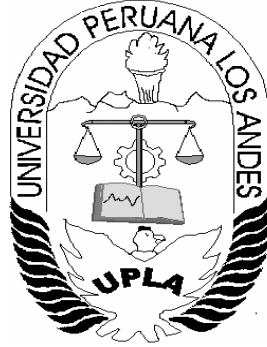


**UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES**

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**



**TESIS**

**DISEÑO DE SONORIZADORES A EMPLEARSE EN  
REDUCTORES DE VELOCIDAD EN LA CARRETERA  
MARISCAL CASTILLA - TRAMO ACOSTAMBO -  
IZCUCHACA - HUANCAVELICA 2017**

ÁREA DE INVESTIGACIÓN : TRANSPORTES

LÍNEAS DE INVESTIGACIÓN: TRANSPORTES Y VÍAS DE COMUNICACIÓN

PRESENTADO POR:

**Bach. DEYVIS PORTOCARRERO POMA**

PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE

**INGENIERO CIVIL**

HUANCAYO – PERÚ

2017

**ASESOR: ING. RANDO PORRAS OLARTE**

## **DEDICATORIA**

A mis abuelos Paulina y Teodosio,  
por la educación que me brindaron  
durante toda mi vida e hicieron  
posible mi formación profesional.

## **AGRADECIMIENTO**

- A Dios, porque ha estado conmigo a cada paso que doy, cuidándome y dándome fortaleza para continuar con las metas que me he propuesto.
- A Rosmery mi esposa, Sofía Camila mi hija los cuales son mi sustento y mi motivo para poder seguir esforzándome a diario para poder alcanzar mis objetivos.
- A mis Abuelos Paulina y Teodosio, a mis padres Leonor y Julián, y todos mis tíos y tías quienes a lo largo de mi vida han velado por mi bienestar y educación siendo mí apoyo en todo momento. Depositando su entera confianza en cada reto que se me presentaba sin dudar ni un solo momento en mi inteligencia y capacidad.

# HOJA DE CONFORMIDAD DE JURADOS

---

**PRESIDENTE**

---

**JURADO**

---

**JURADO**

---

**JURADO**

---

**SECRETARIO DOCENTE**

## ÍNDICE DE CONTENIDO

DEDICATORIA.....	III
AGRADECIMIENTO .....	IV
ÍNDICE DE CONTENIDO.....	VI
ÍNDICE DE CUADROS .....	VIII
ÍNDICE DE FIGURAS. ....	IX
RESUMEN .....	XI
ABSTRACT .....	XII
INTRODUCCIÓN .....	XIII
CAPÍTULO I PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN .....	15
1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	15
1.2. FORMULACIÓN Y SISTEMATIZACIÓN DEL PROBLEMA:.....	17
1.2.1.PROBLEMA GENERAL: .....	17
1.2.2.PROBLEMAS ESPECÍFICOS: .....	17
1.3. JUSTIFICACIÓN: .....	17
1.3.1.JUSTIFICACIÓN SOCIAL .....	17
1.3.2.JUSTIFICACIÓN METODOLOGÍA.....	17
1.4. DELIMITACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN.....	18
1.4.1.ESPACIAL.....	18
1.4.2.TEMPORAL.....	18
1.5. LIMITACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN.....	18
1.5.1.FINANCIERA.....	18
1.5.2.LOGÍSTICA .....	18
1.6. OBJETIVOS .....	19
1.6.1.OBJETIVO GENERAL:.....	19
1.6.2.OBJETIVOS ESPECÍFICOS: .....	19
CAPÍTULO II MARCO TEORICO.....	20
2.1. ANTECEDENTES DEL ESTUDIO DE INVESTIGACIÓN.....	20
2.1.1.ANTECEDENTES NACIONALES .....	20
2.1.2.ANTECEDENTES INTERNACIONALES.....	21
2.2. MARCO CONCEPTUAL.....	23
2.2.1.SONORIZADORES .....	23
2.2.2.REDUCTOR DE VELOCIDAD TIPO RESALTO.....	24
2.2.3.Reductores de velocidad .....	26
2.2.4.MÉTODO DE DISEÑOS UTILIZADOS.....	27
2.2.5.PROPIEDADES DE LOS MATERIALES ESTABLECIDAS.....	27

2.2.6.DISEÑO DE LAS DIMENSIONES DEL SONORIZADOR .....	28
2.2.7.DISEÑO DE LAS DIMENSIONES DE LA ZONA RUGOSAS DEL SONORIZADOR .....	30
2.2.8.COMPARACIÓN DE FRANJAS RUGOSAS: .....	32
2.2.9.NIVEL RUIDO PERMITIDO PARA LOS SONORIZADORES .....	33
2.3. DEFINICIÓN DE TÉRMINOS BÁSICOS .....	34
2.4. HIPÓTESIS .....	35
2.4.1.HIPÓTESIS GENERAL .....	35
2.4.2.HIPÓTESIS ESPECÍFICOS .....	35
2.5. VARIABLES.....	36
2.5.1.DEFINICIÓN CONCEPTUAL DE LAS VARIABLES.....	36
2.5.2.DEFINICIÓN OPERACIONAL DE LAS VARIABLES .....	38
2.6. BASES LEGALES .....	38
CAPÍTULO III METODOLOGIA.....	39
3.1. MÉTODO DE INVESTIGACIÓN .....	39
3.2. TIPO DE INVESTIGACIÓN .....	39
3.3. NIVEL DE INVESTIGACIÓN .....	39
3.4. DISEÑO DE INVESTIGACIÓN.....	39
3.5. POBLACIÓN Y MUESTRA.....	40
3.6. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS .....	40
3.6.1.TÉCNICAS .....	40
3.6.2.INSTRUMENTOS.....	40
3.7. PROCEDIMIENTO DE LA INFORMACIÓN.....	40
3.8. TÉCNICA Y ANÁLISIS DE LOS DATOS .....	41
3.8.1.ANÁLISIS DE CAMPO .....	41
3.8.2.METODOLOGÍA DE DISEÑO .....	48
CAPÍTULO IV RESULTADOS.....	62
3.9. RESULTADOS DE INVESTIGACIÓN .....	62
CAPÍTULO V DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....	97
CONCLUSIONES .....	98
RECOMENDACIONES .....	99
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	100
ANEXO: 1 Matriz de Consistencia .....	101
ANEXO: 2 Planos, Instrumentos, Otros y Fotos.....	104

## ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro N° 1. Categoría de Subrasante .....	28
Cuadro N° 2. CBR mínimos recomendados para la Subbase granular .....	28
Cuadro N° 3 Resumen de especificaciones para .....	29
Cuadro N° 4. Peso máximo de ejes o conjunto de ejes.....	31
Cuadro N° 5. Nivel de presión sonora para algunas fuentes sonoras y ambientales acústicas típicas .....	33
Cuadro N° 6. La transferencia de cargas por deformaciones. ....	38
Cuadro N° 7. Coordenadas del eje de los.....	46
Cuadro N° 8. Datos de Campo coordenadas.....	47
Cuadro N° 9. La longitud del tramo en estudio .....	49
Cuadro N° 10. Carreteras Pavimentadas de.....	51
Cuadro N° 11. Datos Para el Diseño Geométrico.....	51
Cuadro N° 12. Factor De Corrección Estacional (Fce) .....	54
Cuadro N° 13. Factores de Distribución direccional y de Carril para determinar el Tránsito en el Carril de Diseño.....	56
Cuadro N° 14. Numero de repeticiones Acumuladas de Ejes Equivalentes de 8.2t, en el Carril de Diseño Para Pavimentos Flexibles, Semirrígidos y Rígidos.....	59
Cuadro N° 15. Planilla de Metrados.....	88
Cuadro N° 16. Presupuesto .....	89
Cuadro N° 17. Costo de Sonorizador .....	89
Cuadro N° 18. Precios Y Cantidades de Recursos Requeridos .....	90
Cuadro N° 19. Análisis De Precios Unitarios .....	91
Cuadro N° 20. Análisis De Precios Unitarios .....	92
Cuadro N° 21. Análisis De Precios Unitarios .....	93
Cuadro N° 22. Análisis De Precios Unitarios .....	94
Cuadro N° 23. Cronograma de Ejecución de proyecto .....	95
Cuadro N° 24. Proceso Constructivo de la incorporación del sonorizador.....	96
Cuadro N° 25. Distribución en marcas longitudinales.....	127
Cuadro N° 26. Requerimientos de calidad para bases y sub bases granulares.....	148
Cuadro N° 27. ESAL en carril de diseño.....	148
Cuadro N° 28. Periodo de Vida Útil .....	153
Cuadro N° 29. La transferencia de cargas por deformaciones .....	157
Cuadro N° 30. Tiempo en que tarda el agua en ser evacuado .....	157



