200)}{0.85 (280) (100)} = 2.93 \text{ cm}$$

Tercera iteración para determinar el acero:

$$A_s = \frac{M_u}{\phi f_y \left(d - \frac{a}{2}\right)} = \frac{1415327.74}{0.9 (4200) \left(24.1 - \frac{2.93}{2}\right)} = 16.54 \text{ cm}^2$$

$$a = \frac{A_s f_y}{0.85 f'_c b} = \frac{(16.54) (4200)}{0.85 (280) (100)} = 2.92 \text{ cm}$$

Cuarta iteración para determinar el acero:

$$A_s = \frac{M_u}{\phi f_y \left(d - \frac{a}{2}\right)} = \frac{1415327.74}{0.9 (4200) \left(24.1 - \frac{2.92}{2}\right)} = 16.54 \text{ cm}^2$$

$$a = \frac{A_s f_y}{0.85 f'_c b} = \frac{(16.54) (4200)}{0.85 (280) (100)} = 2.92 \text{ cm (OK)}$$

El resultado final será:

$$A_s = 16.54 \text{ cm}^2$$

Se utilizara acero de 3/4", entonces el espaciamiento será igual a:

$$S = \frac{A_s(3/4")}{A_s} = \frac{2.85}{16.54} = 0.172 \text{ m} \approx 0.15 \text{ m}$$

Entonces la distribución será igual a:

$$A_s = \emptyset 3/4" @ 0.15 \text{ m}$$

El acero de superior será igual:

$$A_s = 12.93 \text{ cm}^2$$

Se utilizara acero de 3/4", entonces el espaciamiento será igual a:

$$S = \frac{A_s(3/4")}{A_s} = \frac{2.85}{12.93} = 0.22 \text{ m} \approx 0.20 \text{ m}$$

Entonces la distribución será igual a:



$$A_s = \emptyset 3/4" @ 0.20 m$$

Determinando el porcentaje de acero de repartición:

$$\%A_{sr} = \frac{3480}{\sqrt{S}} = \frac{3480}{\sqrt{2643.33}} = 67.69\%$$

Se considerara:

$$\%A_{sr} = 67\%$$

Determinando el acero de repartición:

$$A_{sr} = 0.67 (A_s) = 0.67 (16.54)$$

$$A_{sr} = 11.08 \text{ cm}^2$$

Se utilizara acero de 3/4", entonces el espaciamiento será igual a:

$$S = \frac{A_s(3/4")}{A_{sr}} = \frac{2.85}{11.08} = 0.257 m \approx 0.20m$$

Entonces la distribución será igual a:

$$A_{sr} = \emptyset 3/4" @ 0.20 m$$

Determinando el acero de repartición:

$$A_{st} = 0.75 \frac{A_g}{f_y} = 0.75 \frac{(300)(1000)}{42000}$$

$$A_{st} = 5.36 \text{ cm}^2$$

Se utilizara acero de 1/2", entonces el espaciamiento será igual a:

$$S = \frac{A_s(1/2")}{A_{st}} = \frac{1.27}{5.36} = 0.237 m \approx 0.20m$$

Entonces la distribución será igual a:

$$A_{sr} = \emptyset 1/2" @ 0.20 m$$

Esta cantidad de acero es menor al acero de repartición, por lo que se utilizara el mayor de ambos.

- **TRABE.**

Se determinó el área transversal necesaria para el torón de la siguiente manera:

$$A_{ps} = \frac{M_u}{0.72 f_{pu} H} = \frac{1383.82 (100000)}{0.72 (18900)(182.9)}$$

$$A_{ps} = 55.6 \text{ cm}^2$$

$$A_{ps} = 40 \text{ torones de } 0.6" = 56 \text{ cm}^2$$

Determinando la fuerza total del torón.

$$P_i = 0.7 f_{pu} A_{ps} = 0.7 (18900)(56)/1000$$

$$P_i = 740.88 \text{ tn}$$



Determinando la fuerza para la resistencia a la fluencia:

$$P_i' = 0.7 f_{py} A_{ps} = 0.7 (0.9 f_{pu}) (A_{ps}) = 0.7 (0.9)(18900)(56)/1000$$

$$P_i' = 666.79 \text{ tn}$$

Determinando  $\beta_1$ .

$$\beta_1 = 0.85 - 0.05 \left( \frac{f'c - 280}{70} \right)$$

$$\beta_1 = 0.85 - 0.05 \left( \frac{420 - 280}{70} \right)$$

$$\beta_1 = 0.75$$

Determinado el ancho efectivo.

- $be = \frac{L}{4} = \frac{40}{4} = 10 \text{ m}$
- $be = 12 t = 12(0.30) = 3.60 \text{ m}$
- $be = s = 2.64 \text{ m}$

Utilizar el menor igual a 2.64 m.

Determinando la distancia al eje neutro.

$$c = \frac{A_{ps} f_{pu}}{0.85 f'c \beta_1 b + \frac{k A_{ps} f_{pu}}{d_p}}$$

$$c = \frac{(56) (18900)}{0.85 (420)(0.75)(264) + \frac{(0.28) (56) (18900)}{177.9}}$$

$$c = 14.629 \text{ cm}$$

Determinando a.

$$a = \beta_1 c = 0.75(14.629) = 10.972 \text{ cm}$$

Determinando fps.

$$f_{ps} = f_{pu} \left( 1 - k \frac{c}{d_p} \right) = 18900 \left( 1 - \frac{0.28 (14.629)}{177.9} \right)$$

$$f_{ps} = 18464.83 \text{ kg/cm}^2$$

Determinando el momento nominal.

$$\phi M_n = 0.9(A_{ps} f_{sp} (d_p - \frac{a}{2}) + A_s f_y (d - \frac{a}{2}))$$

$$\phi M_n = 0.9((56)(18464.83) \left( 177.9 - \frac{10.972}{2} \right) + 0)$$

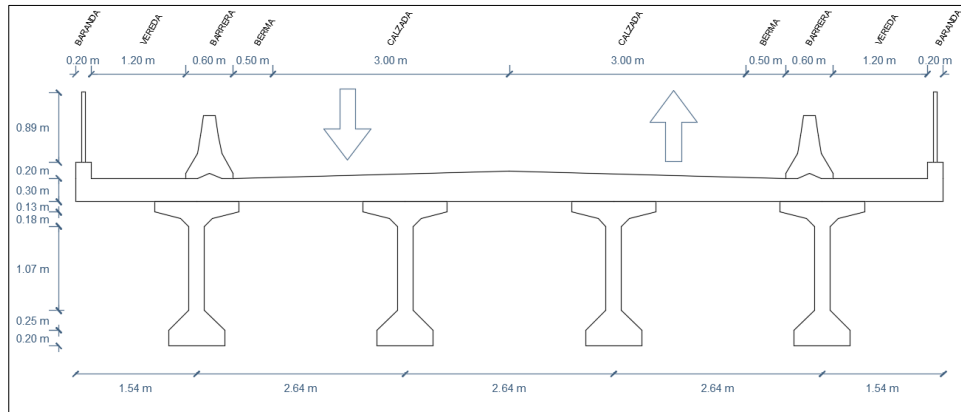
$$\phi M_n = 1604.53 \text{ tn. m}$$

$$\phi M_n > M_u \text{ (OK)}$$

Para el amarre del acero transversal se usara acero longitudinal adicional de 1/2".

A continuación se muestra el tablero con más detalle:

**GRAFICO N° 59:** Detalle del tablero del Punte Continuo.



**Elaboración:** Propia.

- **PILAR.**

Se considerara inicialmente el refuerzo de acero igual a:

$$A_s = 1\% A_g = 0.01 (4.14 \times 10000)$$

$$A_s = 414 \text{ cm}^2$$

Se distribuirá el acero de la siguiente manera.

$$A'_s = 64 \phi 1 \frac{3}{8} + 14 \phi \frac{5}{8} + 2 \phi 1"$$

$$A'_s = 64(9.58) + 14(2.85) + 2(5.07)$$

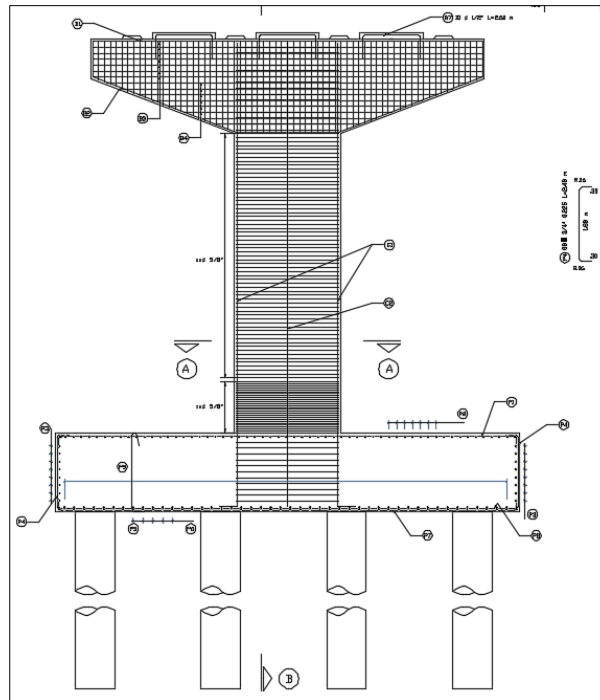
$$A'_s = 663.16 \text{ cm}^2$$

Cumpliendo lo siguiente:

$$A'_s > A_s \text{ (OK)}$$

A continuación se muestra el pilar y sus detalles:

**GRAFICO N° 60:** Detalle del pilar del Puente continuo.



**Elaboración:** Propia.

- **ESTRIBOS.**

Se determinó el refuerzo de acero siguiendo el siguiente proceso:  
Determinando la fuerza cortante y el momento último de resistencia.

$$Pv = 1.5 \left( Ka \gamma (h') \left( \frac{h'}{2} \right) - 2c\sqrt{Kah} \right) + 1.00 Ps$$

$$Pv = 1.5 \left( (0.3749)(1.9)(9.7) \left( \frac{9.7}{2} \right) - 2(0.1)(0.6123)(9.7) \right) + 1.00 (4.10)$$

$$Pv = 52.59 \frac{tn}{m}$$

Determinando el punto de aplicación para la combinación ultima de resistencia:

$$Xv = \frac{Pv_1(X_1) + Pv_2(X_2) + Pv_3(X_3)}{Pv}$$

$$Xv = \frac{50.27 (3.23) - 1.78(4.85) + 4.10(5.82)}{55.36}$$

$$Xv = 3.38 m$$

El momento último será igual a:

$$Mv = Xv Pv$$

$$Mv = (3.38)(52.59)$$

$$Mv = 177.75 \frac{tn \cdot m}{m}$$

El momento máximo entre las dos combinaciones es la siguiente:

$$M_v = 187.22 \text{ tn.} \frac{m}{m}$$

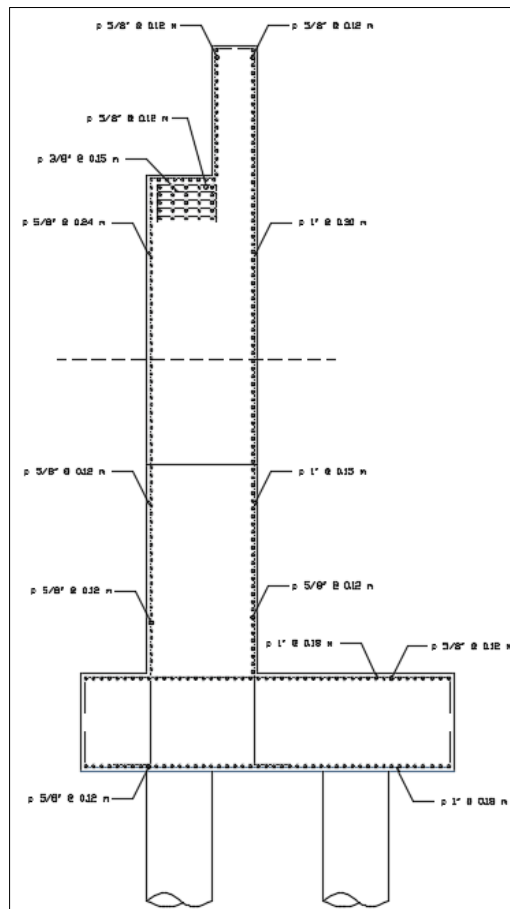
El peralte efecto será igual a:

$$d = h - r - \frac{\emptyset}{2} = 170 - 5 - \frac{2.54}{2}$$

$$d = 163.73 \text{ cm}$$

A continuación se muestra el estribo y sus detalles:

**GRAFICO N° 61:** Detalle del Estribo del Puente Continuo.



**Elaboración:** Propia.

- **PILOTES.**

Se determinara el acero inicial considerando la cuantía mínima:

$$A_s = 0.01 A_g = 0.01 \left( \frac{\pi (100)^2}{4} \right)$$

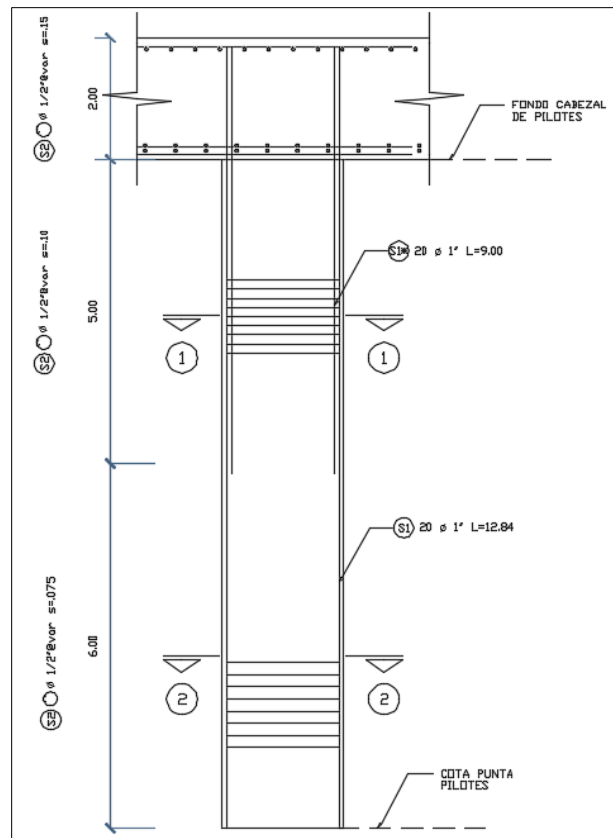
$$A_s = 78.54 \text{ cm}^2$$

$$A_s = 20 \emptyset 1''$$

A continuación se muestra los pilotes y sus detalles:



**GRAFICO N° 62:** Detalle de los Pilotes del Puente Continuo.



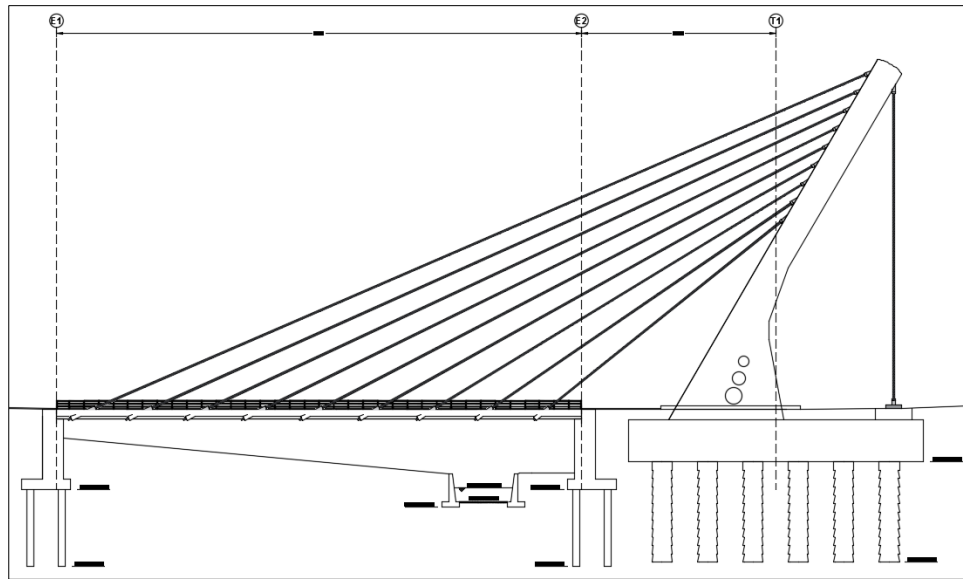
**Elaboración:** Propia.

### 3.3.7. DISEÑO PARA LA ALTERNATIVA 2 (PUENTE ATIRANTADO)

#### 3.3.7.1. DESCRIPCIÓN DE LA ESTRUCTURA.

La alternativa 2, da como solución un puente de tipo atirantado. La sección tipo del tablero consiste en dos vigas longitudinales de concreto armado sobre éstas se empotra las vigas transversales metálicas. El ancho total del tablero es de 12.75, con dos carriles (2 vías) con un ancho de 6.00 m. El puente atirantado está sujeto por una sola torre de 50 m, compuesto por un concreto  $f'c=350 \text{ kg/cm}^2$  y acero corrugado grado 60 ( $f_y=4200\text{kg/cm}^2$ ) con cimientos profundos con caisson con calidad de concreto  $f'c=280 \text{ kg/cm}^2$  y acero corrugado grado 60 ( $f_y=4200\text{kg/cm}^2$ ). El tablero es de concreto armado con concreto  $f'c=280\text{kg/cm}^2$  y acero  $f_y=4200\text{kg/cm}^2$  sujeto transversalmente de vigas de Acero. En el siguiente grafico se muestra con más detalle el puente atirantado:

**GRAFICO N° 63:** Alternativa II, Pueno Atirantado.



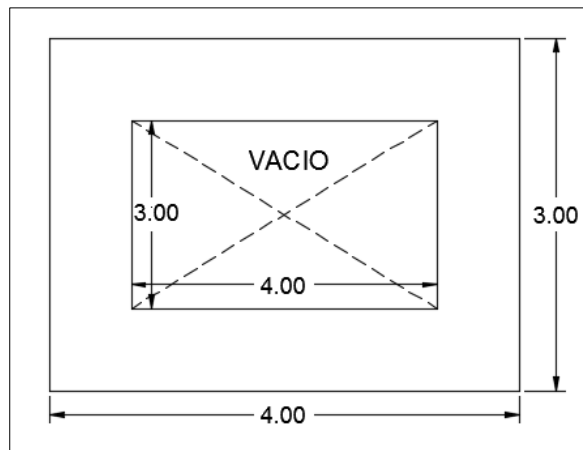
**Elaboración:** Propia.

### 3.3.7.2. DIMENSIONAMIENTO.

- **DIMENSIONAMIENTO DE LA COLUMNA EN VOLADO DE LA TORRE.**

Se considerara como dimensiones inicial, la sección que se muestran a continuación:

**GRAFICO N° 64:** Sección Inicial de la columna en volado de la Torre.



**Elaboración:** Propia.

Se procede a metrar carga como se muestra a continuación.