## ÍNDICE DE FIGURAS.

Figura N° 1. Dimensiones de Neumático .....	30
Figura N° 2. Franja rugosa con espaciamentos de 5cm .....	32
Figura N° 3. Franja rugosa con espaciamentos de 10 cm .....	32
Figura N° 4. Franja rugosa con espaciamentos de 30 cm .....	32
Figura N° 5. Visor de la infraestructura de transporte .....	55
Figura N° 6. Tasa De Crecimiento Anual Del PBI Regional.....	57
Figura N° 7. Tasa De Crecimiento Poblacional.....	58
Figura N° 8. Ecuación Aashto 93.....	85
Figura N° 9. Captaforo .....	111
Figura N° 10. Líneas con espaciamiento logarítmico para una velocidad de entrada de 50 km/h y velocidad de salida de 30 km/h. ....	115
Figura N° 11. Características de los resaltos.....	116
Figura N° 12. Características de las juntas (rellenas con asfalto).....	116
Figura N° 13. Resalto virtual (dimensiones en metros).....	117
Figura N° 14. Resalto portátil.....	118
Figura N° 15. Uso combinado de reductores de velocidad (resaltos - sonorizadores) .....	118
Figura N° 16. Secuencia típica reductores de velocidad tipo resalto y sonorizadores (representación en perspectiva), medidas en metros.....	119
Figura N° 17. Sonorizador prefabricado.....	119
Figura N° 18. Sonorizador fabricado en el sitio.....	120
Figura N° 19. Detalle Sonorizador fabricado en el sitio.....	120
Figura N° 20. Banda sonora construida con estoperoles.....	122
Figura N° 21. Delineadores de piso .....	126
Figura N° 22. Tachones y bordillos .....	130
Figura N° 23. Estructura del pavimento flexible .....	146
Figura N° 24. Ecuación de Método AASHTO 93 .....	147
Figura N° 25. Diseño de Pavimento Rígido .....	151
Figura N° 26. Ecuación Método AASHTO 93 para Pavimento Rígido. ....	152
Figura N° 27. Transferencia de cargas .....	156
Figura N° 28. Reductor de velocidad tipo resalto.....	167
Figura N° 29. Reductor de velocidad tipo resalto antes de una curva sinuosa. ....	167
Figura N° 30. Señal de proximidad de reductor de velocidad tipo resalto....	168
Figura N° 31. Señal de velocidad máxima permitida .....	168

Figura N° 32. Curva con pendiente pronunciada .....	169
Figura N° 33. Señal reducción de calzada al lado izquierdo.....	169
Figura N° 34. Señal curva en U a la derecha.....	170
Figura N° 35. Señal de prohibido adelanto .....	170
Figura N° 36. Señalización de falla geológica.....	171
Figura N° 37. Curvas sinuosas .....	171
Figura N° 38. Señal de curva izquierda .....	172
Figura N° 39. Señal empalme en el ángulo recto con vía lateral a la derecha.....	172
Figura N° 40. Visualización de Sonorizador con Vehículos Pesados .....	173
Figura N° 41. Visualización de Sonorizador con Vehículos Ligero .....	173

## **RESUMEN**

La presente investigación plantea como problema general ¿Cuáles son las características de diseño de sonorizador a emplearse en los reductores de velocidad en la carretera Mariscal Castilla, tramo Acostambo – Izcuchaca – Huancavelica 2017?, se plantea como objetivo general, determinar las características de diseño del sonorizador a emplearse en los reductores de velocidad en la carretera Mariscal Castilla, tramo Acostambo – Izcuchaca – Huancavelica 2017 y cuya hipótesis general: “Si es factible determinar las características de diseño del sonorizador a emplearse en los reductores de velocidad tipo resalto en la carretera Mariscal Castilla, tramo Acostambo – Izcuchaca – Huancavelica 2017”.

El tipo de investigación es aplicado, y el nivel de investigación es descriptivo - explicativo y correlacional, el diseño es no experimental.

La conclusión fundamentada a la que se llegó con la colocación de 34 sonorizadores antes y después de cada reductor de velocidad, es inducir al conductor del vehículo a reducir la velocidad, para así disminuir los accidentes que se presentan en la carretera Mariscal Castilla, tramos Acostambo - Izcuchaca.

### **Palabras claves:**

Diseño Sonorizador, reductor de velocidad.

## **ABSTRACT**

The present investigation poses as a general problem. What are the sound design characteristics to be used in the speed bumps on the Mariscal Castilla road, Acostambo - Izcuchaca - Huancavelica 2017 section ?, the general objective is to determine the design characteristics of the sound conductor to be used in the speed bumps on the Mariscal Castilla road, Acostambo - Izcuchaca - Huancavelica 2017 section and whose general hypothesis: "If it is feasible to determine the design characteristics of the sonorizer to be used in the speed bumps type on the Mariscal highway Castilla, section Acostambo - Izcuchaca - Huancavelica 2017 ".

The type of research is applied, and the level of research is descriptive - explanatory and correlational, the design is non-experimental.

The substantiated conclusion that came with the placement of 34 voices before and after each speed bumps, is to induce the driver of the vehicle to reduce the speed, in order to reduce the accidents that occur in the Mariscal Castilla road, Acostambo sections - Izcuchaca.

### **Keywords:**

Rumble strips, speed reducer.

## INTRODUCCIÓN

La presente investigación va a tratar exclusivamente de determinar el “DISEÑO DE SONORIZADORES A EMPLEARSE EN REDUCTORES DE VELOCIDAD EN LA CARRETERA MARISCAL CASTILLA - TRAMO ACOSTAMBO - IZCUCHACA - HUANCVELICA 2017”, el cual se ha elaborado, según las normas establecidas por la Facultad de Ingeniería de la Universidad Peruana Los Andes.

El sonorizador que se propone anticipara al conductor de vehículo a reducir la velocidad máxima permitida, a fin de prevenir accidentes en la carretera Mariscal Castilla, debido algunos factores físico y socio culturales, que provocan estos fatales accidentes ya que esta carretera está considerado como una carretera de primera clase, el cual es denominado la quinta ruta alterna de Lima a Huancayo, por problemas climáticos en épocas de lluvia, por lo que en esos meses se observa alto tránsito vehicular que a su vez genera mayores accidentes.

En la presente tesis se realiza el diseño del sonorizador a incorporarse en los reductores de velocidad con un sistema poco utilizado en el país. Este proyecto se compara con las bandas sonoras construidas con estoperoles, por lo cual se analizan los costos, procedimientos de instalación y se determina finalmente el dispositivo más apropiado a adoptar.

La carretera Mariscal Castilla en el tramo Acostambo – Izcuchaca presenta un topografía abrupta con curvas muy sinuosas en las cuales el Ministerio de Transportes y Comunicaciones ha instalado 17 reductores de velocidad tipo resalto con sus respectivas señalizaciones preventivas (velocidad máxima de circulación, reductores de velocidad), las mismas que en su gran mayoría no son respetadas por los transportistas, ante este problema se plantea diseñar y proponer la incorporación de un sistema de sonorizadores o tramos estriados, los cuales son dispositivos reductores de velocidad constituidos por franjas rugosas que se instalan a nivel de la rasante de la vía causando vibraciones al

vehículo y ruido, lo cual al ser percibido por el conductor hace que este preste más atención al manejo, disminuya la velocidad y atienda las señales de tránsito. Para comprender el proceso de la investigación desarrollada en esta tesis se consideró conveniente distribuirla en 6 capítulos de la siguiente manera:

- El Capítulo I, se enfoca el planteamiento del problema, descripción de la realidad del problema, la formulación de problema de investigación, el objetivo general y específico, justificación de la investigación, delimitación de la investigación y culmina limitación de la investigación.
- El Capítulo II, se hace referencia al marco teórico, antecedentes del estudio de investigación, antecedentes internacionales y antecedentes nacionales, las bases teóricas, definiciones conceptuales, bases legales y definición y culmina con los términos básicos.
- El Capítulo III, describe la Hipótesis y variables, hipótesis general e hipótesis específica, variable, y culmina definición conceptual de las variables y definición operacional de las variables.
- El Capítulo IV: trata sobre la metodología de la investigación, diseño de investigación, nivel de investigación, método de investigación, universo población y muestra, técnicas e instrumentos de recolección de datos y culmina tipo de investigación.
- El Capítulo V: Sobre el análisis e interpretación de resultados, análisis de datos, análisis de campo y metodología de diseño, prueba de hipótesis y culmina discusión de resultados.
- El Capítulo VI: culminando esta investigación con las conclusiones recomendaciones, fuentes de información y anexos.

Asimismo espero que los resultados de la presente investigación ayuden a difundir la implementación de los sonorizadores y sean una opción para considerarla en el diseño de carreteras a fin de reducir accidentes.

La incorporación de sonorizadores prevendrá y reducirá los accidentes en la carretera Mariscal Castilla.

# **CAPÍTULO I**

## **PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN**

### **1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

La carretera Mariscal Castilla Huancayo – Huancavelica es una vía de alta circulación vehicular y ante los problemas que se presentan en la carretera central de Huancayo a Lima, el Ministerio de Transportes y Comunicaciones la declaró como una alternativa para unir la zona central con la capital denominándola como la Quinta ruta alterna: Carretera PNS Cañete - San Clemente – Huaytará- Pte. Rumichaca – Santa Inés – Huancavelica – Huando- Izcuchaca – Acostambo – Huancayo, en el que transitan:

- Vehículos ligeros
- Microbuses tipo Custer
- Camiones de 2 a más ejes
- Buses de 1 y 2 pisos

La carretera Mariscal Castilla está catalogada por el Ministerio de Transportes y Comunicaciones como una carretera de primera clase esto debido a su índice medio diario anual (IMDA) que se encuentra entre los intervalos de 4001 a 2001 vehículos por día.

Ante el colapso de la carretera central por el fenómeno del niño costero se incrementó el flujo de vehículos de transporte público y de carga pesada, evidenciándose un incremento de accidentes de tránsito.

La amenaza de la accidentabilidad de tránsito se compone por algunos factores como pueden ser físicos y comportamiento socio culturales.

La carretera que se encuentra en condiciones favorables de transitabilidad vehicular y además cuenta con la señalización de tránsito tales como:

- Señales reguladoras o de reglamentación.
- Señales de prioridad.
- Señales de prohibición.
- Señales de restricción.
- Señales de velocidad máxima permitidas.
- Señales de Obligación.
- Señales de prevención.
- Señales preventivas por características geométricas horizontales de la vía.
- Señales preventivas por características geométricas verticales de la vía.
- Señales preventivas por características de la superficie de rodadura.
- Señales preventivas por restricciones físicas de la vía.
- Señales preventivas por características operativas de la vía.
- Señales de información.
- Señales de identificación vial.
- Señales de servicios generales.
- Señalización turística.

La carretera Mariscal Castilla en el tramo Acostambo – Izcuchaca presenta un topografía abrupta con curvas muy sinuosas en las cuales el Ministerio de Transportes y Comunicaciones ha instalado 17 reductores de velocidad tipo resalto con sus respectivas señalizaciones preventivas (velocidad máxima de circulación, reductores de velocidad) las cuales se pueden evidenciar en el panel fotográfico, las mismas que en su gran mayoría no son respetadas por los transportistas, ante este problema se plantea diseñar e incorporar un sistema de sonorizadores o tramos estriados el cual es un dispositivo reductor de velocidad constituido por franjas rugosas que se instalan a nivel de la rasante de la vía causando vibraciones al vehículo y ruido, lo cual al ser percibido por el conductor hace que este preste más atención al manejo, disminuya la velocidad y atienda las señales de tránsito.



## **1.2. FORMULACIÓN Y SISTEMATIZACIÓN DEL PROBLEMA:**

### **1.2.1. PROBLEMA GENERAL:**

¿Cuáles son las características de diseño del sonorizador a emplearse en reductores de velocidad en la carretera Mariscal Castilla, tramo Acostambo – Izcuchaca – Huancavelica 2017?

### **1.2.2. PROBLEMAS ESPECÍFICOS:**

- a) ¿Cuál es el tipo del sonorizador a emplearse en los reductores de velocidad en la carretera Mariscal Castilla, tramo Acostambo – Izcuchaca – Huancavelica 2017?
- b) ¿Cuál es el costo del sonorizador a emplearse en los reductores de velocidad en la carretera Mariscal Castilla, tramo Acostambo – Izcuchaca – Huancavelica 2017?
- c) ¿Cuál es el procedimiento de la instalación del sonorizador a emplearse en los reductores de velocidad en la carretera Mariscal Castilla, tramo Acostambo – Izcuchaca – Huancavelica 2017?

## **1.3. JUSTIFICACIÓN:**

La presente tesis de investigación tiene por finalidad realizar un análisis de las características técnicas de diseño de los diferentes sonorizadores que se pueden emplear en los reductores de velocidad tipo resalto en la carretera Mariscal Castilla, tramo Acostambo – Izcuchaca – Huancavelica 2017, planteándose como enfoque la parte de diseño, costo y el procedimiento de su instalación.

### **1.3.1. JUSTIFICACIÓN SOCIAL**

Con la investigación se contribuye a la mitigación de problemas referentes a la conducta sociocultural por el respeto por las señales de tránsito.

### **1.3.2. JUSTIFICACIÓN METODOLOGÍA**

En la presente investigación se hará uso de metodologías propias del autor donde se procesaran en forma sistemática la información teórica y de campo con la finalidad de diseñar el sonorizador que pueda emplearse en los reductores de velocidad.

El modelo de recopilación y procesamiento de información servirá de apoyo a otras investigaciones análogas.

## **1.4. DELIMITACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN**

### **1.4.1. ESPACIAL**

La investigación comprendió del diseño de sonorizadores a emplearse en reductores de velocidad en la carretera mariscal castilla – tramo Acostambo – Izcuchaca – Huancavelica en el año 2017.

### **1.4.2. TEMPORAL**

Se recopilaron datos para la investigación principalmente en el periodo comprendido del 27 de Abril al 27 de Julio del 2,017.

## **1.5. LIMITACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN**

### **1.5.1. FINANCIERA**

En la presente investigación la limitante económica está referida a la incorporación de sonorizadores en la carretera Mariscal Castilla en el tramo Acostambo – Izcuchaca, lo cual que involucraría un costo y paralización del transporte.

Una de las limitaciones es conseguir algunos datos estadísticos de otras investigaciones con la variable: sonorizador a emplearse en reductores de velocidad.

La limitación para realizar el estudio de tráfico es que se realizó solo por única vez debido a la distancia donde se encuentra nuestra investigación.

### **1.5.2. LOGÍSTICA**

Respecto a la limitación logística se establece que no se cuenta con información del uso de sonorizadores en los reductores de velocidad.

Otra de las limitaciones que se presento es la deficiente información por parte del Municipio ya que muy difícilmente accedieron a brindar información para realizar los estudios correspondientes.

## **1.6. OBJETIVOS**

### **1.6.1. OBJETIVO GENERAL:**

Determinar las características de diseño del sonorizador a emplearse en los reductores de velocidad en la carretera Mariscal Castilla, tramo Acostambo – Izcuchaca – Huancavelica 2017.

### **1.6.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS:**

- a) Determinar el tipo del sonorizador a emplearse en los reductores de velocidad en la carretera Mariscal Castilla, tramo Acostambo – Izcuchaca – Huancavelica 2017.
- b) Especificar el costo del sonorizador a emplearse en los reductores de velocidad en la carretera Mariscal Castilla, tramo Acostambo – Izcuchaca – Huancavelica 2017.
- c) Evaluar el procedimiento de la instalación del sonorizador a emplearse en los reductores de velocidad en la carretera Mariscal Castilla, tramo Acostambo – Izcuchaca – Huancavelica 2017.