**CUADRO N° 51:** Metrando del volumen total de la columna en volado.

DETALLE	LONGITUD (m)	LARGO (m)	ALTURA (m)	VOLUMEN (m3)
Torre	37.62	3.00	4.00	451.44
cubierta	0.25	3.00	4.00	3.00
TOTAL				454.44

Elaboración: Propia.

**CUADRO N° 52:** Metrando del volumen vacío.

DETALLE	LONGITUD (m)	LARGO (m)	ALTURA (m)	VOLUMEN (m3)
Torre	37.37	1.60	2.60	155.4592

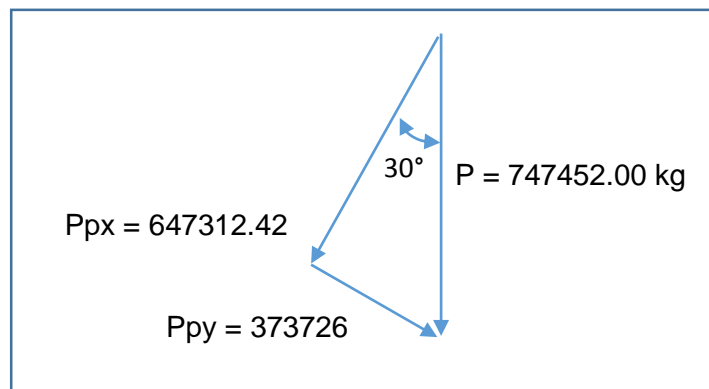
Elaboración: Propia.

**CUADRO N° 53:** Peso total que soporta la columna en volado.

PESO ESPECIFICO (Kg/m3)	VOLUMEN (m3)	PESO (kg)
2500	298.98	747452.00

Elaboración: Propia.

**GRAFICO N° 65:** Descomposición de la fuerza.



Elaboración: Propia.

**CUADRO N° 54:** Determinando el Momento flector que soporta la columna en volado.

PALANCA (m)	PESO (kg)	MOMENTO (kg.m)
8.665	747452.00	6476671.58

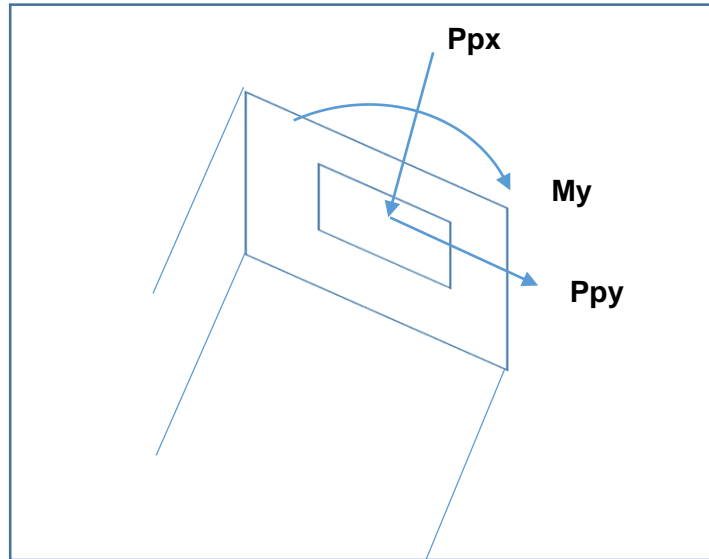
Elaboración: Propia.



**CUADRO N° 55:** Cargas que soporta la columna en volado de la torre.

<b>Ppx (kgf) :</b>	647312.42
<b>Ppy (kgf) :</b>	373726.0
<b>My (kgf.m) :</b>	6476671.58

**GRAFICO N° 66:** Representación gráfica de las



**Elaboración:** Propia.

Se comprobara si la sección de la torre soportara las cargas aplicadas, para ello se utilizara la ecuación de esfuerzo combinado que se muestra a continuación:

$$\sigma = \frac{Ppx}{A} \mp \frac{(My) (y)}{I}$$

Donde:

Ppx: Carga Axial.

A: Área transversal.

My: Momento flector.

y: Centro de gravedad.

I: Inercia.

Los datos se muestran continuación:

$$I= 13.66 \text{ m}^4$$

$$y= 2.00 \text{ m}$$

$$A= 7.84 \text{ m}^2$$

$$f 'c= 350 \text{ kg/cm}^2$$



A continuación se muestra el esfuerzo combinado que soporta la torre:

$$\sigma = \frac{647312.42}{7.84} \mp \frac{(6476671.58) (2)}{13.66}$$

$$\sigma = 103.11 \text{ kg/cm}^2$$

Por seguridad se considerar un  $F_s = 3$ .

$$\sigma_{adm} = 3 (103.11)$$

$$\sigma_{adm} = 309.32 \text{ kg/cm}^2$$

Las dimensiones cumplen lo siguiente:

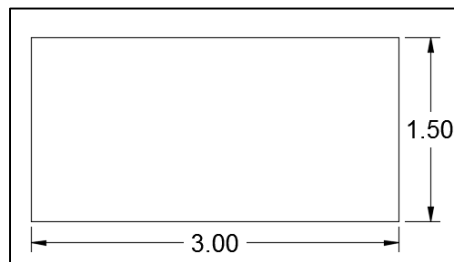
$$309.32 \text{ kg/cm}^2 < 350 \text{ kg/cm}^2$$

$$\sigma_{adm} < f'c \text{ (Ok)}$$

• **DIMENSIONAMIENTO DE LA COLUMNA EXPUESTO A CARGAS AXIALES DE LA TORRE.**

Se considerara como dimensiones inicial, la sección que se muestran a continuación:

**GRAFICO N° 67:** Sección Inicial de la columna de la Torre.



**Elaboración:** Propia.

Se procede a metrar carga como se muestra a continuación.

**CUADRO N° 56:** Metrando del volumen total de la columna.

DETALLE	LONGITUD (m)	LARGO (m)	ALTURA (m)	VOLUMEN (m3)
Torre	37.62	3.00	4.00	451.44
Columna de soporte	15.9	1.50	3.00	71.55
cubierta	0.25	3.00	4.00	3.00
			TOTAL	525.99

**Elaboración:** Propia.



**CUADRO N° 57:** Metrando del volumen vacío de la torre.

DETALLE	LONGITUD (m)	LARGO (m)	ALTURA (m)	VOLUMEN (m3)
Torre	37.37	1.60	2.60	155.4592

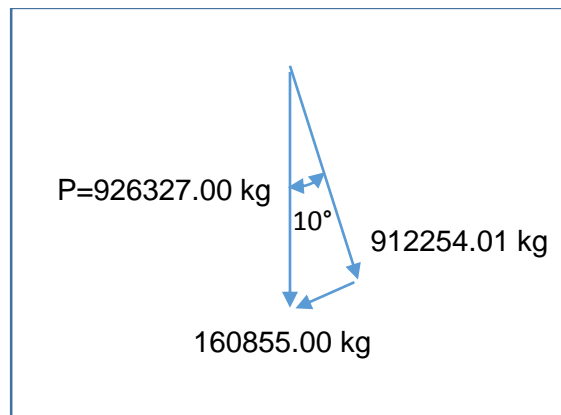
**Elaboración:** Propia.

**CUADRO N° 58:** Determinando el Momento flector que soporta la columna.

PESO ESPECIFICO (Kg/m3)	VOLUMEN (m3)	PESO (kg)
2500	370.53	926327.00

**Elaboración:** Propia.

**GRAFICO N° 68:** Descomposición de la fuerza que soporta la columna.



**Elaboración:** Propia.

**CUADRO N° 59:** Cargas que soporta la de la torre.

<b>Ppx (kgf) :</b>	912254.011
<b>Ppy (kgf) :</b>	160855.0

**Elaboración:** Propia.

Se comprobara si la sección de la columna que soportara las cargas aplicadas, para ello se utilizara la ecuación de esfuerzo simple que se muestra a continuación:

$$\sigma = \frac{Ppx}{A}$$

Donde:

Ppx: Carga Axial.

A: Área transversal.



Los datos se muestran continuación:

$$l = 0.84375 \text{ m}^4$$

$$y = 0.75 \text{ m}$$

$$A = 4.50 \text{ m}^2$$

$$f'c = 350 \text{ kg/cm}^2$$

A continuación se muestra el esfuerzo Axial que soporta la torre:

$$\sigma = \frac{912254.01}{4.5}$$

$$\sigma = 20.27 \text{ kg/cm}^2$$

Por seguridad se considerará un  $F_s = 3$ .

$$\sigma_{adm} = 3 (20.27)$$

$$\sigma_{adm} = 60.82 \text{ kg/cm}^2$$

Las dimensiones cumplen lo siguiente:

$$60.82 \text{ kg/cm}^2 < 350 \text{ kg/cm}^2$$

$$\sigma_{adm} < f'c \text{ (Ok)}$$

- **DIMENSIONAMIENTO DE CAISSON.**

Para el dimensionamiento del Caisson se deberá utilizar la siguiente ecuación:

$$f_c = 0.25 f'c$$

$$0.25 f'c = \frac{P}{Ag}$$

$$0.25 f'c = \frac{P}{\frac{\pi}{4} D_s^2}$$

$$D_s = 2.257 \sqrt{\frac{P}{f'c}}$$

**Donde:**

$D_s$ : Diametro del Caisson.

$P$ : Peso que soporta el caisson.

$f'c$ : resistencia del concreto a los 28 días.

$Ag$ : Area transversal del Caisson.

Para determinar  $P$ , se procederá a medir las cargas que soporta el Caisson:



**CUADRO N° 60:** volumen total de la torre.

DETALLE	NUMERO	LONGITUD (m)	LARGO (m)	ALTURA (m)	VOLUMEN (m3)
Torre	1	57.74	3.00	4.00	692.82
cubierta	1	0.25	3.00	4.00	3.00
Base	1	0.25	3.00	4.00	3.00
Columna	1	15.9	3.00	1.50	71.55
Base inferior	1	10.28	3.00	12.14	187.20
TOTAL					957.57

Elaboración: Propia.

**CUADRO N° 61:** Volumen de los anillos de soporte.

DETALLE	NUMERO	LONGITUD (m)	LARGO (m)	ALTURA (m)	VOLUMEN (m3)
Torre	1	D=1.5	3.00	e=1/2"	0.09
cubierta	1	D=1.8	3.00	e=1/2"	0.11
Base	1	D=2.4	3.00	e=1/2"	0.14
TOTAL					0.34

Elaboración: Propia.

**CUADRO N° 62:** Metrado total del volumen vacío.

DETALLE	NUMERO	LONGITUD (m)	LARGO (m)	ALTURA (m)	VOLUMEN (m3)
Torre	1	57.49	1.60	2.60	239.14
Anillo tipo 1	1	D=1.5	3.00		5.30
Anillo tipo 2	1	D=1.8	3.00		7.63
Anillo tipo 3	1	D=2.4	3.00		13.57
TOTAL					265.64

Elaboración: Propia.

**CUADRO N° 63:** Peso total que soporta el Caisson.

DETALLE	PESO ESPECIFICO (Kg/m3)	VOLUMEN (m3)	PESO (kg)
Concreto Armado	2500	691.92	1729810.56
Anillo de Acero	7850	0.34	2686.82
TOTAL			1732497.38

Elaboración: Propia.

Los datos finales se muestran continuación:

$$f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$$

$$P = 1732497.38 \text{ kg}$$

A continuación se muestra el esfuerzo combinado que soporta la torre:



$$D_s = 2.257 \sqrt{\frac{1732497.38}{280}}$$

$$D_s = 1.78 \text{ m}$$

$$D_s \approx 2.10 \text{ m}$$

- **DIMENSIONES DEL TABLERO.**

Como dimensiones iniciales se considerara la siguiente expresión:

$$H = \frac{L}{100} = \frac{75}{100} = 0.75 \text{ m} \approx 1 \text{ m}$$

### 3.3.7.3. DETALLE DE LOS ELEMENTOS ESTRUCTURALES.

- **TABLERO.**

El tablero contara con dispositivos de pos-tensado cuya distribución será de torones de 15 mm de 7 alambres. Cuya fuerza de tensado se determinó de la siguiente manera:

$$P_i = 0.7 \text{ fpu } A_{ps} = 0.7 (18900)(12.37)/1000$$

$$P_i = 163.66 \text{ tn/cable}$$

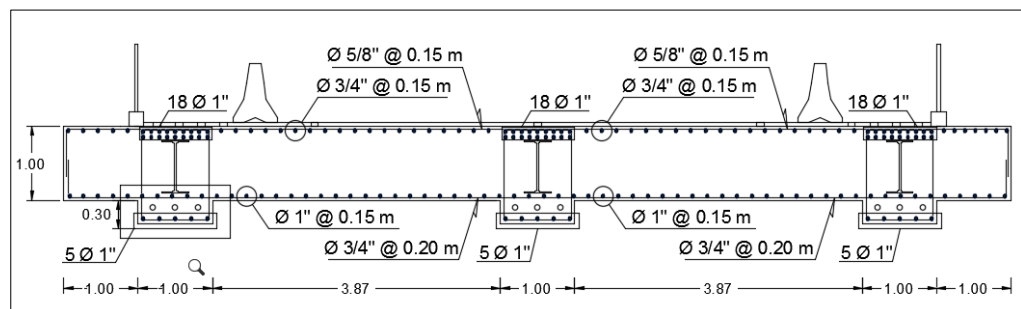
Determinando la fuerza para la resistencia a la fluencia:

$$P_i' = 0.7 \text{ fpy } A_{ps} = 0.7 (0.9 \text{ fpu}) (A_{ps}) = 0.7 (0.9)(18900)(12.37)/1000$$

$$P_i' = 147.29 \text{ tn/cable}$$

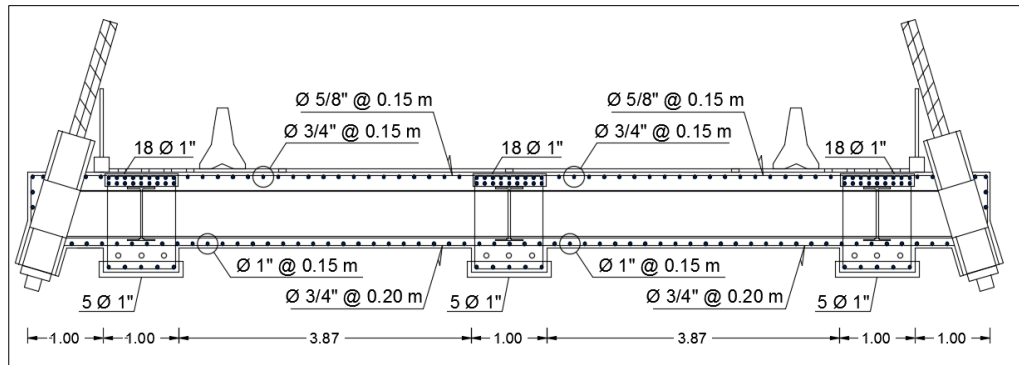
Los elementos de agarre se acuerdo a la tipología para estas estructuras, será de una viga de acero de agarre interna, como a continuación se muestra:

**GRAFICO N° 69:** Tablero libre del Puente Atirantado.



**Elaboración:** Propia.

**GRAFICO N° 70:** Tablero en la parte de anclaje del Punte Atirantado.



**Elaboración:** Propia.

- **TORRE.**

Determinando la distribución de acero para el elemento superior:

$$A_s = 0.01 A_g$$

$$A_s = 0.01 (300 \times 400 - 260 \times 160)$$

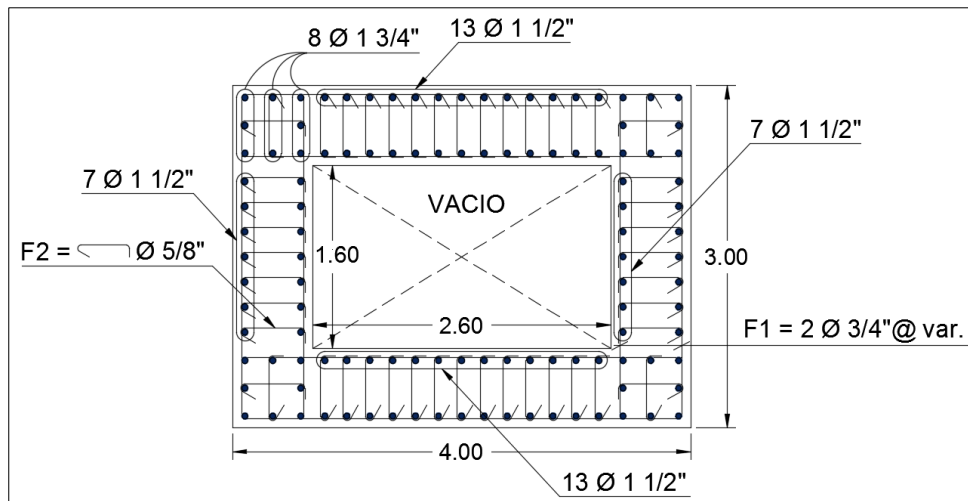
$$A_s = 784 \text{ cm}^2$$

El acero se distribuirá de la siguiente manera:

$$A_s = 32 \text{ Ø } 1 \frac{3}{4}'' + 80 \text{ Ø } 1 \frac{1}{2}'' \text{ (ok)}$$

Los detalles se muestran en el siguiente gráfico:

**GRAFICO N° 71:** Sección superior de la torre.



**Elaboración:** Propia.

Determinando la distribución de acero para el elemento inferior:

$$A_s = 0.01 A_g$$

$$A_s = 0.01 (300 \times 150)$$

$$A_s = 450 \text{ cm}^2$$

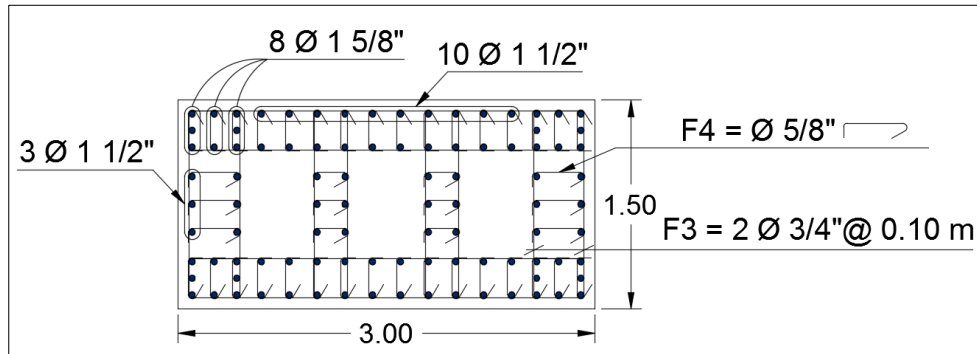


El acero de distribuirá de la siguiente manera:

$$As = 32 \text{ } \varnothing 1 \frac{5}{8}'' + 52 \text{ } \varnothing 1 \frac{1}{2}'' \text{ (ok)}$$

Los detalles se muestran en el siguiente gráfico:

**GRAFICO N° 72:** Sección de la columna de la torre.



**Elaboración:** Propia.

- **CAISSON.**

Determinando la distribución de acero para el elemento:

$$As = 0.01 Ag$$

$$As = 0.01 \left( \frac{\pi(210)^2}{4} \right)$$

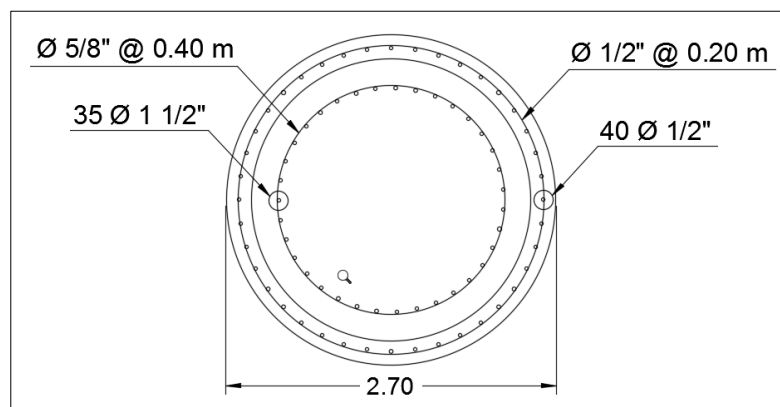
$$As = 346.36 \text{ cm}^2$$

El acero de distribuirá de la siguiente manera:

$$As = 35 \text{ } \varnothing 1 \frac{1}{2}'' \text{ (ok)}$$

Los detalles se muestran en el siguiente gráfico:

**GRAFICO N° 73:** Sección del Caisson.



**Elaboración:** Propia.



- **TIRANTE.**

Por la pequeña estructura requerida para un puente atirantado se utilizara un tirante de 15 mm de 7 alambres Epoxy-Coated. Cuya fuerza de tensado se determinó de la siguiente manera:

$$P_i = 0.7 f_{pu} A_{ps} = 0.7 (18900)(12.37)/1000$$

$$P_i = 163.66 \text{ tn/cable}$$

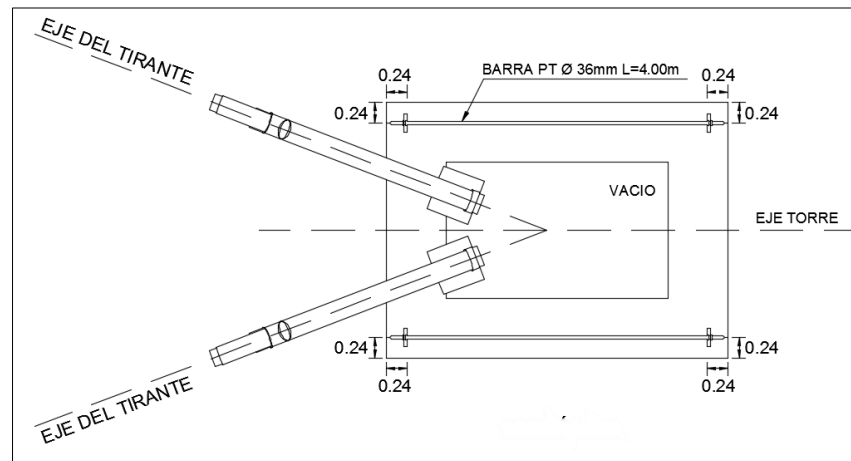
Determinando la fuerza para la resistencia a la fluencia:

$$P_i' = 0.7 f_{py} A_{ps} = 0.7 (0.9 f_{pu}) (A_{ps}) = 0.7 (0.9)(18900)(12.37)/1000$$

$$P_i' = 147.29 \text{ tn/cable}$$

Los detalles se muestran a continuación:

**GRAFICO N° 74:** Anclaje de los tirantes.



**Elaboración:** Propia.



### 3.4. COSTO

#### 3.4.1. COSTO DEL PROYECTO.

A continuación se muestra el costo del proyecto por alternativas.

#### ALTERNATIVA N°1:

**CUADRO N° 64:** Costo del proyecto para la alternativa 1.

METAS	UND	PRECIO M.
EXP. TÉCNICO	glb	200,000.00
PRELIMINARES	glb	985,359.18
ESTRIBOS	glb	1,500,100.00
PILAR	glb	1,050,000.00
VIGAS PRETENSADAS TRABE	glb	881,000.00
LOSA Y DIAFRAGMAS	glb	501,000.00
DISPOSITIVOS	glb	50,375.12
ACCESO VIALES	glb	115,375.12
ROTONDA	glb	50,075.02
SEÑALIZACIÓN Y SEGURIDAD VIAL	glb	50,760.54
DEFENSAS RIBEREÑAS	glb	100,000.00
OBRAS DE MITIGACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL	glb	20,500.00
GASTOS GENERALES	glb	576,000.00
SUPERVISIÓN	glb	96,000.00
<b>Total por Periodo</b>		<b>S/. 6,176,544.98</b>

**Elaboración:** Propia.

#### ALTERNATIVA N°2:

**CUADRO N° 65:** Costo del proyecto para la alternativa 2.

METAS	UND	PRECIO M.
EXP. TÉCNICO	glb	1,505,535.04
EXPROPIACIONES Y SANEAMIENTO DE TERRENOS	glb	2,356,077.55
ESTRIBOS	glb	1,506,150.05
TORRE	glb	12,907,666.98
TABLERO	glb	5,812,071.63
INSTALACIÓN DE TIRANTES	glb	3,475,791.07
ACCESO VIALES	glb	153,075.12
ROTONDA	glb	50,075.02
SEÑALIZACIÓN Y SEGURIDAD VIAL	glb	67,766.70
DEFENSAS RIBEREÑAS	glb	100,000.00
OBRAS DE MITIGACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL	glb	200,000.00
GASTOS GENERALES	glb	4,500,000.00
SUPERVISIÓN	glb	804,920.04
<b>Total por Periodo</b>		<b>S/. 33,439,129.20</b>

**Elaboración:** Propia.



### 3.4.2. COSTO DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO SIN PROYECTO.

Actualmente no existe una vía de interconexión formal, por ello se considera el costo de operación y mantenimiento nulo.

### 3.4.3. COSTO DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO CON PROYECTO.

A continuación se muestra el costo de operación y mantenimiento del puente de interconexión vial con proyecto de acuerdo a las alternativas planteada.

**CUADRO N° 66:** Costo de Operación y mantenimiento por año.

<b>ALTERNATIVA N°1:</b>					
Item	DESCRIPCIÓN	UND	METRADO	PARCIAL	PRECIO M.
<b>01.00.00</b>	<b><u>MANTENIMIENTO DEL PUENTE</u></b>				
01.01.00	Limpieza del tablero y superficie	mes	12	180	2,160
01.02.00	Mantenimiento de juntas y apoyos del Puente	glb	1	500	500
01.03.00	Inspección para determinar el grado de deterioro del puente	und	1	500	500
<b>02.00.00</b>	<b><u>LIMPIEZA DE CAUCE</u></b>				
02.01.00	Limpieza de cauce en ambos márgenes	glb	2	500	1,000
	<b>TOTAL:</b>				4,160
<b>ALTERNATIVA N°2:</b>					
Item	DESCRIPCIÓN	UND	METRADO	PARCIAL	PRECIO M.
<b>01.00.00</b>	<b><u>MANTENIMIENTO DEL PUENTE</u></b>				
01.01.00	Limpieza del tablero y superficie	mes	12	180	2,160
01.02.00	Mantenimiento de juntas y apoyos del Puente	glb	1	400	400
01.03.00	Inspección para determinar el grado de deterioro del puente	und	1	500	500
01.04.00	Verificación del tirante	und	19	500	9,500
<b>02.00.00</b>	<b><u>LIMPIEZA DE CAUCE</u></b>				
02.01.00	Limpieza de cauce en ambos márgenes	glb	2	500	1000
	<b>TOTAL:</b>				S/.13,560

Elaboración: Propia.

## 4. EVALUACIÓN

### 4.1. EVALUACIÓN SOCIAL

#### 4.1.1. BENEFICIOS SOCIALES

##### **Beneficios sociales.**

Se ha calculado los beneficios en la situación actual optimizada, sin y con la intervención del proyecto y se ha obtenido los resultados bajo los siguientes parámetros:



**Beneficios por ahorros en el sistema de transporte.**

Los beneficios a considerarse en la presente evaluación del proyecto corresponde a aquellos relacionados con el ahorro de recursos en el sistema de transportes, de esta manera, los beneficios directos identificados por la implementación del proyecto son los siguientes:

**Ahorros de tiempo de viaje de usuarios.**

Estimación de Beneficios por Ahorro de Tiempo de Usuarios.

En términos generales este beneficio corresponde a la diferencia del tiempo de viaje de los usuarios entra la situación “sin proyecto” y la situación “con proyecto”, medida anualmente y durante el horizonte de evaluación. Este beneficio se puede expresar según la ecuación siguiente:

$$BT= Tsp-Tcp.$$

Dónde

Btu : Beneficio total por ahorro de tiempo de usuarios

Tsp : Tiempo de usuarios sin proyecto

Tcp : Tiempo de usuarios con proyecto

La estimación de los beneficios por ahorro de tiempo se hace en base al valor social del tiempo de los usuarios de transporte. Se considera al tiempo como un recurso económico, lo cual implica considerar que el tiempo tiene un uso alternativo y que, por ello, tiene un valor equivalente a lo que es posible obtener para la economía como un todo al liberarlo de su asignación a un viaje.

**Proyección de los beneficios generados por el proyecto de la alternativa única propuesta.**

Para determinar el beneficio en costo social se ha considerado el tiempo de ahorro que ocasionara la construcción del puente.

A continuación se muestra el costo social actual que genera como beneficios del proyecto:

**CUADRO N° 67:** Ahorro de Tiempo de viaje en Transporte.

DETALLE	RESULTADOS
Ahorros Hora Día:	777.28
Ahorros Hora Años:	283708.34
Ahorro Tiempo S/ .Años:	1,271,013.34

**Elaboración:** Propia.



A continuación se muestra el costo social proyectado a 20 años que genera los beneficios del proyecto:

**CUADRO N° 68:** Ahorro de Tiempo de viaje en Transporte proyectado a 20 años.

N° Año	Ahorros Horas Año	VSTMT	Ahorros Tiempo S/. Año
1	4.48	287,009.72	1,285,803.55
2	4.48	334,036.89	1,496,485.26
3	4.48	337,970.45	1,514,107.63
4	4.48	342,044.50	1,532,359.36
5	4.48	346,118.55	1,550,611.10
6	4.48	350,297.96	1,569,334.87
7	4.48	354,582.74	1,588,530.67
8	4.48	358,902.63	1,607,883.80
9	4.48	363,363.02	1,627,866.31
10	4.48	367,893.64	1,648,163.50
11	4.48	372,564.75	1,669,090.07
12	4.48	377,235.85	1,690,016.63
13	4.48	382,117.69	1,711,887.25
14	4.48	386,999.52	1,733,757.86
15	4.48	392,056.96	1,756,415.20
16	4.48	397,219.77	1,779,544.55
17	4.48	402,523.05	1,803,303.28
18	4.48	407,896.58	1,827,376.70
19	4.48	413,410.60	1,852,079.48
20	4.48	419,100.22	1,877,568.98

**Elaboración:** Propia.

#### 4.1.2. COSTOS SOCIALES.

Para determinar los costos sociales se utilizara los factores de corrección, cuyo valor para operación y mantenimiento es 0.75 y para el proyecto es igual a 0.79. A continuación se muestra los costos sociales del proyecto por alternativa.





ALTERNATIVA N°1:

**CUADRO N° 69:** Costo Social del proyecto de la Alternativa 1.

<b>METAS</b>	<b>UND</b>	<b>PRECIO M.</b>	<b>F.C.</b>	<b>PRECIO S.</b>
EXP. TÉCNICO	glb	200,000.00	0.79	158,000.00
PRELIMINARES	glb	985,359.18	0.79	778,433.75
ESTRIBOS	glb	1,500,100.00	0.79	1,185,079.00
PILAR	glb	1,050,000.00	0.79	829,500.00
VIGAS PRETENSADAS TRABE	glb	881,000.00	0.79	695,990.00
LOSA Y DIAFRAGMAS	glb	501,000.00	0.79	395,790.00
DISPOSITIVOS	glb	50,375.12	0.79	39,796.34
ACCESO VIALES	glb	115,375.12	0.79	91,146.34
ROTONDA	glb	50,075.02	0.79	39,559.27
SEÑALIZACIÓN Y SEGURIDAD VIAL	glb	50,760.54	0.79	40,100.83
DEFENSAS RIBEREÑAS	glb	100,000.00	0.79	79,000.00
OBRAS DE MITIGACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL	glb	20,500.00	0.79	16,195.00
GASTOS GENERALES	glb	576,000.00	0.79	455,040.00
SUPERVISIÓN	glb	96,000.00	0.79	75,840.00
<b>Total por Periodo</b>		<b>S/.6,176,544.98</b>		<b>S/. 4,879,470.54</b>

**Elaboración:** Propia.

ALTERNATIVA N°2:

**CUADRO N° 70:** Costo Social del proyecto de la Alternativa 2.

<b>METAS</b>	<b>UND</b>	<b>PRECIO M.</b>	<b>F.C.</b>	<b>PRECIO S.</b>
EXP. TÉCNICO	glb	1,505,535.04	0.79	1,189,372.68
EXPROPIACIONES Y SANEAMIENTO DE TERRENOS	glb	2,356,077.55	0.79	1,861,301.26
ESTRIBOS	glb	1,506,150.05	0.79	1,189,858.54
TORRE	glb	12,907,666.98	0.79	10,197,056.91
TABLERO	glb	5,812,071.63	0.79	4,591,536.59
INSTALACIÓN DE TIRANTES	glb	3,475,791.07	0.79	2,745,874.95
ACCESO VIALES	glb	153,075.12	0.79	120,929.34
ROTONDA	glb	50,075.02	0.79	39,559.27
SEÑALIZACIÓN Y SEGURIDAD VIAL	glb	67,766.70	0.79	53,535.69
DEFENSAS RIBERENAS	glb	100,000.00	0.79	79,000.00
OBRAS DE MITIGACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL	glb	200,000.00	0.79	158,000.00
GASTOS GENERALES	glb	4,500,000.00	0.79	3,555,000.00
SUPERVISIÓN	glb	804,920.04	0.79	635,886.83
<b>Total por Periodo</b>		<b>S/.33,439,129.20</b>		<b>S/.26,416,912.07</b>

**Elaboración:** Propia.



A continuación se muestra los costos sociales para la operación y mantenimiento del proyecto por alternativa.

**CUADRO N° 71:** Costo social de la operación y mantenimiento por alternativas.

<b>ALTERNATIVA N°1:</b>				
Item	DESCRIPCIÓN	PRECIO M.	F.C.	PRECIO S.
<b>01.00.00</b>	<b>MANTENIMIENTO DEL PUENTE</b>			
01.01.00	Limpieza del tablero y superficie	2,160	0.75	1,620
01.02.00	Mantenimiento de juntas y apoyos del Puente	500	0.75	375
01.03.00	Inspección para determinar el grado de deterioro del puente	500	0.75	375
<b>02.00.00</b>	<b>LIMPIEZA DE CAUCE</b>			
02.01.00	Limpieza de cauce en ambos márgenes	1,000	0.75	750
	<b>TOTAL:</b>	S/.4,160		S/.3,120
<b>ALTERNATIVA N°2:</b>				
Item	DESCRIPCIÓN	PRECIO M.	F.C.	PRECIO S.
<b>01.00.00</b>	<b>MANTENIMIENTO DEL PUENTE</b>			
01.01.00	Limpieza del tablero y superficie	2,160	0.75	1,620
01.02.00	Mantenimiento de juntas y apoyos del Puente	400	0.75	300
01.03.00	Inspección para determinar el grado de deterioro del puente	500	0.75	375
01.04.00	Verificación del tirante	9,500	0.75	7,125
<b>02.00.00</b>	<b>LIMPIEZA DE CAUCE</b>			
02.01.00	Limpieza de cauce en ambos márgenes	1,000	0.75	750
	<b>TOTAL:</b>	S/.13,560		S/.10,170

**Elaboración:** Propia.



**4.1.3. INDICADORES PARA LA EVALUACIÓN SOCIAL.**

A continuación se realizara el análisis de VAN 9% y TIR teniendo en cuentas los costos sociales y beneficios del proyecto por alternativas.

**CUADRO N° 72: VAN (9%) y TIR por Alternativas.**

N° AÑOS	ALTERNATIVA N°01			ALTERNATIVA N°02		
	PRECIO SOCIALES			PRECIO SOCIALES		
	BENEFICIOS	O&M	BRECHA	BENEFICIOS	O&M	BRECHA
1	1,285,803.55	3,120	1,282,683.55	1,285,803.55	10,170	1,275,633.55
2	1,496,485.26	3,120	1,493,365.26	1,496,485.26	10,170	1,486,315.26
3	1,514,107.63	3,120	1,510,987.63	1,514,107.63	10,170	1,503,937.63
4	1,532,359.36	3,120	1,529,239.36	1,532,359.36	10,170	1,522,189.36
5	1,550,611.10	3,120	1,547,491.10	1,550,611.10	10,170	1,540,441.10
6	1,569,334.87	3,120	1,566,214.87	1,569,334.87	10,170	1,559,164.87
7	1,588,530.67	3,120	1,585,410.67	1,588,530.67	10,170	1,578,360.67
8	1,607,883.80	3,120	1,604,763.80	1,607,883.80	10,170	1,597,713.80
9	1,627,866.31	3,120	1,624,746.31	1,627,866.31	10,170	1,617,696.31
10	1,648,163.50	3,120	1,645,043.50	1,648,163.50	10,170	1,637,993.50
11	1,669,090.07	3,120	1,665,970.07	1,669,090.07	10,170	1,658,920.07
12	1,690,016.63	3,120	1,686,896.63	1,690,016.63	10,170	1,679,846.63
13	1,711,887.25	3,120	1,708,767.25	1,711,887.25	10,170	1,701,717.25
14	1,733,757.86	3,120	1,730,637.86	1,733,757.86	10,170	1,723,587.86
15	1,756,415.20	3,120	1,753,295.20	1,756,415.20	10,170	1,746,245.20
16	1,779,544.55	3,120	1,776,424.55	1,779,544.55	10,170	1,769,374.55
17	1,803,303.28	3,120	1,800,183.28	1,803,303.28	10,170	1,793,133.28
18	1,827,376.70	3,120	1,824,256.70	1,827,376.70	10,170	1,817,206.70
19	1,852,079.48	3,120	1,848,959.48	1,852,079.48	10,170	1,841,909.48
20	1,877,568.98	3,120	1,874,448.98	1,877,568.98	10,170	1,867,398.98
<b>INVERSIÓN SOCIAL</b>	S/. 4,879,470.54			S/. 26,416,912.07		
<b>VAN (9%)</b>	S/. 9,605,770.62			S/. -11,996,027.15		
<b>TIR</b>	30.38%			2.09%		

Elaboración: Propia.

Para la alternativa 1 el VAN (9%) es mayor a cero y la TIR es mayor al 9% por lo cual se considerar como la alternativa viable y sostenible. En el caso de la otra alternativa no es sustentable y produciría más pérdidas que beneficios.