## **CAPÍTULO II**

### **MARCO TEÓRICO**

#### **2.1. ANTECEDENTES DEL ESTUDIO DE INVESTIGACIÓN**

##### **2.1.1. ANTECEDENTES NACIONALES**

- a) Juan Carlos Dextre Quijandría xii CONGRESO NACIONAL DE INGENIERIA CIVIL HUANUCO 1999 TECNICAS PARA LOGRAR UN TRAFICO CALMADO.

En casi todas las ciudades importantes del mundo, se ha producido o se está produciendo un incremento importante del parque automotor, dentro de este crecimiento, es el automóvil particular, que por un lado ofrece la comodidad de movilizar personas de "puerta a puerta", el que tiene una mayor tasa de crecimiento y el que contribuye más en la congestión, contaminación y accidentes (en ciudades como Lima, el transporte público es uno de los principales responsables). Dentro de todos los problemas que genera el transporte motorizado, son los accidentes los que han alcanzado cifras aterradoras, por ejemplo en el año 1998 sólo en Lima Metropolitana se produjeron 54,829 accidentes que dejaron un saldo de 925 muertos<sup>1</sup>, teniendo en ese mismo año un total de 3,033 muertos a nivel nacional. En el Perú se producen 29 muertes por cada 10 mil vehículos, mientras que en países europeos está cifra es de sólo uno a dos muertos y si comparamos con un país más cercano como es Chile está cifra es de 7 muertos por cada 10,000 vehículos. El costo de los accidentes según el Consejo Nacional de Seguridad Vial se estima en 800 millones de dólares Anuales. Con la finalidad de disminuir la cantidad de accidentes y también su severidad, se han venido utilizando algunos dispositivos para reducir la velocidad de los vehículos, pero lamentablemente su colocación no ha sido el resultado de un estudio del tránsito y por lo general no solo no se ha resuelto el problema, sino que en muchos casos

se han originado problemas adicionales que se comentan en el siguiente capítulo.

En la página N° 4 realiza la siguiente referencia:

El 27 de marzo del presente año, el Diario el Comercio publica una entrevista al Técnico en ingeniería de tránsito, Antonio Escalante Noriega, en la cual sugiere reemplazar los tachones por sonorizadores, que tienen la característica de reducir la velocidad sin perjudicar la dirección del vehículo, indicando además que sólo se utilizarían en las vías rápidas.

- b) Ministerio de Transporte y Comunicaciones Mayo Del 2016  
MANUAL DE DISPOSITIVOS DE CONTROL DEL TRANSITO AUTOMOTOR PARA CALLES Y CARRETERAS.

Señales preventivas por características de la superficie de rodadura.

Previenen a los conductores de la proximidad de irregularidades sucesivas en la superficie de rodadura de la vía, las cuales pueden causar daños o desplazamientos que afecten el control de los vehículos. Deben removerse una vez concluya las condiciones que obligaron su instalación.

También se utilizara para prevenir la proximidad de reductores de velocidad tipo sonorizadores, bandas sonoras y otros.

### **2.1.2. ANTECEDENTES INTERNACIONALES**

- a) Los bachilleres: Adriana Carolina Grass y Lisseth Carolina Sierra Anaya, sustentaron en el año 2010 su tesis titulada: **ANÁLISIS DE LA INCIDENCIA DE LAS SEÑALES DE TRANSITO EN LOS INDICES DE ACCIDENTABILIDAD EN LA CIUDAD DE BUCARAMANGA**; Presentado en la Universidad industrial de Santander facultad de ingeniería físicomecánicas escuela de ingeniería civil Bucaramanga, con la finalidad de optar el título de ingeniero civil.

En la página N° 45 Un sonorizador es un dispositivo de concreto armado y corrugado, construido a nivel del suelo, el cual causa vibración y ruido, su objetivo es hacer que los conductores

reduzcan la velocidad de operación en sitios en donde existen riesgos de accidentabilidad. Deben ser complementados con la señalización vertical y horizontal correspondiente.

Su uso se recomienda para pendientes acentuadas, en las entradas a zonas urbanas, en la aproximación a curvas peligrosas, cuando se presentan estrechamientos en la vía, etc. Tampoco se deben usar en zonas residenciales y frente a hospitales, áreas de trabajo, zonas escolares, bibliotecas, etc., debido al alto grado de vibraciones y de ruido que generan. Estos dispositivos serán construidos a todo lo ancho de la calzada y estarán compuestos por segmentos de 5 m. de longitud, espaciados 10 m. pueden ser usados para alertar a los conductores en el caso de la existencia de reductores de velocidad tipo resalto, para disminuir el impacto en la presencia de estos.

- b) Los bachilleres: **EDUARDO ANDRES PEREZ GUTIERREZ y JORGE MARIO LASTRE RAMOS**, sustentó Cartagena de Indias, 22 de octubre de 2014, su tesis: **EVALUACIÓN DE PUNTOS CRÍTICOS DE ACCIDENTALIDAD VIAL EN LA CIUDAD DE SINCELEJO. Presentado** A la Facultad de Ingeniería programa de ingeniería civil, con la finalidad de optar el título profesional de Ingeniero Civil.

En la página N° 97 realiza la siguiente referencia:

- Mantenimiento de las señales verticales de tránsito existentes en la zona, carecen de buena posición, estado pulcro y excelente visibilidad; pues no tienen un estado óptimo que garantice el buen funcionamiento de la vía en este sector.
- Mantenimiento de señalizaciones horizontales, no son visibles para los usuarios.
- Reparación y parcheo en superficie de rodadura asfáltica en vía por presencia de daños (piel de cocodrilo).

- Implementación de sonorizadores en la vía, el cual causa trepidación y ruido, y transmite a los ocupantes de los vehículos una pequeña molestia cuando sobrepasan la velocidad máxima permitida. Induciendo a los conductores a reducir la velocidad de operación en sitios en donde existen riesgos de accidentalidad.

## **2.2. MARCO CONCEPTUAL**

### **2.2.1. SONORIZADORES**

Un sonorizador es un dispositivo de concreto armado y corrugado, construido a nivel del suelo, que causa trepidación y ruido, lo cual eventualmente transmite a los ocupantes de los vehículos una pequeña molestia cuando sobrepasan la velocidad máxima permitida. Su función es inducir a los conductores a reducir la velocidad de operación en sitios en donde existen riesgos de accidentalidad. Deben ser complementados con la señalización vertical y horizontal correspondiente.

Se recomienda su uso en casos de pendientes acentuadas, en las carreteras a las entradas a zonas urbanas, en la aproximación a curvas peligrosas, cuando se presente estrechamiento en la vía, etc. No deberá usarse en zonas residenciales y frente a hospitales, áreas de trabajo, zonas escolares, bibliotecas, etc., debido al alto grado de vibración y de ruido que generan. Estos dispositivos deberán ser contruidos a todo lo ancho de la calzada y estarán compuestos por dos segmentos de 5 m de longitud, espaciados entre si 10 m. Pueden ser usados para alertar a los conductores en el caso de la existencia de reductores de velocidad tipo resalto, para disminuir el impacto en la presencia de estos.

Se consideró para esta investigación dos tipos de sonorizadores:

#### **a) Sonorizador fabricados en el sitio**

El dispositivo tiene como finalidad realizarse en el sitio con los parámetros necesarios ya que este tipo de diseño es el más conveniente ya que reduce los costos y los procesos

constructivos están relacionados a los trabajos de un pavimento rígido.

**b) Sonorizador prefabricado**

El presente dispositivo se realiza con estructuras de acero establecido por bloques, y la instalación se realiza con maquinaria pesada y se necesita mano obra capacitada, por el cual el costo de la instalación supera al 40% de costo del sonorizador fabricado en el sitio con el costo aproximado de S/. 11243.62.

**2.2.2. REDUCTOR DE VELOCIDAD TIPO RESALTO**

**a) Definición**

Es un dispositivo estructural fijo, que opera como reductor de velocidad en los sectores de las carreteras que atraviesan las zonas urbanas, y que consiste en la elevación transversal de la calzada en una sección determinada de la vía.