## 4.2. IMPACTO AMBIENTAL

### 4.2.1. NORMAS DEL SISTEMA NACIONAL DE EVALUACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL

El proyecto se enmarca en la LEY DEL SISTEMA NACIONAL DE EVALUACIÓN DEL IMPACTO AMBIENTAL Ley N° 27446.

**Artículo 2º.-** Ámbito de la ley Quedan comprendidos en el ámbito de aplicación de la presente Ley, los proyectos de inversión públicos y privados que impliquen actividades, construcciones u obras que puedan causar impactos ambientales negativos, según disponga el Reglamento de la presente Ley.

**Artículo 3º.-** Obligatoriedad de la certificación ambiental A partir de la entrada en vigencia del Reglamento de la presente Ley, no podrá iniciarse la ejecución de proyectos incluidos en el artículo anterior y ninguna autoridad nacional, sectorial, regional o local podrá aprobarlas, autorizarlas, permitir las, concederlas o habilitarlas si no cuentan previamente con la certificación ambiental contenida en la Resolución expedida por la respectiva autoridad competente.

**Artículo 4º.-** Categorización de proyectos de acuerdo al riesgo ambiental. Toda acción comprendida en el listado de inclusión que establezca el Reglamento, según lo previsto en el Artículo 2º de la presente Ley, respecto de la cual se solicite su certificación ambiental, deberá ser clasificada en una de las siguientes categorías:

**a) Categoría I.-** Declaración de Impacto Ambiental.- Incluye aquellos proyectos cuya ejecución no origina impactos ambientales negativos de carácter significativo.

**b) Categoría II.-** Estudio de Impacto Ambiental Semi detallado.- Incluye los proyectos cuya ejecución puede originar impactos ambientales moderados y cuyos efectos negativos pueden ser eliminados o minimizados mediante la adopción de medidas fácilmente aplicables.

**c) Categoría III.-** Estudio de Impacto Ambiental Detallado.- Incluye aquellos proyectos cuyas características, envergadura y/o localización, pueden producir impactos ambientales negativos significativos, cuantitativa o cualitativamente, requiriendo un análisis profundo para revisar sus impactos y proponer la estrategia de manejo ambiental correspondiente.

Esta clasificación deberá efectuarse siguiendo los criterios de protección ambiental establecidos por la autoridad competente.



#### 4.2.2. FASE DE INVERSIÓN DEL PROYECTO

- **Fase de Estudio:** tenemos la deforestación donde esta actividad contamina el medio biótico, el estatus de hábitat de las plantas, la población vegetal se deteriora con los cortes, roces que se realizan, en cuanto a la fauna los animales migran a otras zonas; así mismo tenemos las excavaciones de calicatas donde esta actividad consiste en hacer excavaciones de huecos o calicatas que se realizan en esta fase, realizan una contaminación paisajística.

- **Fase de Construcción:** Tenemos la actividad de supervisión ambiental donde se plantea esta medida considerando las actividades del proyecto, esta evaluación deberá ser quincenal, monitoreando los cambios en los diferentes componentes ambientales emitiendo un informe en cada evaluación; por lo que se plantean los siguientes detalles:

**CUADRO N° 73:** Recursos naturales afectados.

DESCRIPCIÓN	OBSERVACIONES
Suelo, agua, flora, aire, fauna, socio - económico	Coordinar con residente de la obra civil a fin de mitigar los cambios en el ambiente.

**Elaboración:** Propia.

#### **Materias primas e insumos:**

##### **Recursos naturales:**

Los recursos naturales a usarse dentro de sus procesos o subprocesos, se encuentran en el área de influencia del proyecto.

##### **Tipo de Recursos Naturales:**

Los recursos naturales a utilizarse son los que se muestran en el cuadro siguiente:

- Madera, Estacas, Arena gruesa, Arena fina, Piedras, Rocas, Etc.

En la obra civil se usarán estacas del mismo desmonte para el marcado de las remarcaciones y trazos topográficos.

##### **Materia prima:**

Durante la ejecución de la obra, no se utilizarán insumos químicos como materia prima.



### **Insumos Químicos:**

Los insumos químicos usados durante la ejecución de la obra son:

- Pintura Látex, esmalte y anticorrosiva, son utilizadas para las señalizaciones y para pintar muros.
- Cemento, usada en las diferentes instalaciones, y obras del puente, entre otros.
- Pegamento para PVC, se usa con la finalidad de hacer uniones de tubos.
- Diluyente, usada para realizar la mezcla de pintura del puente.

### **Procesos.**

El cuadro señala las etapas de los procesos y subprocesos en que desarrollara el proyecto indicando en cada uno de ellos, la materia prima, los insumos químicos, la energía, agua, maquinaria, equipos, etc., que se requirieren.

### **Productos elaborados.**

El producto elaborado es el puente, construida con materiales y canteras de de la zona.

### **Agua.**

Para el desarrollo de la obra en sí (mezcla de cemento). En obra se usarán 30 m<sup>3</sup>/mes, durante los 20 meses que dura la ejecución del proyecto.

#### Fuente:

La fuente de agua procedente de la red de agua potable de Abancay se usará para las mezclas de concreto.

### **Electricidad.**

Consumo mensual: 400 KW/mes, para el proceso de ejecución de la obra.

Potencia requerida: 220 V.

Fuente:

Red de distribución pública.

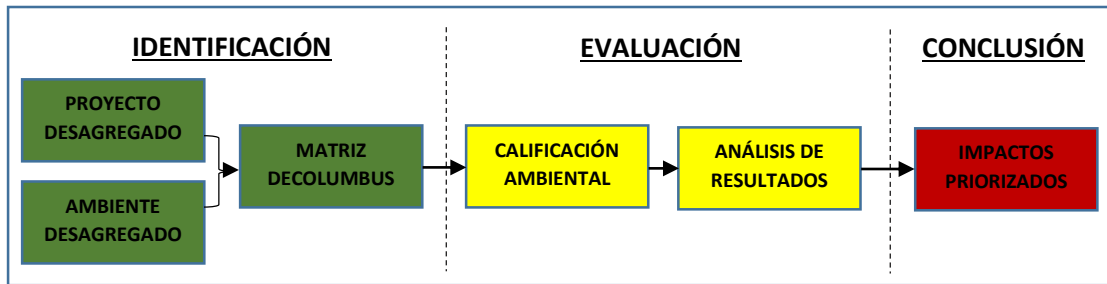
Los combustibles que existen en la obra son para las maquinarias que se usan en la ejecución y se almacenan en cisternas y cilindros en ambiente aislado del campamento.

### **- Fase de Post-inversión del PIP:**

La presentación de los diagramas de producción de los bienes. Se basa en la significancia ambiental es una actividad cualquiera que genere sobre un determinado elemento del medio ambiente puede expresarse de la siguiente manera:



**GRAFICO N° 75:** Proceso de identificación y evaluación de impactos ambientales.



**Elaboración:** Propia.

Con respecto a los requerimientos de recursos para la operación y mantenimiento. Se harán de manera limitada los recursos como se aprecia en el siguiente cuadro.

**CUADRO N° 74:** Uso de los bienes y servicios (Operación y Mantenimiento).

Descripción	Tipo de bien
<b>TRABAJOS PRELIMINARES</b>	
OBRAS DE TRABAJOS PRELIMINARES	Excavadoras
EXCAVACIONES EN EL RIO HUALLAGA	Tractores
<b>MANTENIMIENTO DEL PUENTE</b>	
LIMPIEZA DE LAS RIBERAS DEL RIO HUALLAGA	Herramientas
LIMPIEZA DE MUROS Y/O RIBERA	Herramientas
LIMPIEZA DE LADERAS DEL RIO	Herramientas
<b>VARIOS</b>	
REVEGETALIZACION	Plantones
CAPACITACIÓN PARA MANTENIMIENTO DEL PUENTE	M.O. Calificado

**Elaboración:** Propia.



- Señalar las dimensiones ambientales que están siendo afectadas o pueden ser afectadas por la unidad productora del servicio y por el PIP.

**CUADRO N° 75:** Dimensiones ambientales que están siendo o puede ser afectados.

<b>COMPONENTE AMBIENTAL</b>	<b>CONSTRUCCIÓN</b>	<b>OPERACIÓN</b>
<b>Agua</b>	Posible contaminación de las aguas del río Chinchichaca por derrame de lubricantes y otros. Asimismo, sólidos en suspensión por el movimiento de tierras en las excavaciones para la construcción de los componentes del puente.	Contaminación del río Chinchichaca durante la ejecución del proyecto.
<b>Aire</b>	Inadecuado manejo de los residuos en la ejecución del proyecto. Partículas de polvo a causa del movimiento de Tierras y el humo de las maquinarias.	Manejo inadecuado de Residuos Sólidos (basura) son depositadas en el río Chinchichaca. Contaminación del Aire a causa del depósito directo de las aguas servidas del Río.
<b>Suelo</b>	Erosión laminar en áreas del corte (excavación cimentación de muros y/o bases pilares del puente, excavación para defensa ribereña abiertos y cerrados) y zonas de desmonte y eliminación. Contaminación por mezcla de concreto (campamento, concreto en elementos de concreto simple y armados).	Erosión anatrófica, por mal manejo del suelo (área urbana) colindante con la obra por las familias tramo total de la obra.
<b>Flora y Fauna</b>	Impactos poco significativos, diversidad de flora y faunas bajas en el área del proyecto.	
<b>Población Humana</b>	Generación de empleo temporal y permanente, hasta el término de la Obra.	Mejoramiento de la infraestructura, servicio y calidad de vida poblacional.

**Elaboración:** Propia.





- Describir los posibles impactos ambientales.

**CUADRO N° 76:** Posibles impactos ambientales afectados.

SISTEMA	COMPONENTE	ELEMENTO	DESCRIPCIÓN	ALTERACIÓN
FÍSICO	AIRE	Partículas	Generación de partículas coloidales en el aire por el traslado de las maquinarias y movimiento de tierras.	Deterioro de la calidad del aire, por el incremento de la concentración de material Particulado.
		Niveles Sonoros	Generación de elevados niveles de ruido por el traslado de las maquinarias y labores en la Obra, 35 DB.	Perturbación a la poca fauna existente, por el incremento de los niveles sonoros que causará perturbación, > 35 DB.
		Gases	Concentración de elementos o compuestos químicos gaseosos producidos por las maquinarias.	Deterioro de la calidad del aire, por los gases que emanan de las maquinarias en obra.
	AGUA	Sólidos en suspensión	Presencia de material Particulado en el agua, por el movimiento de tierra en el tramo y en los accesos; asimismo por extracción de material de cantera para los trabajos comprendidos en el proyecto.	Incremento en la concentración de material Particulado en el río, generando problemas a la poca ictiofauna existente en los ríos.
		Contaminación	Presencia de sustancias tóxicas en el agua.	Deterioro de la calidad del agua, generando también problemas y/o mortalidad a la ictiofauna.
	SUELO	Remoción en masa	Deslizamiento en masas de suelo (suelos sueltos).	Pérdida de suelo por acción pluvial existencia de derrumbes y deslizamientos, debido por mal manejo de los cortes de tierra producidos por los



				trabajos de obras civiles.
		Contaminación	Sustancias químicas que puedan alterar las condiciones físicas y químicas del suelo.	Alteración de la calidad del suelo, no apta para actividades agropecuarias.
BIÓTICO	FLORA	Población	Existencia de purma baja, media en el trazo. Existencia de viviendas en ambos lados del puente y otros elementos.	Pérdida de la biodiversidad de la flora por acciones de deforestación en el área del trazo.
	FAUNA	Migración	Existencia de escasa fauna en las áreas del río Chinchichaca. Asimismo, poca biodiversidad en el área por ser una zona ya intervenida por las acciones antrópicas.	Migración de aves, insectos y otros animales que viven en el área del trazo, estos no significativos.
SOCIOECONÓMICO	ECONOMÍA	Empleo	Generación de empleo temporal y periódico.	Incremento en los niveles de ingresos en el tiempo de la construcción del proyecto en estudio.
	SALUD	Salubridad	Condiciones generales de salubridad, servicios básicos, nutrición y niveles de prevención de riesgos ambientales.	Proliferación de enfermedades por vectores, mala disposición de los desechos, limpieza inadecuada del área del campamento y la Comunidad.
		Riesgo	Probabilidad de riesgo de accidentes en el proyecto.	Posible riesgo de accidentes de la población que transita por el borde de las zanjas.

Elaboración: Propia.



**CUADRO N° 77:** Matriz de columbus modificada para identificación de impactos.

SISTEMA	FÍSICO								BIÓTICO		SOCIOECONÓMICO					
	AIRE			AGUA			SUELO		FLORA	FAUNA	ECONOMÍA		SALUD		IDENTIDAD	
COMPONENTE	Partículas	Ruido	Gases	Sólidos en suspensión	Contaminación	Dinámica Fluvial	Compactación	Erosión (Laminar)	Contaminación	Población	Migración	Costo de vida	Empleo	Salubridad	Riesgo	Arraigo
Almacén									X	X				X		
Roce y Limpieza										X	X					
Mov. Tierras: Corte de material suelto y roca	X	X	X					X							X	
Extracción y acarreo de material de Cantera.	X	X	X	X											X	
Relleno de zanjas – apisonado con material propio en capas.		X														
Uso de concreto en Obra					X								X			
Acciones antrópicas								X								
Operación de la Obra								X		X						

**Elaboración:** Propia.



**CUADRO N° 78:** Calificación ambiental de valores en base a la significancia ambiental del impacto.

SISTEMA	COMPONENTE	ELEMENTO	ACTIVIDAD	VALORES	SIGNIFICANCIA AMBIENTAL
FÍSICO	AIRE	Partículas	Movimiento de tierras	0.5	Ligeramente severo
		Niveles Sonoros	Movimiento de tierras	0.39	Impactos leves
		Gases		0.31	Impactos leves
	AGUA	Sólidos en suspensión	Contaminación del río Chinchichaca	0.31	Impactos leves
		Contaminación	Contaminación del río Chinchichaca	0.31	Impactos leves
	SUELO	Remoción en masa	Movimiento de tierras.	0.7	Impactos severos
		Contaminación	Perfilado y compactación de cimientos y área del puente.	0.48	Impactos ligeramente severos.
	BIÓTICO	FLORA	Población	Roce y Limpieza	0.35
FAUNA		Migración	Roce y Limpieza	0.5	Impactos ligeramente severos
SOCIO-ECONÓMICO	ECONOMÍA	Empleo	Obras de infraestructura y Operación de la Obra	0	Impacto positivo
	SALUD	Salubridad	Ejecución de Obra	0.35	Impactos leves
		Riesgo	Extracción y acarreo de material cercano a la obra	0.41	Impactos ligeramente severos

**Elaboración:** Propia.



**CUADRO N° 79:** Matriz de análisis de resultados – significancia ambiental.

SISTEMA	FÍSICO							BIÓTICO		SOCIOECONÓMICO						
COMPONENTE	AIRE			AGUA			SUELO		FLORA	FAUNA	ECONOMÍA		SALUD		IDENTIDAD	
Elemento Proceso ó Actividad	Partículas	Ruido	Gases	Sólidos en suspensión	Contaminación	Dinámica Fluvial	Compactación	Erosión (Laminar)	Contaminación	Población	Migración	Costo de vida	Empleo	Salubridad	Riesgo	Arraigo
Almacén									LS	L				S		
Roce y Limpieza (Los Laureles)										L	LS					
Mov. Tierras: Corte de material suelto y roca	LS	L	L					S								
Extracción y acarreo de material de Cantera.				LS	L	L									LS	
Relleno de zanjas – apisonado con material propio en capas.							LS									
Uso de concreto en Obra					ML								+			
Acciones antrópicas								S								
Operación de la Obra								S				+				L

**Elaboración:** Propia.



- Señalar las medidas de prevención, mitigación o corrección de los impactos negativos. (Indicar los costos).

**CUADRO N° 80:** Principales medidas ambientales a ser consideradas en el proyecto.

MEDIDAS PRIORITARIAS	FASES DEL PROYECTO	
	CONSTRUCCIÓN	OPERACIÓN
1	Normatividad Ambiental: Aplicación de normas de comportamiento seguimiento a pautas ambientales.	Seguimiento
2	Plan de Reforestación: Como Protección y Ornamentación: Reposición del daño a la flora por efecto de las excavaciones y apilamiento.	Seguimiento
3	Señalización: Colocación de letreros Ambientales de: Identificación, Prevención y Otros (contenedor, micro-relleno sanitario, almacén y Otros).	Seguimiento
4	Educación Ambiental: Con la finalidad de crear conciencia ambiental. Charlas: Personal de obra (07), autoridades y alumnos de los centros educativos de las zonas intervenidas (01). Medidas de Concientización: Afiches de sensibilización ambiental. Polos con logotipo ambiental.	Seguimiento
5	Programa de abandono: realizar la restauración del área de obra.	Seguimiento

**Elaboración:** Propia.

- **Plan de seguimiento y control de las medidas establecidas**  
**Procedimiento para el control y vigilancia.**

El Control y Monitoreo en la fase de Operación corresponde a la Dirección de Medio ambiente del Ministerio de Trabajo (DMT), verificando la correcta aplicación de las recomendaciones en los DIA o EIA de proyectos.

La DMT efectuará visitas programadas y no programadas (frecuencias variables), para verificar el correcto funcionamiento del Plan de Manejo Ambiental (PMA). Estas visitas pueden ser de carácter sorpresivo y referirse a varios proyectos según un itinerario y equipo adecuado de operadores y del material de seguimiento disponible.



- La DMT es responsable del control y vigilancia de los componentes ambientales en las áreas de intervención, verificando la correcta aplicación de las recomendaciones en los DIA o EIA de proyectos elaborados por los proponentes y/o entidades ejecutoras; de las entidades designadas para la revisión y evaluación de los DIA o EIA; de la ejecución del seguimiento y supervisión ambiental y la participación pública en los proyectos.
- La DMT efectuará visitas programadas y no programadas (frecuencias variables), para verificar el correcto funcionamiento del PMA. Estas visitas pueden ser de carácter sorpresivo y referirse a varios proyectos según un itinerario y equipo adecuado de operadores y del material de seguimiento disponible.
- La DMT evaluará semestralmente las acciones de seguimiento y supervisión.
- La DMT podrá contratar una Consultoría especializada para realizar estas visitas y verificar el correcto funcionamiento del PMA.
- La DMT calificara el desempeño de las entidades designadas para la revisión y evaluación del seguimiento y supervisión ambiental, según 3 criterios básicos: calidad de la actuación, exactitud de los resultados y eficiencia en los plazos.
- La DMT o el consultor responsable de esta actividad elaborará un informe de control y vigilancia post-visita según el formato preestablecido en el presente procedimiento.
- En caso de identificación de no-conformidades importantes, solicitará una reunión con carácter de urgencia con los ejecutores y responsables del proyecto, quienes tomarán acción inmediata para solucionar dicha no-conformidad.
- En caso de encontrar resistencia o desentendimiento por parte de los responsables del proyecto, la DMT enviará un informe de rectificación del proyecto al proponente y a la entidad de monitoreo dando cuenta a la entidad financiera que tome la decisión final.
- En caso de encontrar conformidades ambientales la DMT comunicara tal situación a los ejecutores y responsables otorgándoles los créditos correspondientes.
- La DMT guardará en una base de datos el registro del control y vigilancia del DIA o EIA, actualizando permanentemente dicha base de datos.