**b) Función**

Reducir la velocidad de operación de los vehículos motorizados al ingresar a una zona de conflicto, asegurando que circulen con una velocidad controlada, lo cual permitirá un tránsito vehicular más seguro, disminuyendo los riesgos de accidentabilidad y creando una armonía entre los usuarios de la vía y el entorno de la zona de influencia.

**c) Criterios de Implementación**

- Los reductores de velocidad tipo resalto sólo serán instalados en las carreteras o tramos viales en tangente que atraviesan zonas urbanas, donde la velocidad de operación sea igual o menor a 50 km/h, y serán implementados junto con los elementos de señalización que adviertan al conductor de la presencia de este dispositivo.
- Cuando se encuentren velocidades de operación superiores a los 50km/h se deberá implantar una zona de



aproximación, que permita reducirla gradualmente hasta la velocidad esperada.

- Se implementarán en aquellas zonas donde los vehículos regularmente no cumplen los límites de velocidades de operación establecidas por la señalización de la vía, de acuerdo al Reglamento Nacional de Tránsito – Código de Tránsito (aprobado por D.S. N° 016-2009-MTC), representando esta acción un factor potencial de ocurrencia de accidentes.
- Mediante una Auditoría de Seguridad Vial o Inspección de Seguridad Vial será definido la necesidad, causa, ubicación, tipo, instalación o retiro del resalto de acuerdo a los parámetros técnicos mínimos establecidos en la presente Directiva, donde se debe prever las consecuencias positivas y/o negativas como: potencialidad ocurrencia de accidentes e incidentes, ruidos, molestias para los usuarios, vehículos, etc., y deberá ser aceptado por la comunidad receptora.
- Estos dispositivos deben estar puntualmente identificados con colores y forma, que contrasten con la calzada y según lo especificado en la presente directiva.
- Se implementaran en zonas de transición de Rural a Urbano y viceversa donde exista iluminación en la vía con un sistema de iluminación diferenciada a efectos de garantizar la visibilidad oportuna del dispositivo, su localización y la presencia de peatones.
- La autoridad competente autorizará la construcción del resalto y verificará que cuente con la señalización vertical y horizontal correspondiente, asimismo informará de su ubicación a los servicios de emergencias como: bomberos, ambulancias, policía nacional de carreteras, etc.
- Una vez que cesen las causas que justificaron su instalación, el resalto debe ser retirado.

#### **d) Tipos De Resalto**

- **Circular.-** Este tipo de resalto es de sección circular y puede colocarse en un solo carril o en toda la sección de la vía.
- **Trapezoidal.-** Este tipo de resalto es de sección trapezoidal y cubre toda la sección de la vía, también tiene la función de cruceo peatonal.
- **Virtual.-** Se denomina resalto virtual a una marca en el pavimento, el cual genera en el conductor la sensación de estar observando un resalto, con el propósito de inducirlo a disminuir la velocidad del vehículo. Por lo general se utiliza para complementar resaltos en serie.
- **Cojines.-** Este tipo de resalto no cubre toda la sección de la vía, su uso es para velocidades del orden de 50 a 60 km/h, con la finalidad de calmar la velocidad pero sin afectar la comodidad de los vehículos de emergencia, sin perjudicar el tiempo de respuesta en asistir, trasladar enfermos o heridos, incendios, etc.

#### **2.2.3. Reductores de velocidad**

La carencia de recursos para eliminar los conflictos de tránsito existentes, mediante obras convencionales costosas, han conducido a las autoridades tomar medidas operacionales y a construir obras físicas sobre la superficie de la vía, que obliguen a los conductores a disminuir su velocidad de circulación para efectuar la transición de una velocidad determinada a una de menor magnitud en un tramo relativamente corto.

Estos casos se presentan con frecuencia en situaciones Como las siguientes:

- Cuando se transita por una carretera y se llega a una población en donde es necesario circular a una menor velocidad.
- En zonas urbanas en donde se requiere transitar a bajas velocidades por la presencia permanente de peatones que Cruzan la vía.
- En zonas escolares ubicadas en áreas urbanas, con afluencia de menores de edad.
- En la llegada de estaciones de peaje.
- En algunas zonas residenciales en donde se requiera disminuir la velocidad de los vehículos por antecedentes de accidentalidad.
- Existen diversidad de dispositivos diseñados con el propósito de inducir al conductor a reducir su velocidad talud es cualquier superficie inclinada con respecto a la horizontal adoptando esa posición de forma temporal o permanente y con estructura de suelo o de roca.

#### **2.2.4. MÉTODO DE DISEÑOS UTILIZADOS**

Este estudio de investigación se analizó y diseñó utilizando la metodología empírica-mecanística, de acuerdo a lo establecido en los reglamentos vigentes, además se empleó programas de ingeniería que facilitaron el diseño de la investigación.

#### **2.2.5. PROPIEDADES DE LOS MATERIALES ESTABLECIDAS**

Capas de material granular y subrasante: Se considera la utilización de bases granulares con CBR de 80% y sub bases granulares con CBR de 40%.

Las características de la sub rasante sobre lo que asienta el pavimento, están definidas en (06) categorías de la sub rasante en base a su capacidad de soporte CBR.

Cuadro N° 1. Categoría de Subrasante

Categoría de Subrasante	CBR
So = subrasante Inadecuado	CBR < 3%
S1 = subrasante Insuficiente	De CBR $\geq$ 3% A CBR < 6%
S2 = subrasante Regular	De CBR $\geq$ 6% A CBR < 10%
S3 = subrasante Bueno	De CBR $\geq$ 10% A CBR < 20%
<b>S4 = subrasante Muy Bueno</b>	<b>De CBR <math>\geq</math> 20% A CBR &lt; 30%</b>
S5 = subrasante Excelente	CBR $\geq$ 30%

Fuente: Elaboración propia

Cuadro N° 2. CBR mínimos recomendados para la Subbase granular De pavimentos rígidos según intensidad de tráfico expresado en EE.

Trafico	Ensayo Norma	requerimiento
Para trafico $\leq$ 15x10 <sup>6</sup> EE	MTC E 132	<b>CBR mínimo 40% (1)</b>
Para trafico $>$ 15x10 <sup>6</sup> EE	MTC E 1232	CBR mínimo 60% (1)

(1) Referido al 100% de la máxima Densidad Seca y una Penetración de carga de 0.1" (2.5mm).

### 2.2.6. DISEÑO DE LAS DIMENSIONES DEL SONORIZADOR

Con la finalidad de uniformizar criterios de forma geométrica se diseñó las dimensiones en función al espaciamiento entre justas, relacionados a proyectos de pavimentos rígidos, el cual esta considera multiplicar veinticuatro (24) veces el espesor de la loza diseñada, por lo que se representa en el siguiente cuadro.

Cuadro N° 3 Resumen de especificaciones para colocación de juntas.

Espesor de la losa	1	2	3	4
	Espaciamiento entre juntas	Profundidad de corte de juntas	Profundidad del material del sellado	Ancho del corte para la junta
15	360	5.00	1.00	0.50
16	384	5.33	1.07	0.53
17	408	5.67	1.13	0.57
18	432	6.00	1.20	0.60
19	456	6.33	1.27	0.63
20	480	6.67	1.33	0.67
21	504	7.00	1.40	0.70
22	528	7.33	1.47	0.73
23	552	7.67	1.53	0.77
24	576	8.00	1.60	0.80
25	600	8.33	1.67	0.83
26	624	8.67	1.73	0.87
27	648	9.00	1.80	0.90
<b>28</b>	<b>672</b>	<b>9.33</b>	<b>1.87</b>	<b>0.93</b>
29	696	9.67	1.93	0.97
30	720	10.00	2.00	1.00
31	744	10.33	2.07	1.03
32	768	10.67	2.13	1.07
33	792	11.00	2.20	1.10
34	816	11.33	2.27	1.13
35	840	11.67	2.33	1.17

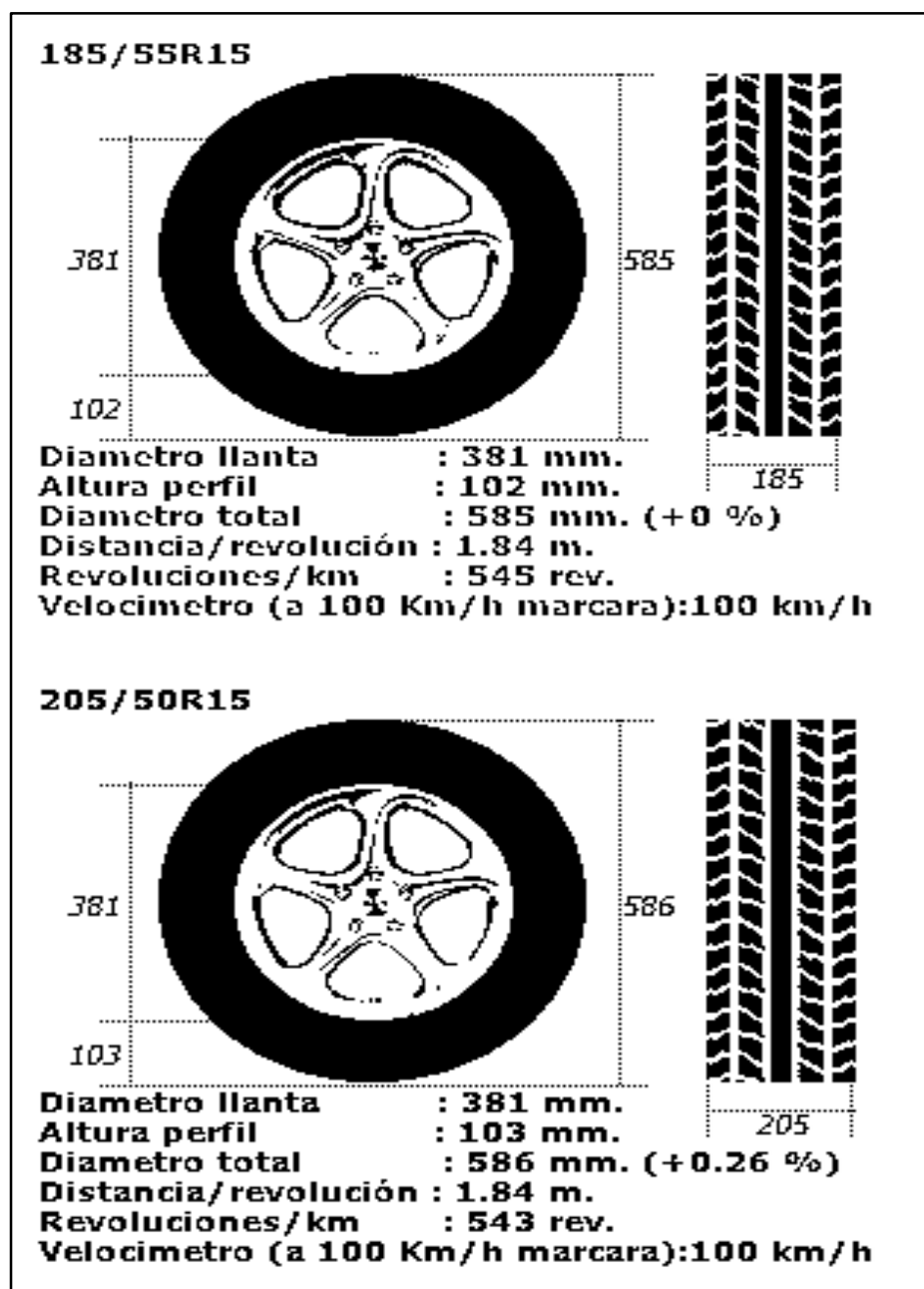
Columna 1: el espaciamiento entre juntas, es 24 veces el espesor de la losa, en centímetros.

La presente investigación se elaborara con las dimensiones de 5m de ancho y 3.6 m de largo, el cual cumple con la definición explicada.

## 2.2.7. DISEÑO DE LAS DIMENSIONES DE LA ZONA RUGOSAS DEL SONORIZADOR



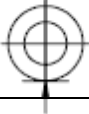

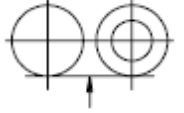

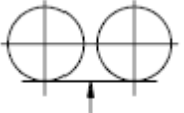
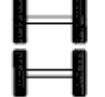
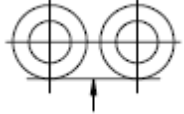
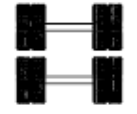
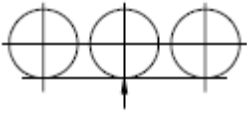
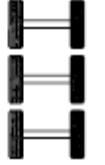
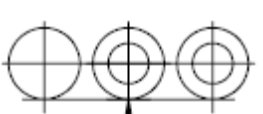
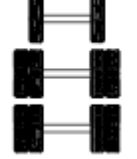
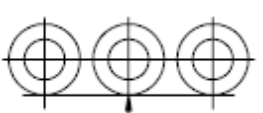
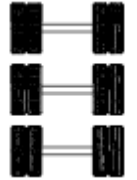
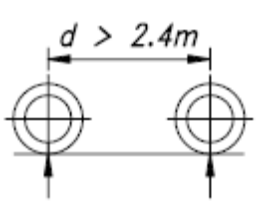
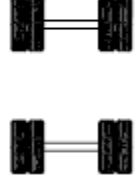
El dispositivo que se encuentra en análisis cuenta con un concreto corrugado el cual las dimensiones está planteado por el tamaño del neumático de los vehículos, el cual detallamos.

Figura N° 1. Dimensiones de Neumático



Fuente: [www.bmwfaq.org](http://www.bmwfaq.org)

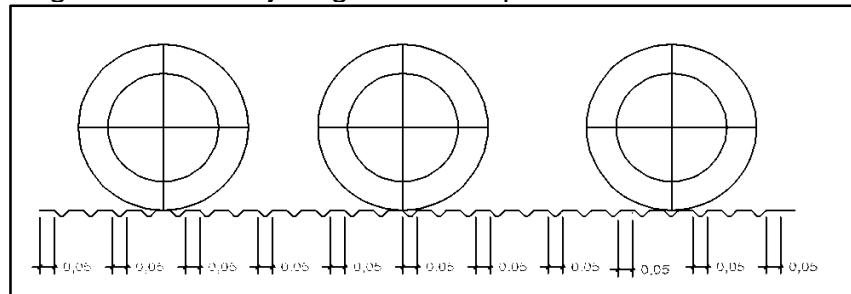
Cuadro N° 4. Peso máximo de ejes o conjunto de ejes

Conjun- to de eje(s)	Nomen- clatura	Simbología	N° de Neumá- ticos	Grafico	Peso Máxim o por ejes
Simple	1RS		02		7
Simple	1RD		04		11
Doble	1RS+1 RD		06		16
Doble	2RS		04		12
Doble	2RD		08		18
Triple	3RS		06		16
triple	1RS+2 RD		10		23
Triple	3RD		12		25
Doble Separa- do	1RD+1 RD		08		11+11

### 2.2.8. COMPARACIÓN DE FRANJAS RUGOSAS:

Las dimensiones de las franjas rugosas de 5cm generan mínimo ruido, ya que los neumáticos se encuentran continuos y al nivel de la rasante.

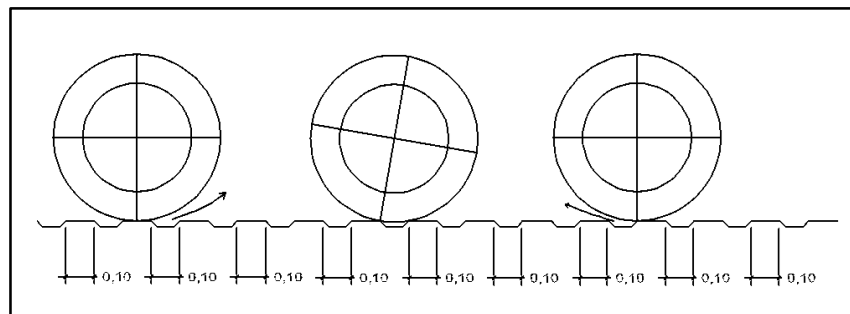
Figura N° 2. Franja rugosa con espaciamentos de 5cm



Fuente: Propia

Las dimensiones de las franjas rugosas de 10cm generan un adecuado ruido, debido a que el neumático ingresa a un espacio de vacío.