- La DMA informara con inmediatez a la autoridad ambiental sectorial competente sobre los resultados del control y vigilancia de los proyectos actuados.

### - Plan de contingencia.

El Plan de Contingencia, es un documento para la toma y ejecución de acciones en casos de presentarse o no una emergencia que resulta de:

- Riesgo natural y/o desastres naturales.
- Riesgos imprevistos.
- Riesgos de sabotaje.
- Derrame de tóxicos Riesgo natural.
- Deslizamientos de tierras.
- Accidentes fatales.

**Objetivos:** Es minimizar los daños para el riesgo natural e imprevisto y actuar ante cualquier eventualidad o emergencia, que redundará en beneficio de la integridad física de los trabajadores, pobladores, áreas y posibles pérdidas económica a la zona.

Los objetivos fundamentales del Plan de Contingencias son:

- Establecer las medidas y/o acciones inmediatas a seguir en caso de desastres naturales o provocados accidentalmente por acciones del hombre.
- Brindar un alto nivel de protección contra todo posible evento de efectos negativos sobre le personal, las instalaciones y equipos, la población local y la propiedad privada.
- Reducir la magnitud de los impactos potenciales ambientales y otros impactos durante la etapa de construcción y operación del proyecto.
- Ejecutar las acciones de control y rescate durante y después de la ocurrencia de desastres.
- Se capacitará e instruirá a todo el personal en materias de actuación ante emergencias.

### **Implementación del Plan de Contingencia.**

Durante la construcción del proyecto, la Empresa Contratista, a través de su Unidad de Contingencias, será la responsable de ejecutar las acciones para hacer frente a las distintas contingencias que pudieran presentarse (accidentes laborales, incendios, sismos, etc.).





Dada las características del proyecto se establecerán Brigadas de Emergencias para la etapa de construcción y operación. Cada Brigada de Emergencia contará con un Jefe, quien estará a cargo de las labores iniciales de rescate e informará a la Empresa Contratista y/o la entidad encargada. (Dependiendo de la etapa del proyecto) del tipo y magnitud del desastre.

Mientras que en la etapa de construcción la Brigada de Emergencia estará conformada por el personal de obra, en la etapa de operación estará conformada por el personal encargado de la operación y mantenimiento.

Las funciones del personal ante una contingencia son:

### **a) Jefe de la Unidad de Contingencias.**

- Avisa de la emergencia a la Empresa Contratista y/o la entidad pública encargada.
- Canaliza las actuaciones de la Brigada de emergencia, tanto en la fase de la lucha contra la contingencia, como en la organización de la evacuación si esta fuese necesaria.
- Coordina las acciones con las entidades que prestarán apoyo.
- Ordena la evacuación del personal en caso necesario.
- Reagrupa al personal por secciones. Comprueba la presencia de todos e inicia la búsqueda si falta alguien.

### **b) Personal de la Brigada de Emergencia.**

- Al ser alertados acuden al lugar del siniestro.
- Se ponen a disposición del Jefe de la Unidad de Contingencia.
- Hacen uso de los equipos contra incendios y de primeros auxilios, según sea la situación.
- Realizan una primera valoración de posibles heridos.
- Acompañan a los heridos en todo momento hasta su traslado.
- Colaboran con las entidades que prestarán apoyo.
- Permanecen alertas ante la posibilidad de nuevas víctimas en el transcurso del siniestro.



### **c) Resto del personal.**

- Si es testigo del hecho da la voz de alarma.
- Notifica inmediatamente al Jefe de la Unidad de Contingencias.
- Actúa únicamente cuando no se exponga a riesgo alguno.
- De otra manera, se aleja del peligro y si se ordena la evacuación acude al lugar de reunión asignado, sin pasar por la zona de emergencia.

En la implementación del Plan de Contingencias se deben tener en cuenta los siguientes temas:

- **Personal capacitado en primeros auxilios.**

Todo el personal que trabaje en la construcción y operación del proyecto será capacitado para afrontar cualquier riesgo identificado, incluyendo la instrucción técnica en métodos de primeros auxilios y temas como: nudos y cuerdas, transporte de víctimas sin equipo, liberación de víctimas por accidentes, utilización de máscaras y equipos respiratorios, primeros auxilios y organización de las operaciones de socorro. Asimismo, la capacitación incluirá el reconocimiento, identificación y señalización de las áreas susceptibles de ocurrencias de fenómenos naturales.

- **Unidades móviles de desplazamiento rápido.**

Los vehículos que integrarán la Unidad de Contingencias, además de cumplir sus actividades normales, acudirán inmediatamente al llamado de auxilio de los grupos de trabajo. Los vehículos de desplazamiento rápido estarán inscritos como tales, debiendo encontrarse en buen estado mecánico. En caso que alguna unidad móvil sufra algún desperfecto será reemplazado por otra en buen estado.

Se programarán pruebas mensuales de los equipos y unidades móviles destinadas a la Unidad de Contingencia, a fin de examinar su operatividad y asegurar que puedan prestar servicios de manera oportuna y eficaz ante una emergencia.

La elección del centro de asistencia médica responderá a la cercanía y a la gravedad del accidente. En la zona de estudio se encuentran los siguientes centros asistenciales:



**CUADRO N° 81:** Instituciones de apoyo frente a una Contingencia

Nombre	Dirección	Teléfono
Hospital II de EsSalud Abancay	Quinta Cayetana Urb. Sol Brillante s/n	(083) 323590
Hospital Regional de Abancay Guillermo Díaz de la Vega	Av. Daniel Alcides Carrión	(083) 321006

**Elaboración:** Propia.

- **Equipos contra incendios y de primeros auxilios.**

Se contará con equipos contra incendios en todas las unidades móviles y edificaciones del proyecto (almacen, talleres, etc.). Se deben verificar que los extintores no contengan halones porque esta sustancia daña la capa de ozono. Como alternativa se usarán extintores que contengan dióxido de carbono o polvo seco. Los equipos de primeros auxilios serán livianos a fin que puedan transportarse rápidamente. Se recomienda tener disponible como mínimo lo siguiente: medicamentos para tratamiento de accidentes leves, cuerdas, cables, camillas, equipo de radio, megáfonos, vendajes y tablillas.

- **Equipo de protección.**

Los implementos necesarios para la protección personal están conformados por cascos, botas, guantes, entre otros, los mismos reunirán las condiciones mínimas de calidad (resistencia, durabilidad, comodidad) de forma que contribuyan a proteger a la población laboral contratada, ante la ocurrencia de cualquier percance durante la ejecución del proyecto.

Es muy importante realizar prácticas y simulacros en lo referente al plan de contingencia y/o emergencia. Se debe recoger información del funcionamiento del plan con el fin de evaluar y analizar la efectividad del mismo y así orientar las recomendaciones sugeridas para efectuar cambios en el mismo.



### 4.3. GESTIÓN DEL PROYECTO

#### 4.3.1. PARA LA FASE DE EJECUCIÓN

- **La gestión del proyecto:** Se enmarca en un proceso de concertación interinstitucional, orientada a completar esfuerzos que permitan optimizar los recursos escasos del Estado y el apalancamiento de recursos complementarios, a fin de lograr la sostenibilidad del proyecto en la mejora de la transitabilidad vehicular y peatona en la ciudad de Abancay.

La ejecución del proyecto deberá contar con la participación concertada de las instituciones, Municipalidad Provincial de Abancay y el Gobierno Regional de Apurímac:

- Municipalidad Provincial de Abancay.
- Gobierno Regional de Apurímac.
- Directivos de las dos localidades (Los beneficiarios).

En la gestión del proyecto se contempla la presencia de un supervisor profesional, conjuntamente con el coordinador del proyecto, quien acompañara la ejecución del proyecto en todas sus etapas, en estrecha coordinación. La concertación tendrá como resultado aportes específicos, con el respectivo apalancamiento de cada actor de intervención y la Oficina encargada de ejecutar el PIP.

- **Promoción e Información del Proyecto:** Se busca fundamentalmente por este medio, minimizar los conflictos e incumplimiento en la ejecución del proyecto, como también, el empoderamiento de la población. Resulta vital hacer conocer que el adecuado manejo de los recursos económico, son relevantes en la obtención de los mejores rendimientos y rentabilidad social del proyecto.

#### 4.3.2. PARA LA FASE DE POST INVERSIÓN

Para lograr la sostenibilidad se ha realizados acuerdo de vigilancia y coordinaciones con las entidades correspondientes tales como la Municipalidad Provincial de Abancay. Los beneficiarios actualmente se encuentran con la formalidad del caso.

Con el objeto de lograr maximizar la participación de los beneficios en la conservación y sostenibilidad del proyecto, se ha desarrollados los talleres y conversaciones espontaneas para fortalecer y hacer sinergias con la población en bien de la ejecución del puente alterno que beneficiara por igual a la población de la ciudad de Abancay.



**4.3.3. CRONOGRAMA DE INVERSIÓN SEGÚN COMPONENTES.**

A continuación se muestra el cronograma de inversiones según metas a cumplir por alternativas.

ALTERNATIVA N°1 (Elegida):

**CUADRO N° 82:** Cronograma de Inversión para la alternativa 1.

Metas	TRIMESTRES (Nuevos Soles)				Total por Meta
	1	2	4	5	
EXP. TECNICO	200,000				200,000
PRELIMINARES	985,359				985,359
ESTRIBOS		1,500,100			1,500,100
PILAR		1,050,000			1,050,000
VIGAS PRETENSADAS TRABE			881,000		881,000
LOSA Y DIAFRAGMAS				501,000	501,000
DISPOSITIVOS			50,375		50,375
ACCESO VIALES				115,375	115,375
ROTONDA				50,075	50,075
SEÑALIZACIÓN Y SEGURIDAD VIAL				50,761	50,761
DEFENSAS RIBERENAS				100,000	100,000
OBRAS DE MITIGACIÓN DE IMPACTO				20,500	20,500
GASTOS GENERALES		192,000	192,000	192,000	576,000
SUPERVISIÓN		32,000	32,000	32,000	96,000
<b>Total por Periodo</b>	<b>1,185,359</b>	<b>2,774,100</b>	<b>1,155,375</b>	<b>1,061,711</b>	<b>6,176,545</b>

**Elaboración:** Propia.



ALTERNATIVA N°2:

**CUADRO N° 83:** Cronograma de Inversión para la alternativa 2.

Metas	TRIMESTRES (Nuevos Soles)										Total por Meta	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
EXP. TECNICO	501845.01	501845.01	501845.01									1505535.04
EXPROPIACIONES Y SANEAMIENTO DE TERRENOS	785359.18	785359.18	785359.18									2356077.55
ESTRIBOS				1506150.05								1506150.05
TORRE				3676916.75	3676916.75	3676916.75	1876916.75					12907666.98
TABLERO							1937357.21	1937357.21	1937357.21			5812071.63
INSTALACIÓN DE TIRANTES							182936.37	1646427.35	1646427.35			3475791.07
ACCESO VIALES								153075.12				153075.12
ROTONDA									50075.02			50075.02
SEÑALIZACIÓN Y SEGURIDAD VIAL									67766.70			67766.70
DEFENSAS RIBERENAS									100000.00			100000.00
OBRAS DE MITIGACIÓN DE IMPACTO										200000.00		200000.00
GASTOS GENERALES				642857.14	642857.14	642857.14	642857.14	642857.14	642857.14	642857.14		4500000.00
SUPERVISIÓN				114988.58	114988.58	114988.58	114988.58	114988.58	114988.58	114988.58		804920.04
<b>Total por Periodo</b>	<b>1287204.20</b>	<b>1287204.20</b>	<b>1287204.20</b>	<b>5940912.51</b>	<b>4434762.46</b>	<b>4434762.46</b>	<b>4755056.05</b>	<b>4494705.40</b>	<b>4559472.00</b>	<b>957845.72</b>		<b>33439129.20</b>

Elaboración: Propia.

**4.3.4. CRONOGRAMA DE METAS FÍSICAS.**

A continuación se muestra el cronograma físico según metas a cumplir por alternativas.

ALTERNATIVA N°1 (Elegida):



**CUADRO N° 84:** Cronograma de metas físicas para la alternativa 1.

Metas	TRIMESTRES (%)				Total por Meta
	1	2	4	5	
EXP. TECNICO	100.00	0.00	0.00	0.00	<b>100.00</b>
PRELIMINARES	100.00	0.00	0.00	0.00	<b>100.00</b>
ESTRIBOS	0.00	100.00	0.00	0.00	<b>100.00</b>
PILAR	0.00	100.00	0.00	0.00	<b>100.00</b>
VIGAS PRETENSADAS TRABE	0.00	0.00	100.00	0.00	<b>100.00</b>
LOSA Y DIAFRAGMAS	0.00	0.00	0.00	100.00	<b>100.00</b>
DISPOSITIVOS	0.00	0.00	100.00	0.00	<b>100.00</b>
ACCESO VIALES	0.00	0.00	0.00	100.00	<b>100.00</b>
ROTONDA	0.00	0.00	0.00	100.00	<b>100.00</b>
SEÑALIZACIÓN Y SEGURIDAD VIAL	0.00	0.00	0.00	100.00	<b>100.00</b>
DEFENSAS RIBERENAS	0.00	0.00	0.00	100.00	<b>100.00</b>
OBRAS DE MITIGACIÓN DE IMPACTO	0.00	0.00	0.00	100.00	<b>100.00</b>
GASTOS GENERALES	0.00	33.33	33.33	33.33	<b>100.00</b>
SUPERVISIÓN	0.00	33.33	33.33	33.33	<b>100.00</b>

**Elaboración:** Propia.

ALTERNATIVA N°2:



**CUADRO N° 85:** Cronograma de metas físicas para la alternativa 2.

Metas	TRIMESTRES (%)										Total por Meta
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
EXP. TECNICO	33.33	33.33	33.33	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00
EXPROPIACIONES Y SANEAMIENTO DE TERRENOS	33.33	33.33	33.33	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00
ESTRIBOS	0.00	0.00	0.00	100.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00
TORRE	0.00	0.00	0.00	28.49	28.49	28.49	14.54	0.00	0.00	0.00	100.00
TABLERO	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	33.33	33.33	33.33	0.00	100.00
INSTALACIÓN DE CABLES	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	5.26	47.37	47.37	0.00	100.00
ACCESO VIALES	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00	0.00	0.00	100.00
ROTONDA	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00	0.00	100.00
SEÑALIZACIÓN Y SEGURIDAD VIAL	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00	0.00	100.00
DEFENSAS RIBERENAS	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00	0.00	100.00
OBRAS DE MITIGACIÓN DE IMPACTO	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	100.00	100.00
GASTOS GENERALES	0.00	0.00	0.00	14.29	14.29	14.29	14.29	14.29	14.29	14.29	100.00
SUPERVISIÓN	0.00	0.00	0.00	14.29	14.29	14.29	14.29	14.29	14.29	14.29	100.00

**Elaboración:** Propia.

#### 4.3.5. OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO.

A continuación se muestra la proyección para la Operación y Mantenimiento por alternativas.





**CUADRO N° 86:** Costo de Operación y Mantenimiento por Alternativa.

N° AÑOS	ALTERNATIVA 1				ALTERNATIVA 2			
	PRECIO MERCADO		PRECIO SOCIALES		PRECIO MERCADO		PRECIO SOCIALES	
	SIN PROYECTO	CON PROYECTO	SIN PROYECTO	CON PROYECTO	SIN PROYECTO	CON PROYECTO	SIN PROYECTO	CON PROYECTO
0	0	4,160	0	3,120	0	13,560	0	10,170
1	0	4,160	0	3,120	0	13,560	0	10,170
2	0	4,160	0	3,120	0	13,560	0	10,170
3	0	4,160	0	3,120	0	13,560	0	10,170
4	0	4,160	0	3,120	0	13,560	0	10,170
5	0	4,160	0	3,120	0	13,560	0	10,170
6	0	4,160	0	3,120	0	13,560	0	10,170
7	0	4,160	0	3,120	0	13,560	0	10,170
8	0	4,160	0	3,120	0	13,560	0	10,170
9	0	4,160	0	3,120	0	13,560	0	10,170
10	0	4,160	0	3,120	0	13,560	0	10,170
11	0	4,160	0	3,120	0	13,560	0	10,170
12	0	4,160	0	3,120	0	13,560	0	10,170
13	0	4,160	0	3,120	0	13,560	0	10,170
14	0	4,160	0	3,120	0	13,560	0	10,170
15	0	4,160	0	3,120	0	13,560	0	10,170
16	0	4,160	0	3,120	0	13,560	0	10,170
17	0	4,160	0	3,120	0	13,560	0	10,170
18	0	4,160	0	3,120	0	13,560	0	10,170
19	0	4,160	0	3,120	0	13,560	0	10,170
20	0	4,160	0	3,120	0	13,560	0	10,170

**Elaboración:** Propia.

#### 4.4. FINANCIAMIENTO

Para lograr la ejecución del proyecto, se requiere la participación de entidades Gobierno Nacional, Gobierno Regional, Gobierno Local y entidades cooperantes que como se ha hecho mención pueden ser:

De nivel local (Municipalidad Provincial de Abancay), De nivel regional (Gobierno Regional de Apurímac).

De nivel nacional (Presidencia del Consejo de Ministros, Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, Ministerio de Transportes y Comunicaciones).

Estas entidades cooperantes de manera individual o en conjunto financiarían esta obra de mejoramiento de la transitabilidad vehicular y peatona, más el presupuesto correspondiente a Utilidad, I.G.V. y Supervisión, entre otros presupuestos propios de ejecución, todo lo cual asciende a la suma de S/. 6,176,544.98.



**4.5. MATRIZ DE MARCO LÓGICO**

: Marco Lógico.

	<b>Resumen de objetivos</b>	<b>Indicadores</b>	<b>Medios de Verificación</b>	<b>Supuestos</b>
<b>FIN</b>	Mejora socioeconómico de la población que intervienen en el ámbito del proyecto.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Aumentar el flujo de vehículos en el sector.</li> <li>- Acortar el tiempo para transcurrir entre estas urbanizaciones.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Diagnóstico Socioeconómico de la población beneficiaria.</li> <li>- Estudio de Impacto ambiental en el Área de influencia.</li> </ul>	Acceso a diferentes servicios públicos para ambas Urbanizaciones.
<b>PROPÓSITO</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Eficientes condiciones de transitabilidad vehicular y peatonal en la parte sur de la ciudad de Abancay.</li> <li>- Mejorar la interconexión vial entre la urbanización Patibamba Baja y Asociación Manuel Escorza de la ciudad de Abancay, Apurímac</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Al término de ejecución del proyecto (15 meses) se minimizara el índice de congestión vehicular en la Av. circunvalación</li> <li>- Incremento de la movilización peatonal normal diaria en 100 %, incluyendo los visitantes que ingresan a la zona.</li> <li>- Disminución significativa del tiempo de transitabilidad.</li> <li>- Mejora la apreciación de servicios por los usuarios comprende: dos carriles, Instalación de vía peatonal en cada lado del puente, Recuperación paisajística de la franja marginal.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Visita de verificación en el ámbito del proyecto.</li> <li>- Encuesta a las empresas de transportes de la zona.</li> <li>- Registro del flujo de transporte de carga y peatonal, del Comité de Mantenimiento.</li> <li>- Estudio de Impacto del proyecto en el área de influencia.</li> </ul>	Acceso directo a mercados y zonas industriales proyectados de acuerdo a una previa planificación de expansión urbana en la ciudad de Abancay



<p><b>COMPONENTES</b></p>	<p>Adecuada y amplia Infraestructura de enlace vehicular y peatonal</p>	<p>- Construcción de un puente atirantado con una luz de 75 metros entre ejes de apoyos, con un ancho de vía de 6 metros, y un ancho total de 11 metros. Cuenta con un pilar intermedio a 35 metros. El tablero está compuesto por vigas travesas pretensadas AASHTO tipo VI, sobre ésta se encuentra la losa. La superestructura está soportada por estribos de concreto armado.</p>	<p>- Verificación física. Inspección ocular para el puente vehicular. - Verificación de la zona de influencia.</p>	<p>- Sistema adecuado de mantenimiento operativo. - Sistema de control operativo en el puente.</p>
<p><b>ACCIONES</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- EXP. TÉCNICO.</li> <li>- PRELIMINARES.</li> <li>- ESTRIBOS.</li> <li>- PILAR.</li> <li>- VIGAS PRETENSADAS TRABE.</li> <li>- LOSA Y DIAFRAGMAS.</li> <li>- DISPOSITIVOS.</li> <li>- ACCESO VIALES</li> <li>- ROTONDA</li> <li>- SEÑALIZACIÓN Y SEGURIDAD VIAL</li> <li>- DEFENSAS RIBEREÑAS</li> <li>- OBRAS DE MITIGACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL</li> <li>- GASTOS GENERALES</li> <li>- SUPERVISIÓN</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>S/. 200,000.00</li> <li>S/. 985,359.18</li> <li>S/. 1,500,100.00</li> <li>S/. 1,050,000.00</li> <li>S/. 881,000.00</li>   <li>S/. 501,000.00</li>   <li>S/. 50,375.12</li> <li>S/. 115,375.12</li> <li>S/. 50,075.02</li> <li>S/. 50,760.54</li>   <li>S/. 100,000.00</li>   <li>S/. 20,500.00</li>   <li>S/. 576,000.00</li> <li>S/. 96,000.00</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Evaluación y seguimiento de metas, por la entidad pública encargada.</li> <li>- Supervisión de la Obra.</li> <li>- Reporte del avance de la obra por la unidad ejecutora.</li> <li>- Liquidación de Obra.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Asignación oportuna de recursos.</li> <li>- Personal profesional, Técnico y operativo eficiente.</li> <li>- Condiciones climáticas favorables para la ejecución.</li> </ul>

Elaboración: Propia.



## 5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- El principal problema reconocido en el área de influencia del proyecto es la “DIFICULTAD DE ACCESO Y CIRCULACIÓN VEHICULAR ENTRE LAS URBANIZACIONES DE MANUEL ESCORZA Y PATIBAMBA BAJA”. Es por ello, que los pobladores se han organizado en plantear su preocupación a los pobladores solicitando apoyo para que se les atienda y puedan contar con una vía con infraestructura en óptimas condiciones de transitabilidad, ya que uno de los principales problemas generando la alta congestión vehicular.
- Beneficiarán a un total de 50,009 habitantes, siendo la ciudad de Abancay en su totalidad.
- El Impacto socioeconómico que tendrá el proyecto será muy significativo, ya que beneficiará en todo sentido a la población, principalmente generando mayores niveles del intercambio comercial y servicios, garantizado una integración efectiva entre zonas de producción a niveles locales, regionales y consecuentemente nacionales, lo cual se traducirá en mayores ingresos para las familias y mejores niveles de vida en la población.
- El tiempo de transporte público con proyecto en (horas día) es de 777.28 generando un beneficio social por ahorros de horas es de S/. 1, 271,013.34 al año.
- La sostenibilidad del proyecto estará garantizada por los compromisos asumidos por los beneficiarios directos del proyecto y las instituciones directamente involucrados en el desarrollo del proyecto.
- El análisis de impacto ambiental demuestra que los impactos que generará el presente proyecto, serán contrarrestados con acciones de mitigación que procurarán restablecer el equilibrio ecológico.
- De acuerdo a la Evaluación Económica, Evaluación de Impacto Ambiental, se concluye que la Alternativa 01 es rentable para la solución del problema toda vez que se ha demostrado de acuerdo a los indicadores económicos: VAN = S/. 9, 605,770.62 y TIR=30.38.
- La inversión total del proyecto a precios privados, es de S/. 6, 176,544.98, en los rubros de puente, accesos, arquitectura, plan de manejo ambiental, expropiaciones, gastos generales, utilidad, IGV, supervisión y expediente técnico.



- Como se puede apreciar los impactos negativos ambientales son manejables y temporales, los mismos que en un mediano espacio de tiempo volverán a la normalidad ya que se considera un presupuesto para mitigar estos.
- Los impactos positivos del proyecto, estarán dados principalmente en el espacio Socioeconómico. El mismo que mejorara las condiciones de vida en los pobladores del área de influencia del proyecto.



# ANEXO I

## COSTOS Y PRESUPUESTO



**NOMBRE DEL PROYECTO:** “ANÁLISIS Y DISEÑO DEL PUENTE DE INTERCONEXIÓN VIAL Y PEATONAL ENTRE LA URBANIZACIÓN PATIBAMABA BAJA Y MANUEL ESCORZA DE LA CIUDAD DE ABANCAY - APURIMAC”.

**PRESENTADO POR:**

DANNY DANIEL SAAVEDRA ORE.

DANILO SAAVEDRA ORÉ.

ABANCAY, AGOSTO DEL 2016



## INDICE

1. PRESUPUESTO DE OBRA .....	2
1.1. ASPECTOS GENERALES. ....	3
1.1.1. DESCRIPCIÓN.....	3
1.1.2. CANTERAS.....	3
1.1.3. FUENTES DE AGUA. ....	3
1.1.4. DEPOSITO DE MATERIAL EXCEDENTE. ....	3
1.2. PRESUPUESTO.....	4
1.2.1. IMPUESTO GENERAL A LAS VENTAS (I.G.V.) .....	4
1.2.2. PLAZO DE EJECUCIÓN.....	4
1.2.3. PROGRAMA DE OBRA.....	4
1.3. COSTOS DIRECTOS.....	4
1.3.1. MANO DE OBRA. ....	4
1.3.2. MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN.....	4
1.3.3. EQUIPO MECANICO, .....	5
1.3.4. HERRAMIENTAS.....	5
1.3.5. METRADOS.....	5
1.3.6. ANALISIS DE COSTOS UNITARIOS.....	5
1.3.7. COSTOS INDIRECTOS.....	5
1.3.8. GASTOS GENERALES. ....	6
1.3.9. UTILIDAD.....	6
2. PROGRAMACIÓN DE OBRA. ....	6
2.1. DESCRIPCIÓN. ....	7
2.2. PROGRAMACIÓN Y PROCESO CONSTRUCTIVO.....	7
2.3. IMPORTANCIA DE LA PROGRMACIÓN Y PROCESO CONSTRUCTIVO EN UNA OBRA. ....	8
2.4. TECNICAS DE PROGRAMACIÓN.....	8
2.4.1. DIAGRAMA DE BARRAS.....	8
2.4.2. CPM (Critical Path Method).....	9
2.4.3. PERT (Program Evaluation Review Technique). ....	9
2.4.4. PERT - CPM.....	9
2.5. RUTA CRÍTICA.....	10

## 1. PRESUPUESTO DE OBRA

### RESENTADO POR:

- Danny Daniel Saavedra Oré.
- Danilo Saavedra Oré.



## **1.1. ASPECTOS GENERALES.**

### **1.1.1. DESCRIPCIÓN.**

Este capítulo ha sido realizado con el propósito de contar con el Presupuesto de Obra, para poder contribuir al mejoramiento en el control y ordenamiento del tráfico en la zona de estudio, teniendo en cuenta lo señalado en el Manual de Dispositivos de Control del Tránsito Automotor en Calles y Carreteras – MTC. Bajo este concepto y con la finalidad de proveer al puente de interconexión y sus accesos de todos los elementos y dispositivos necesarios que permitan una mayor seguridad en el tránsito vehicular, se ha visto por conveniente compatibilizar las necesidades reales del Proyecto, al carácter turístico de la vía y la idiosincrasia de los usuarios y pobladores.

### **1.1.2. CANTERAS.**

La cantera considerada para la obtención de los materiales granulares utilizados en la construcción del Puente de Interconexión Vial y accesos será de Pachachaca, ubicada en la parte sur aproximadamente a 30 minutos de la zona de estudio.

### **1.1.3. FUENTES DE AGUA.**

Como fuentes de agua se utilizará las aguas del río de Ñaccheros ubicada a 15 minutos de la zona de estudio, esta fuente de agua ha pasado por el control de calidad y análisis químico las cuales cumplen con los requerimientos para emplearlas en las obras de concreto con cemento Portland y capas granulares del pavimento.

### **1.1.4. DEPOSITO DE MATERIAL EXCEDENTE.**

Se ubica a menos de 1 km aguas arriba del Puente de Interconexión, la cual tendrá un tratamiento adecuado.

#### **RESENTADO POR:**

- Danny Daniel Saavedra Oré.
- Danilo Saavedra Oré.





## **1.2. PRESUPUESTO.**

Los Análisis de Costos Unitarios y los presupuestos de obra han sido calculados independientemente para cada uno de las partidas en las que se ha dividido la construcción del Puente de Interconexión y sus accesos y se han calculado en moneda nacional, teniendo en cuenta los costos vigentes de Febrero del 2017.

Los costos han sido clasificados en:

- Costos Directos.
- Costos Indirectos.

### **1.2.1. IMPUESTO GENERAL A LAS VENTAS (I.G.V.)**

Se aplica un 18% sobre la suma de los Costos Directos, Indirectos y Utilidades.

### **1.2.2. PLAZO DE EJECUCIÓN.**

El plazo previsto para la ejecución de la obra es de 245 días calendarios.

### **1.2.3. PROGRAMA DE OBRA.**

Se elabora el Cronograma Valorizado de Obra, considerando el plazo de ejecución de la obra de 245 días calendario.

## **1.3. COSTOS DIRECTOS.**

Se han analizado los costos de acuerdo a un proceso constructivo factible de efectuarse en el plazo previsto, procurando llevar el análisis de cada partida hasta donde ha sido razonablemente posible.

### **1.3.1. MANO DE OBRA.**

Los jornales están referidos a Marzo de 2017, estos incluyen las leyes sociales y bonificaciones otorgadas por Decretos, Resoluciones, etc. vigente emitidos por el Ministerio de Trabajo, para las actividades de construcción civil, Fuente: INEI.

### **1.3.2. MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN.**

En principio, para los precios de los materiales se utilizó los costos obtenidos de las cotizaciones elaboradas dentro de la ciudad y fuera de la misma.

Se han considerado los costos de los materiales puestos en obra adicionándose los gastos por almacenamiento, manipuleo y merma de ser el caso; teniendo como lugares de abastecimiento los siguientes: Abancay, Arequipa y Lima.

Los fletes han sido calculados de acuerdo al Decreto Supremo N° 045-2003-MTC y complementarios. En el cual, establecen las disposiciones para el cálculo del costo mínimo del servicio de transporte de mercancías por carretera, actualizados con el código 032 de los índices unificados de precios publicada por INEI.

## **RESENTADO POR:**

- Danny Daniel Saavedra Oré.
- Danilo Saavedra Oré.



Los precios utilizados en los análisis de precios unitarios no incluyen el I.G.V.

### **1.3.3. EQUIPO MECANICO,**

Se ha considerado la tarifa de alquileres horario para maquinaria nacional e importada, del mercado nacional, según publicaciones de revistas especializadas como Costos, Constructivo, Capeco, etc. cuyas tarifas han sido calculadas en base de valores de elaboración y a criterios técnicos recopilados de las empresas propietarias de equipos y de los manuales de fabricantes y sirven de base para la cotización actual en el mercado.

### **1.3.4. HERRAMIENTAS.**

Se han considerado como costo por desgaste de herramientas de 5% del importe de la mano de obra.

### **1.3.5. METRADOS.**

Los metrado presentados corresponden a los obtenidos del estudio realizado en la zona según las unidades propias de medición para cada partida específica y cuyos cálculos se sustentan en las planillas de metrado y planos correspondientes, los cuales estas reflejados con mayor aproximación las cantidades reales de trabajo acorde a las necesidades de la obra, cumpliendo a lo establecido.

### **1.3.6. ANALISIS DE COSTOS UNITARIOS.**

Los costos unitarios secretos de cada una de las partidas y sub-partidas que integran el presupuesto de obra, se ha tratado de establecer el justo valor que representa en obra la ejecución de las diversas actividades, para lo cual se ha tenido en cuenta los rendimientos de la mano de obra y el equipo mecánico que intervendrá en la obra de acuerdo a la localización y los factores climáticos de la misma. Igualmente se ha considerado la cantidad exacta de materiales e insumos que se requieren para conseguir las partidas terminadas de acuerdo a las Especificaciones Técnicas del Proyecto.

### **1.3.7. COSTOS INDIRECTOS.**

En el análisis, se ha considerado todos aquellos costos que no fueron considerados como Costos Directos, pero que son indispensables para la ejecución de la Obra tales como Dirección Técnica y Administrativa, Campamento, Equipos no incluidos en los Costos Directos, Gastos Financieros. Utilidad del Contratista, costos relacionados al cumplimiento del Plan de Manejo Ambiental, etc.

#### **RESENTADO POR:**

- Danny Daniel Saavedra Oré.
- Danilo Saavedra Oré.



### **1.3.8. GASTOS GENERALES.**

Los gastos generales han sido determinados, según el análisis hecho, considerando los gastos de operación, Dirección Técnica y Gastos Financieros que serán utilizados para el proyecto.

Los costos indirectos, que conforman el Presupuesto de Obra, han sido analizados de acuerdo a las necesidades de la misma. Los gastos generales se han clasificado como:

- Gastos Generales Fijos. No varían durante la ejecución de la obra.
- Gastos Generales Variables, que fluctúan de acuerdo al periodo de ejecución de la obra.

Cabe resaltar que el costo de elaboración del Estudio de Prueba de carga del puente ha sido incluido en Gastos Generales de ítem Liquidación de Obra.

### **1.3.9. UTILIDAD.**

Se ha considerado un 10% sobre el monto total del Costo Directo.

## **2. PROGRAMACIÓN DE OBRA.**

### **RESENTADO POR:**

- Danny Daniel Saavedra Oré.
- Danilo Saavedra Oré.



## **2.1. DESCRIPCIÓN.**

Los gastos generales han sido determinados, según el análisis hecho, considerando los gastos de operación, Dirección Técnica y Gastos Financieros que serán utilizados para el proyecto.

## **2.2. PROGRAMACIÓN Y PROCESO CONSTRUCTIVO.**

Para tener un control de obra y una eficiente administración del proyecto es necesario seguir el programa, el cual va a ser la referencia de cómo se va a proceder durante la ejecución de la obra.

La programación es la determinación de los tiempos para las operaciones que abarcan el proyecto, la suma de los tiempos constituye el tiempo total de terminación. Un programa es una tabla de tiempos para un plan y por consiguiente, no se puede establecer hasta que este se haya desarrollado, consiste en determinar la duración de cada actividad y estimar la duración total del proyecto. Además la estimación de los tiempos puede determinarse en base a tres factores: la experiencia, la cantidad de trabajo a realizar y los recursos asignados.

Una programación para el plan que se vaya a seguir contiene los siguientes puntos:

- Duración estimada de cada actividad.
- El tiempo de inicio y terminación requerido para terminar el proyecto.
- Tiempos más tempranos en que se puede empezar una actividad.
- Tiempos más tardíos en que se tienen que iniciar y terminar cada actividad.
- Holguras positiva o negativa entre el tiempo que se puede y en el que se debe iniciar y terminar cada actividad.
- La ruta crítica.

El proceso constructivo también va muy relacionado con la planificación del proyecto y la programación de obra, esta situación se puede definir como: el método y organización de dispositivos de elementos y sistemas constructivos, que consiste en el empleo y combinación de materiales en función de sus cualidades, naturaleza y destino todo ellos con la finalidad de obtener mayor solidez y aptitud.

### **RESENTADO POR:**

- Danny Daniel Saavedra Oré.
- Danilo Saavedra Oré.



### **2.3. IMPORTANCIA DE LA PROGRAMACIÓN Y PROCESO CONSTRUCTIVO EN UNA OBRA.**

Durante la planeación de un proyecto se toman en cuenta diferentes factores, entre ellos están: el costo, el tiempo y un factor muy importante es la calidad con la que se realiza el mismo.

Para poder tener una perspectiva de cómo estos factores influye en el proyecto es necesario hacer una programación de obra, que esencialmente consiste en relacionar las actividades por ejecutar con la disponibilidad de los recursos.

No solo se relacionan las actividades programadas con los recursos necesarios, sino también estas actividades están determinadas para el transcurso de un tiempo, es decir una actividad debe tener una duración de principio a fin.

La programación es muy importante durante la ejecución de un proyecto puesto que es la que va a dar la pauta al seguimiento es decir, por medio de esta programación de obra se van a poder estimar los tiempos para dar inicio a una actividad y su duración total hasta llegar a su terminación.

### **2.4. TECNICAS DE PROGRAMACIÓN.**

#### **2.4.1. DIAGRAMA DE BARRAS.**

Este diagrama proviene de Henry L. Gantt, un pionero en la aplicación del método científico en la producción industrial. Este es un método gráfico y muy fácil de entender.

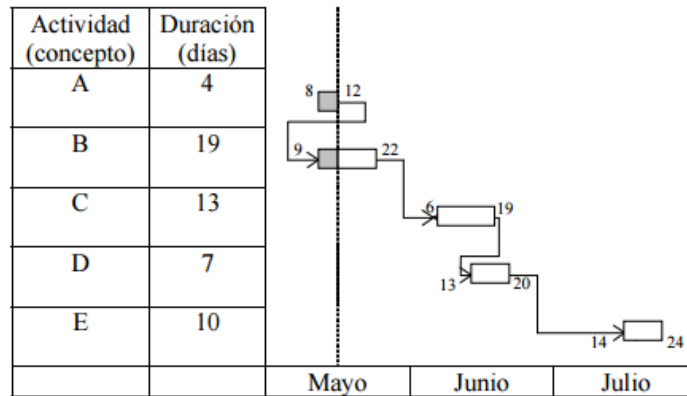
El concepto básico del diagrama de barras es la representación de una actividad en forma de una barra cuya longitud representa la duración estimada para dicha actividad. Esta misma barra puede usarse también para graficar el avance real de la actividad a través del tiempo.