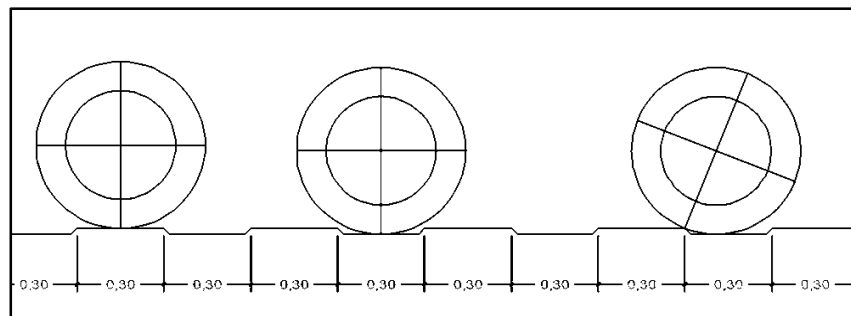
Figura N° 3. Franja rugosa con espaciamentos de 10 cm



Fuente: Propia

Las dimensiones de las franjas rugosas de 30cm no generan ruido, debido a que el neumático ingresa y sale a la superficie de la rasante generando baches.

Figura N° 4. Franja rugosa con espaciamentos de 30 cm



Fuente: Propia



### 2.2.9. NIVEL RUIDO PERMITIDO PARA LOS SONORIZADORES

Uno de los aspectos relevantes a considerar es el ruido que generaría un sonorizador el cual se hace una comparación con estudios realizados por el Instituto Mexicano del Transporte, con la finalidad de determinar los niveles de ruido que se deben de aplicar en las normas mexicanas.

Cuadro N° 5. Nivel de presión sonora para algunas fuentes sonoras y ambientales acústicas típicas

FUENTE	L <sub>p</sub> (dBA)
Umbral de dolor	120
Discoteca a todo volumen	110
Martillo neumático a 2 m	105
Ambiente industrial ruidoso	90
Piano a 1 m con fuerza media	80
Automóvil silencioso a 2 m	70
Conversación normal	60
Ruido urbano de noche	50
Habitación interior (día)	40
Habitación interior (noche)	30
Estudio de grabación	20
Cámara sonoamortiguada	10
Umbral de audición a 1 kHz	0

Fuente: Ministerio de Obras Públicas, Transporte y Medio Ambiente, Dirección General de carreteras, Reducción de ruido en el entorno de las carreteras, OCDE, Francia (1995).

Proporciona diferentes valores de la presión sonora para algunas fuentes y ambientes acústicos típicos, medidas en decibeles con ponderación A. Estos valores proporcionan una medida objetiva del sonido relacionada con efectos deletéreos para la salud y la tranquilidad, así como la interferencia con diversas actividades cotidianas, por ejemplo dormir, estudiar, etc.

Con base en valores recomendados por la Organización Mundial de la Salud OMS y la Organización para la Cooperación Económica y Desarrollo OCDE, sería deseable que un nivel inicial máximo permisible de ruido en carreteras, fuese de **70 dB(A)**, valor propuesto por la OCDE para carreteras ya existentes y que implica un riesgo menor para el aparato auditivo, aun cuando se escuche durante periodos mayores de 8 h.

## 2.3. DEFINICIÓN DE TÉRMINOS BÁSICOS

**SONORIZADOR.-** Un sonorizador es un dispositivo de concreto armado y corrugado.

**BASE.-** Capa de suelo compactado, debajo de la superficie de rodadura de un pavimento.

**BOMBEO DE LA PISTA.-** Pendiente transversal contada a partir del eje de la pista con que termina una superficie de rodadura vehicular, se expresa en porcentaje.

**CALZADA.-** Porción de pavimento destinado a servir como superficie de rodadura vehicular.

**CORTE.-** Sección de corte.

**BERMA.-** Franjas longitudinales, comprendida entre el borde exterior de la calzada y la cuneta o el talud.

**CUNETETA.-** Estructura hidráulica descubierta, estrecha y de sentido longitudinal destinada al transporte de aguas de lluvia, generalmente situada al borde de la calzada.

**PAVIMENTO.-** Conjunto de capas superpuestas de diversos materiales para soportar el tránsito vehicular.

**PENDIENTE.-** inclinación del eje de la rasante del camino en el sentido de avance.

**PENDIENTE TRANSVERSAL.-** Representación gráfica de una sección ideal de corte Transversal de la carretera por un plano vertical y normal a la proyección horizontal del eje, en un punto cualquiera del mismo.

**RASANTE.-** representación altimétrica (cota) de la línea que sigue el eje de una carretera terminada en sentido longitudinal.

**SUBRASANTE (CAPA).-** Capa superior de la plataforma del camino sobre la que se coloca la estructura de la superficie de rodadura.

**CARPETA ASFÁLTICA.-** Capa de pavimento destinada a la circulación de vehículos que protege las capas inferiores y brinda comodidad y seguridad a los transeúntes.

**VEHÍCULO PESADO AUTOMOTOR.-** Omnibuses, camiones y similares, que utilizan las carreteras.

VEHÍCULOS LIGEROS AUTOMOTOR.- Vehículos diseñado para el transporte de personas; limitando a no más de 14 pasajeros sentados, incluye taxis, y automóviles privados, y camionetas pick –up de cargas con pasajeros.

ÍNDICE MEDIO DIARIO ANUAL (IMDA).- El total del tránsito anual dividido entre 365 días (promedio de transito diario, durante el año).

CARRIL.- Franja longitudinal en que está dividida la calzada, destinadas a la circulación vehicular.

PLATAFORMA.-Ancho total de la carretera en el nivel superior de la subrasante.

TRANSITO.- Vehículos y/o personas que recorren el camino, longitudinal o transversal.

NIVEL DE RASANTE DEL CAMINO.- Representación altimétrica (cota) de la línea que sigue el eje de una carretera terminada en sentido longitudinal.

## **2.4. HIPÓTESIS**

### **2.4.1. HIPÓTESIS GENERAL**

Es factible determinar las características de diseño del sonorizador a emplearse en los reductores de velocidad tipo resalto en la carretera Mariscal Castilla, tramo Acostambo – Izcuchaca – Huancavelica 2017.

### **2.4.2. HIPÓTESIS ESPECÍFICOS**

- a) El tipo del sonorizador a emplearse en los reductores de velocidad en la carretera Mariscal Castilla, tramo Acostambo – Izcuchaca – Huancavelica 2017, es factible y viable.
- b) La determinación del costo del sonorizador a emplearse en los reductores de velocidad en la carretera Mariscal Castilla, tramo Acostambo – Izcuchaca – Huancavelica 2017, es factible.
- c) La evaluación del procedimiento de la instalación del sonorizador a emplearse en los reductores de velocidad en la carretera Mariscal Castilla, tramo Acostambo – Izcuchaca – Huancavelica 2017, es viable.

## **2.5. VARIABLES**

### **2.5.1. DEFINICIÓN CONCEPTUAL DE LAS VARIABLES**

#### **a) VARIABLE INDEPENDIENTE (x):**

##### **SONORIZADOR**

Un sonorizador es un dispositivo reductor constituido por franjas rugosas construidas en concreto, termoplástico, asfalto, entre otros, y a nivel de la rasante de la vía, que causa vibración del vehículo ruido, lo cual eventualmente al ser percibido por el conductor hace que este preste más atención al manejo, disminuya la velocidad y atiendas las señales.

Su función es inducir a los conductores a reducir la velocidad de operación, en sitios en donde existen riesgos de accidentabilidad. Deben ser complementados con la señalización vertical y la demarcación indicada para los resaltos.

Estos dispositivos deberán ser construidos a todo lo ancho de la calzada y estarán compuestos por dos segmentos de 5 m de longitud, espaciados entre si 10 m. Pueden ser usados para alertar a los conductores en el caso de la existencia de reductores de velocidad tipo resalto, para disminuir el impacto en la presencia de estos.

Los sonorizadores pueden ser prefabricados o fabricados en el sitio.

#### **b) VARIABLE DEPENDIENTE (Y):**

##### **REDUCTORES DE VELOCIDAD**

##### **DEFINICIÓN**

Es un dispositivo estructural fijo, que opera como reductor de velocidad en los sectores de las carreteras que atraviesan las zonas urbanas, y que consiste en la elevación transversal de la calzada en una sección determinada de la vía.