De esta manera el diagrama de barras funciona como un modelo de planeación y de control al mismo tiempo. La longitud de la barra tiene por lo tanto dos diferentes significados, una es la duración estimada de la actividad, y por otro lado el progreso real de cada actividad.

#### **RESENTADO POR:**

- Danny Daniel Saavedra Oré.
- Danilo Saavedra Oré.

**Fig. N°01: Diagrama de Barra o Gantt**



**2.4.2. CPM (Critical Path Method).**

Método de la ruta crítica, fue desarrollado independientemente de Pert, pero esta estrechamente relacionado con este.

Es idéntico al PERT en concepto y metodología. La diferencia principal entre ellos es simplemente el método por medio del cual se realizan los estimados de tiempo para las actividades.

Con CPM los tiempos de las actividades son determinísticos. Con PERT, los tiempos de las actividades son probabilísticos.

**2.4.3. PERT (Program Evaluation Review Technique).**

PERT, que significa Proyecto o Program Evaluation and Review Technica (Técnica de evaluación y revisión de proyectos o programas), fue desarrollado a finales de la década de 1950 – 1959 para plantear y controlar los grandes proyectos de desarrollo armamentístico del ejército estadounidense. Fue desarrollado para evidenciar la interdependencia de las tareas de los proyectos cuando se realiza la planificación de los mismos. En esencia, Pert es una técnica de modelos gráficos interrelacionados.

Ayuda a la gestión de proyectos informado tanto de los acontecimientos favorables como desfavorables que ocurren. Es un instrumento valioso para la toma de decisiones.

**2.4.4. PERT - CPM.**

La primera etapa del proceso de PERT – CPM consiste en identificar todas las actividades asociadas con el proyecto y sus interrelaciones.

Para aplicar el PERT – CPM a un proyecto se requiere comprender completamente la estructura y requisito del mismo. El esfuerzo que se invierte para identificar la estructura del proyecto es de gran valor para la comprensión de este.

**RESENTADO POR:**

- Danny Daniel Saavedra Oré.
- Danilo Saavedra Oré.



## **2.5. RUTA CRÍTICA.**

La ruta crítica se define como la ruta más larga a través de la red. Esta trayectoria es importante porque determina la longitud del proyecto.

Las actividades que determinan la ruta crítica son aquellas sobre las cuales se debe tener estricto control, ya que son las que determinan la duración total de un proyecto y si alguna de ella se retrasa, todo el proyecto se retrasará.

Toda red tiene por lo menos una ruta crítica; algunas tienen más de una, si es que existen empates en tiempo en la ruta más larga.

### **RESENTADO POR:**

- Danny Daniel Saavedra Oré.
- Danilo Saavedra Oré.



## 2.6. CONCLUSIONES.

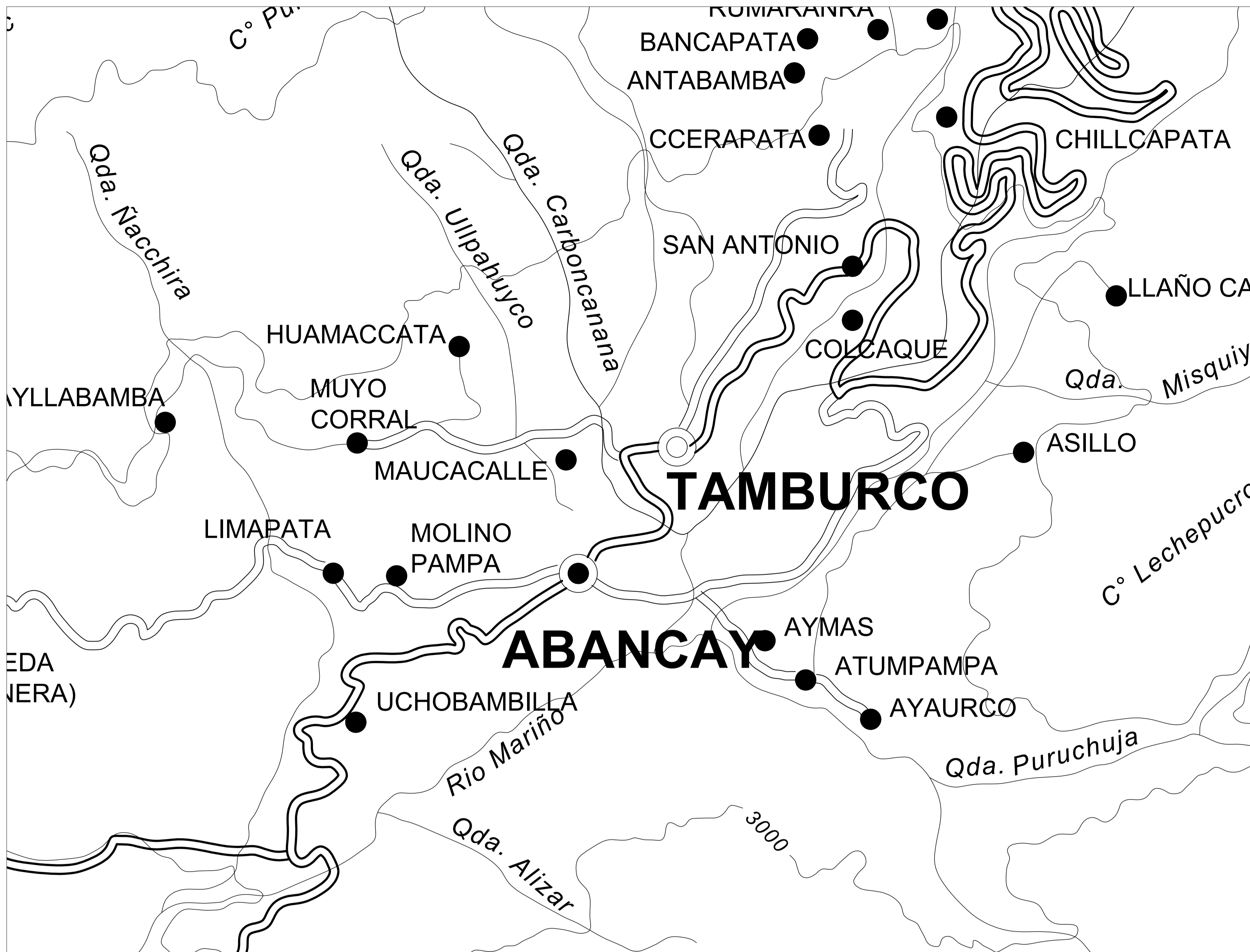
- Se podrá construir el Puente de Interconexión con el monto de S/.5, 471,948.87, el cual fue determinado mediante los costos unitarios, metrados, pie de presupuesto y otros.
- Al presupuesto lo componen los costos directos y los costos indirectos, siendo los costos directos el costo de los materiales, mano de obra y equipo y los costos indirectos el costo de los Gastos Generales, IGV y Utilidad.
- Mediante el desagregado de los Gastos Generales se consideró un el 10.35% del costo directo del presupuesto.
- Se consideró como Utilidad un 10% del costo directo.
- El plazo de ejecución de obra es de 245 días calendarios, siendo este determinado en el programa MS Project, considerando el tiempo de cada una de las partidas y el proceso constructivo.

### RESENTADO POR:

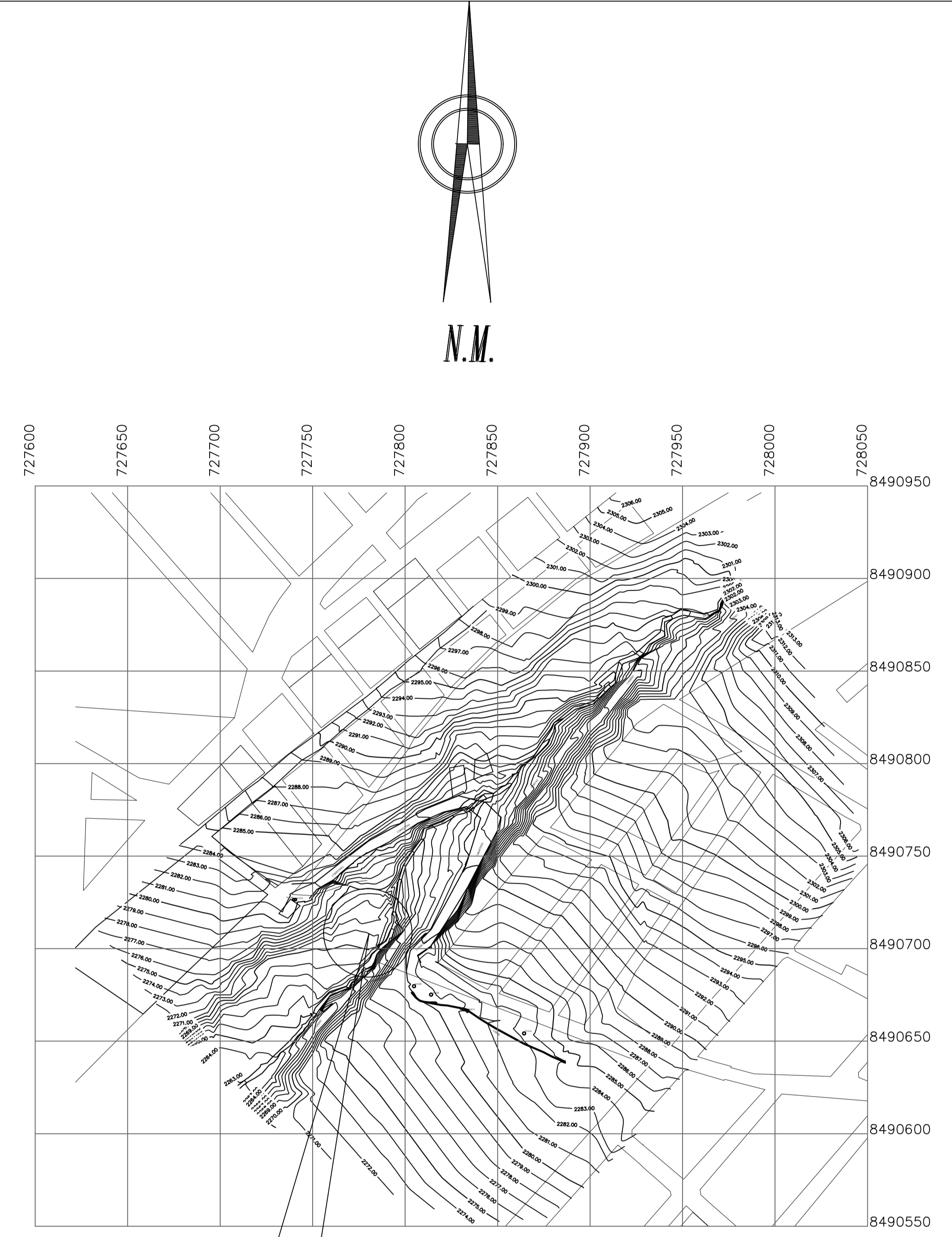
- Danny Daniel Saavedra Oré.
- Danilo Saavedra Oré.



# **ANEXOS DE PLANOS**

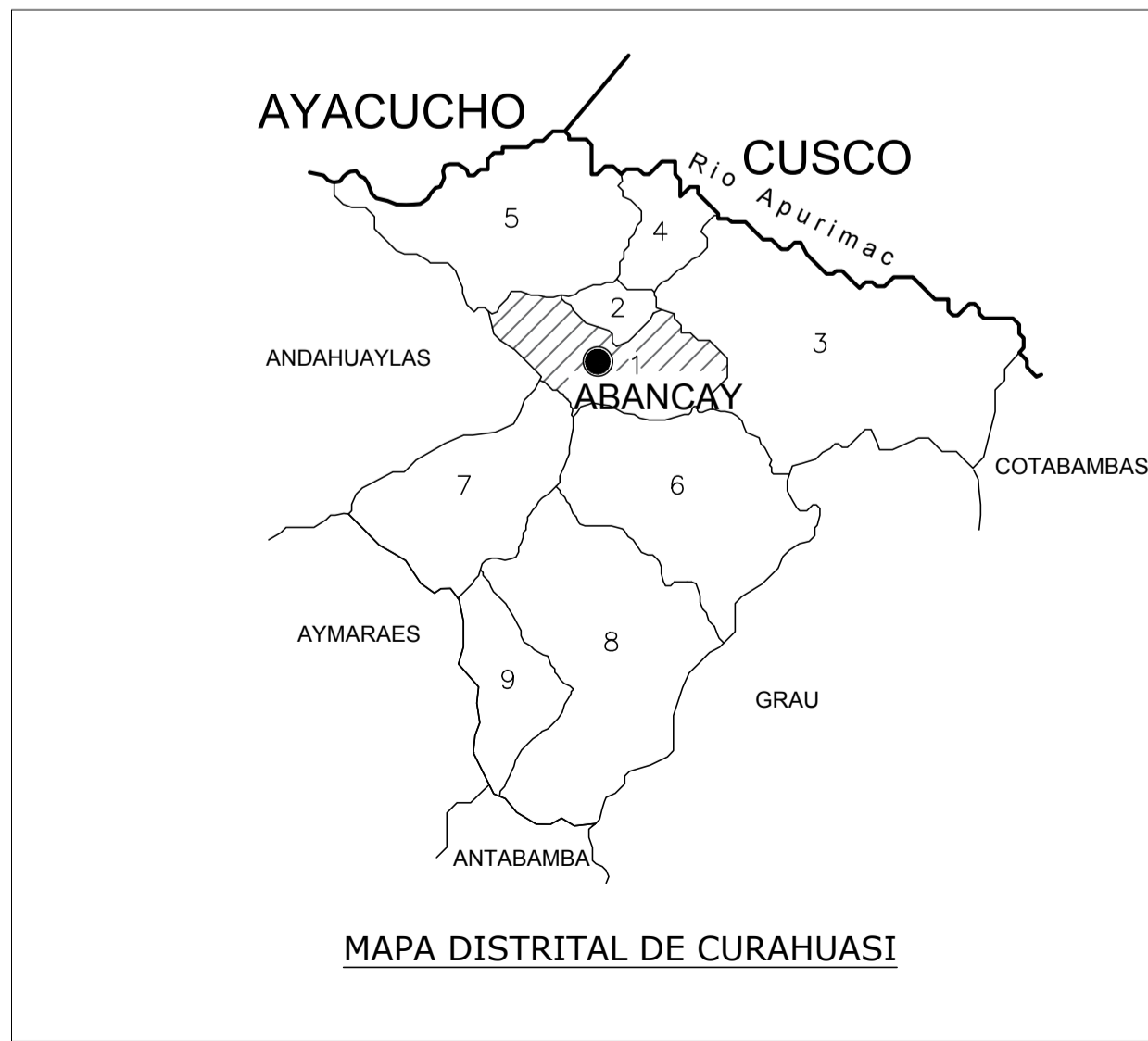
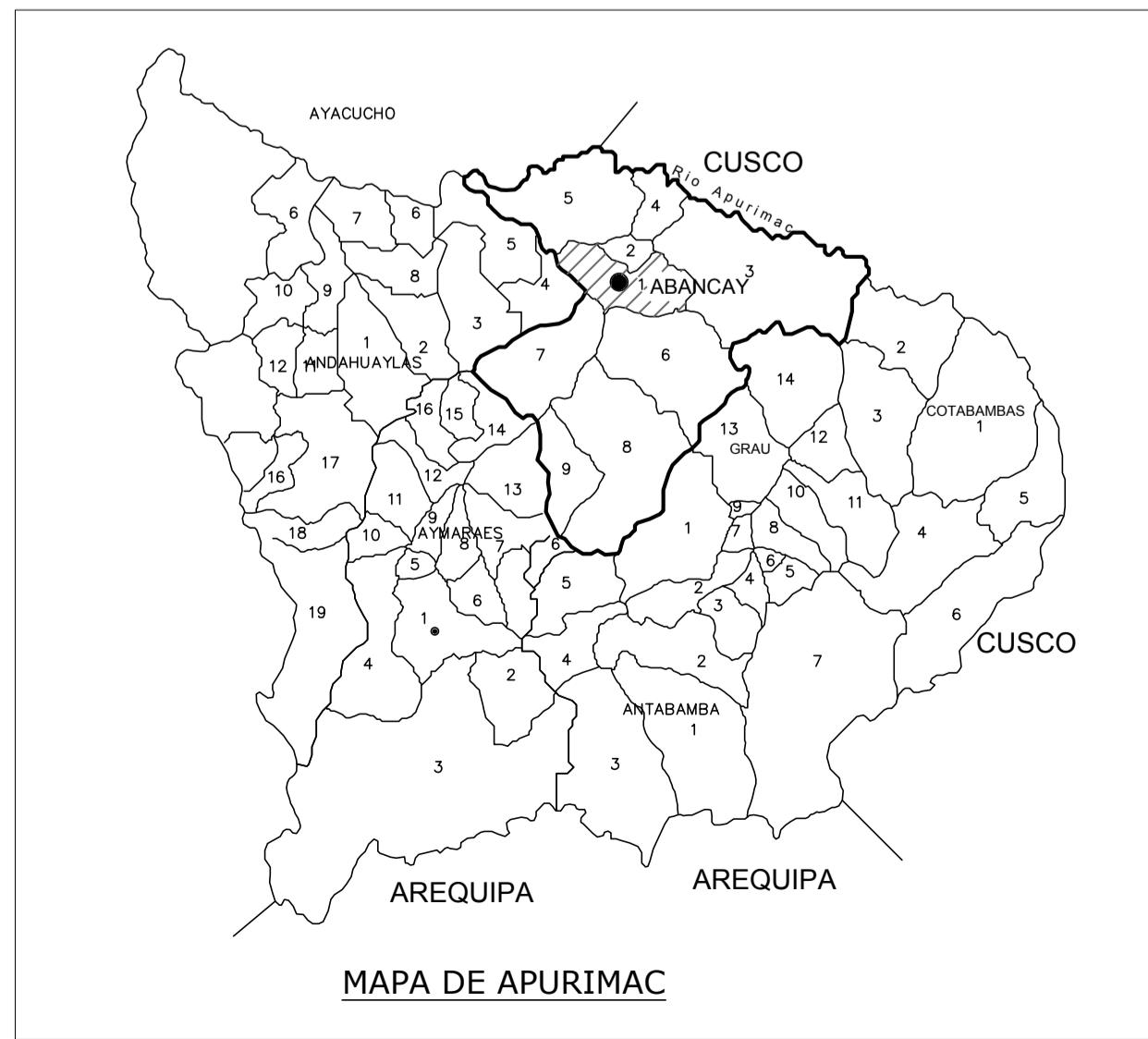


**PLANO DE UBICACIÓN**  
ESCALA: S/E



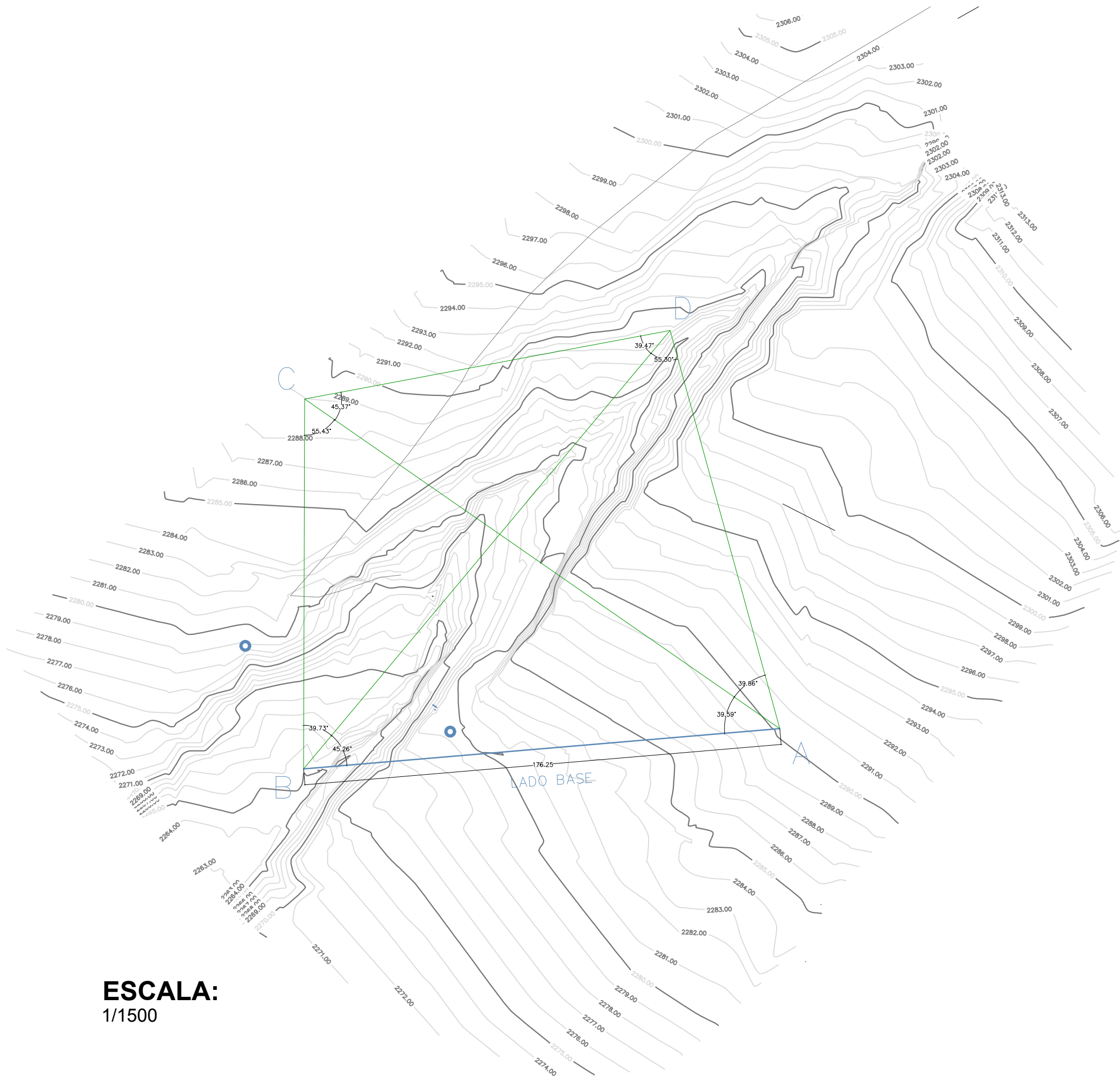
**PLANO DE LOCALIZACIÓN GEOREFERENCIAL**  
ESCALA: 1/3600

**UBICACIÓN DEL PUENTE DE INTERCONEXIÓN**

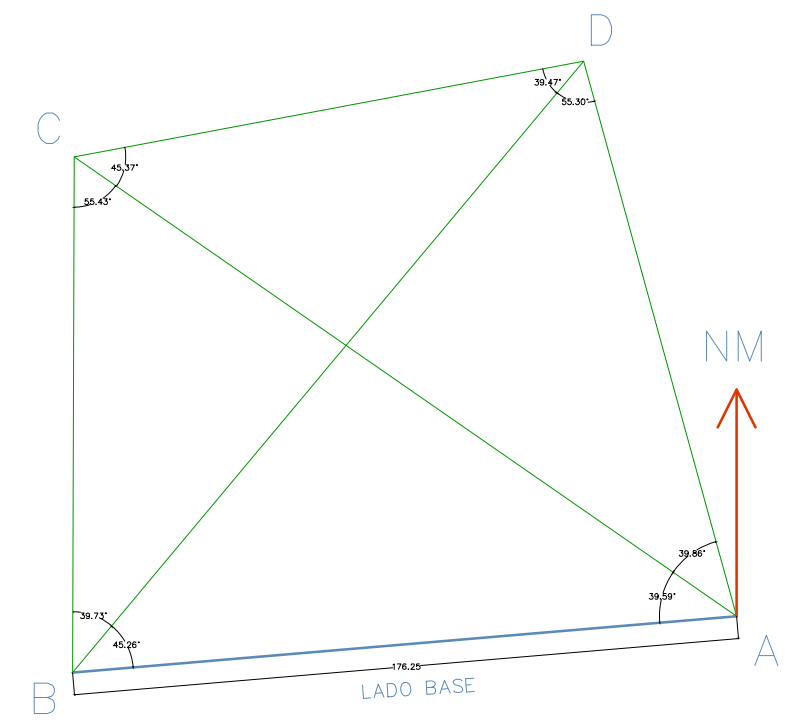


LEYENDA	
RIO	———
CANAL	———
CARRETERA	———
CAMINO	———
GRILLAS	———
CURVAS MAYORES	———
CURVAS MENORES	———

INGENIERIA CIVIL	<b>UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE LOS ANDES</b>	
	<b>UBICACION:</b>	<b>PLANO:</b>
	Quebrada: EL OLIVO	UBICACIÓN Y LOCALIZACIÓN
	Distrito: ABANCAY	<b>PRESENTADO POR:</b>
Provincia: ABANCAY	DANNY DANIEL SAAVEDRA ORÉ	<b>LAMINA</b>
Región: APURIMAC	DANILO SAAVEDRA ORÉ	
		<b>ESCALA:</b> INDICADA
		<b>FECHA :</b> 25/07/16
		<b>UL-01</b>



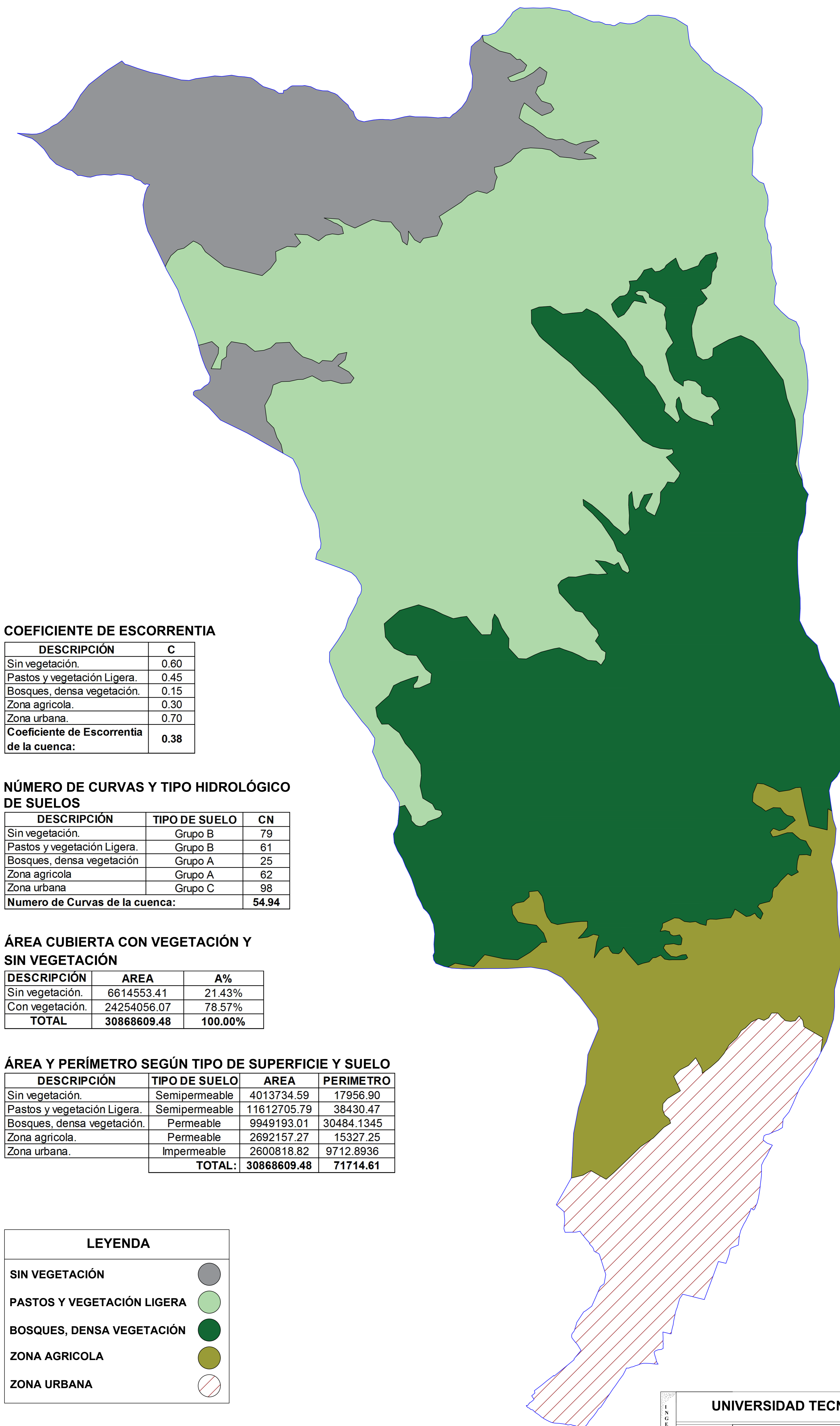
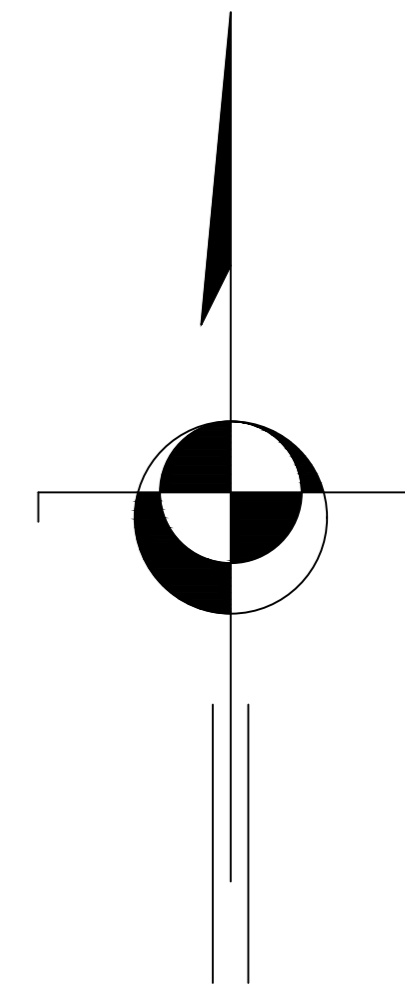
**ESCALA:**  
1/1500



**ESCALA:**  
1/2000

<b>UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE LOS ANDES</b>			
INGENIERIA CIVIL	<b>UBICACION:</b>		<b>PLANO:</b>
	Quebrada: EL OLIVO		PLANO DE COMPENSACIÓN DE CUADRILATERO
	Distrito: ABANCAY		<b>PRESENTADO POR:</b>
	Provincia: ABANCAY		DANNY DANIEL SAAVEDRA ORÉ
Región: APURIMAC		<b>ESCALA:</b> INDICADA	<b>LAMINA:</b>
		<b>FECHA:</b> 25/07/16	<b>PC-01</b>

# DESCRIPCIÓN DEL TIPO DE SUPERFICIE Y SUELO DE LA CUENCA



## COEFICIENTE DE ESCORRENTIA

DESCRIPCIÓN	C
Sin vegetación.	0.60
Pastos y vegetación Ligera.	0.45
Bosques, densa vegetación.	0.15
Zona agrícola.	0.30
Zona urbana.	0.70
<b>Coefficiente de Escorrentia de la cuenca:</b>	<b>0.38</b>

## NÚMERO DE CURVAS Y TIPO HIDROLÓGICO DE SUELOS

DESCRIPCIÓN	TIPO DE SUELO	CN
Sin vegetación.	Grupo B	79
Pastos y vegetación Ligera.	Grupo B	61
Bosques, densa vegetación	Grupo A	25
Zona agrícola	Grupo A	62
Zona urbana	Grupo C	98
<b>Numero de Curvas de la cuenca:</b>		<b>54.94</b>

## ÁREA CUBIERTA CON VEGETACIÓN Y SIN VEGETACIÓN

DESCRIPCIÓN	AREA	A%
Sin vegetación.	6614553.41	21.43%
Con vegetación.	24254056.07	78.57%
<b>TOTAL</b>	<b>30868609.48</b>	<b>100.00%</b>

## ÁREA Y PERÍMETRO SEGÚN TIPO DE SUPERFICIE Y SUELO

DESCRIPCIÓN	TIPO DE SUELO	AREA	PERIMETRO
Sin vegetación.	Semipermeable	4013734.59	17956.90
Pastos y vegetación Ligera.	Semipermeable	11612705.79	38430.47
Bosques, densa vegetación.	Permeable	9949193.01	30484.1345
Zona agrícola.	Permeable	2692157.27	15327.25
Zona urbana.	Impermeable	2600818.82	9712.8936
<b>TOTAL:</b>		<b>30868609.48</b>	<b>71714.61</b>

## LEYENDA

SIN VEGETACIÓN	
PASTOS Y VEGETACIÓN LIGERA	
BOSQUES, DENSA VEGETACIÓN	
ZONA AGRICOLA	
ZONA URBANA	

## UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE LOS ANDES

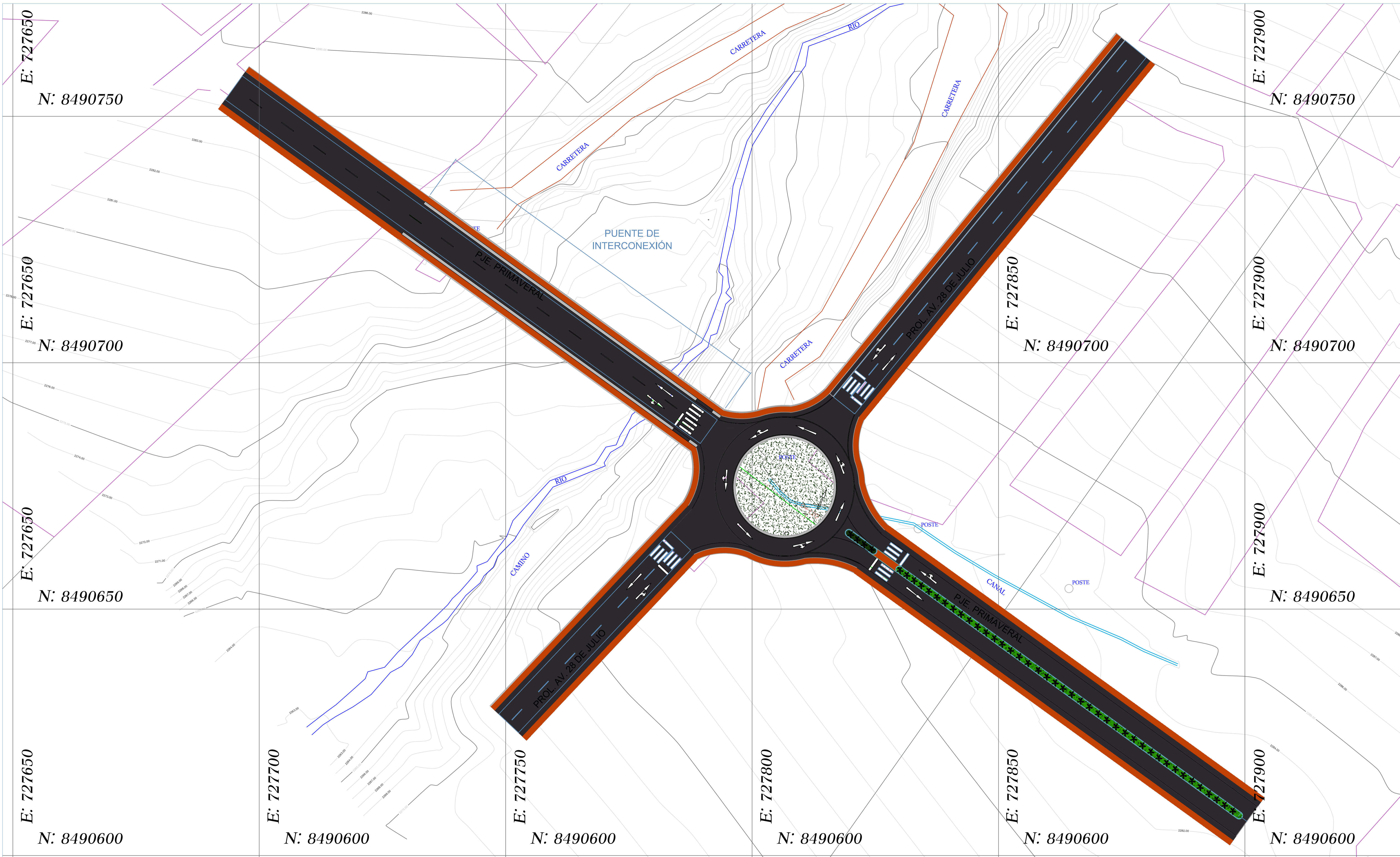


**UBICACION:**  
 Cuenca: CHINCHICHACA  
 Distrito: ABANCAY  
 Provincia: ABANCAY  
 Región: APURIMAC

**PLANO:**  
 DELIMITACIÓN DE LA CUENCA CHINCHICHACA DE ACUERDO AL TIPO DE SUELO  
**PRESENTADO POR:**  
 DANNY DANIEL SAAVEDRA ORÉ  
 DANILO SAAVEDRA ORÉ  
**ESCALA:** INDICADA  
**FECHA :** 25/07/16

LAMINA

**H-02**



- NOTAS:**
1. Todas las dimensiones en metros (m) salvo se indique lo contrario.
  2. Todos los niveles en m.s.n.m.
  3. Las escalas estan indicadas.

### PLANTA

H = 1/350

LEYENDA	
RIO	
CANAL	
CARRETERA	
CAMINO	
GRILLAS	
CURVAS MAYORES	
CURVAS MENORES	

	<b>UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE LOS ANDES</b>	
	<b>UBICACION:</b> Quebrada: EL OLIVO Distrito: ABANCAY Provincia: ABANCAY Región: APURIMAC	<b>PLANO:</b> PLANTA DEL PUENTE DE INTERCONEXIÓN
	<b>PRESENTADO POR:</b> DANNY DANIEL SAAVEDRA ORÉ DANILO SAAVEDRA ORÉ	<b>LAMINA</b> <b>P-01</b>
<b>ESCALA:</b> INDICADA		<b>FECHA:</b> 20/09/16