##### **FUNCIÓN**

Reducir la velocidad de operación de los vehículos motorizados al ingresar a una zona de conflicto, asegurando que circulen con una velocidad controlada, lo cual permitirá un tránsito vehicular

más seguro, disminuyendo los riesgos de accidentalidad y creando una armonía entre los usuarios de la vía y el entorno de la zona de influencia.

### **CRITERIOS DE IMPLEMENTACIÓN**

- a. Los reductores de velocidad tipo resalto sólo serán instalados en las carreteras o tramos viales en tangente que atraviesan zonas urbanas, donde la velocidad de operación sea igual o menor a 50 km/h, y serán implementados junto con los elementos de señalización que adviertan al conductor de la presencia de este dispositivo.
- b. Cuando se encuentren velocidades de operación superiores a los 50km/h se deberá implantar una zona de aproximación, que permita reducirla gradualmente hasta la velocidad esperada.
- c. Se implementarán en aquellas zonas donde los vehículos regularmente no cumplen los límites de velocidades de operación establecidas por la señalización de la vía, de acuerdo al Reglamento Nacional de Tránsito – Código de Tránsito (aprobado por D.S. N° 016-2009-MTC), representando esta acción un factor potencial de ocurrencia de accidentes.
- d. Mediante una Auditoría de Seguridad Vial o Inspección de Seguridad Vial será definido la necesidad, causa, ubicación, tipo, instalación o retiro del resalto de acuerdo a los parámetros técnicos mínimos establecidos en la presente Directiva, donde se debe prever las consecuencias positivas y/o negativas como: potencialidad ocurrencia de accidentes e incidentes, ruidos, molestias para los usuarios, vehículos, etc., y deberá ser aceptado por la comunidad receptora.
- e. Estos dispositivos deben estar puntualmente identificados con colores y forma, que contrasten con la calzada y según lo especificado en la presente directiva.

- f. Se implementaran en zonas de transición de Rural a Urbano y viceversa donde exista iluminación en la vía con un sistema de iluminación diferenciada a efectos de garantizar la visibilidad oportuna del dispositivo, su localización y la presencia de peatones.
- g. La autoridad competente autorizará la construcción del resalto y verificará que cuente con la señalización vertical y horizontal correspondiente, asimismo informará de su ubicación a los servicios de emergencias como: bomberos, ambulancias, policía nacional de carreteras, etc.
- h. Una vez que cesen las causas que justificaron su instalación, el resalto debe ser retirado.

## 2.5.2. DEFINICIÓN OPERACIONAL DE LAS VARIABLES

Cuadro N° 6. La transferencia de cargas por deformaciones.

<b>Tipo de variable</b>	<b>Nombre de la variable</b>	<b>Indicadores</b>
<b>Variable Independiente</b>	Diseño Sonorizador.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Diseño de sonorizador.</li> <li>• Costo.</li> <li>• Procedimiento de instalación.</li> </ul>
<b>Variable Dependiente</b>	Reductor de velocidad.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Seguridad vial.</li> <li>• Respeto de norma de tránsito.</li> </ul>

Fuente: Propia

## 2.6. BASES LEGALES

Con los dispositivos y normas jurídicas enmarcadas en los D.S., Leyes, Artículos y Reglamentación del Ministerio de Transportes y Comunicaciones para la construcción, rehabilitación y conservación de carreteras en el Perú.

## **CAPÍTULO III METODOLOGÍA**

### **3.1. MÉTODO DE INVESTIGACIÓN**

El método de investigación es Inductivo – deductivo (observo luego deduzco)

### **3.2. TIPO DE INVESTIGACIÓN**

El tipo de investigación es aplicado, porque mediante la investigación se pretende dar solución a problemas que afectan a la sociedad.

### **3.3. NIVEL DE INVESTIGACIÓN**

El nivel de investigación es Descriptivo – Explicativo y Correlacional, tiene como propósito vincular la variable independiente con la variable dependiente para predecir su comportamiento a futuro.

### **3.4. DISEÑO DE INVESTIGACIÓN**

El diseño de la investigación es no experimental, porque se utilizan cuando el investigador pretende establecer el posible efecto de una causa.

### **3.5. POBLACIÓN Y MUESTRA.**

- **POBLACIÓN**

La población está comprendida por el tramo de carretera Mariscal Castilla – Huancayo - Huancavelica, en una extensión aproximada de 26+400km.

- **MUESTRA:**

El tipo de muestra es no aleatorio y para este estudio se seleccionó el tramo Acostambo – Izcuchaca, que afirma una topografía abrupta por lo cual se colocaron 34 sonorizadores en cada reductor de velocidad.

### **3.6. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS**

Se utilizarán referencias bibliográficas de diferentes autores, para así poder evaluar los datos obtenidos en campo, fotografías, además se tendrá un orden representativo en los datos que nos permitirán evaluar y/o la forma rápida y ordenada.

#### **3.6.1. TÉCNICAS**

Se utilizarán referencias bibliográficas de diferentes autores, para así poder evaluar los datos obtenidos en campo, fotografías, además de tendrá un orden representativo en los datos que nos permitirá evaluar y/o analizar de forma rápida y ordenada.

#### **3.6.2. INSTRUMENTOS**

En la presente investigación se utilizarán:

- Libreta de campo
- USB
- Computadora estacionaria
- Impresora
- Calculadora

### **3.7. PROCEDIMIENTO DE LA INFORMACIÓN**

Se hará uso de los siguientes programas que ayudarán a procesar y/o obtener datos:



- Civil-CAD 3D, para la obtención y procesamiento de datos del levantamiento topográfico
- Auto CAD, para la elaboración de los planos.
- Excel para cuadros comparativos y estadísticos.
- S10 para la elaboración de presupuesto.
- Project 2013.

### **3.8. TÉCNICA Y ANÁLISIS DE LOS DATOS**

Las técnicas que nos permitieron el procesamiento y análisis de datos, se realizaron considerando las técnicas de conteo vehicular, metrados, presupuesto, cronogramas, levantamientos topográficos y búsqueda de información en páginas del estado con la finalidad de confirmar los el diseño real de la investigación. Se presenta a diseñar el procedimiento de la investigación.

#### **3.8.1. ANÁLISIS DE CAMPO**

##### **a) ESTUDIO TOPOGRÁFICO**

###### **GENERALIDADES**

El presente documento constituye el informe correspondiente al levantamiento topográfico llevado a cabo a nivel de campo y gabinete, para la obtención de la información requerida para el desarrollo del presente proyecto denominado “DISEÑO DE SONORIZADORES A EMPLEARSE EN REDUCTORES DE VELOCIDAD EN LA CARRETERA MARISCAL CASTILLA – TRAMO ACOSTAMBO- IZCUCHACA – HUANCAVELICA 2017”. Se han efectuado levantamientos topográficos correspondientes a curvas de nivel y topografía del emplazamiento de las obras previstas, con el correspondiente establecimiento de los sistemas de control planimétrico, los mismos que están enlazados al sistema de coordenadas absolutas del Instituto Geográfico Nacional (IGN), ubicado en la plaza de Armas de Izcuchaca.

El presente documento describe los trabajos topográficos que se han realizado en las zonas donde se ejecutaran el proyecto como son: TRAMO ACOSTAMBO – IZCUCHACA.

Las zonas que comprende el proyecto se detallan en los planos correspondientes.

#### UBICACIÓN

DEPARTAMENTO / REGIÓN	:	HUANCAVELICA
PROVINCIA	:	HUANCAVELICA
DISTRITOS	:	ACOSTAMBO-IZCUCHACA
REGIÓN GEOGRÁFICA	:	SIERRA
ALTITUD	:	3,605.31 M.S.N.M.

#### **b) LOS ESTUDIOS REALIZADOS**

La secuencia realizada de los trabajos topográficos ha sido la siguiente:

- Recopilación de Información.
- Control Planimétrico.
- Curvas de Nivel.
- Levantamientos topográficos del área.
- Trabajos de Gabinete.

#### **c) TRABAJO TOPOGRÁFICO DE CAMPO.**

En primer lugar, se estudia la zona objeto del trabajo para organizar adecuadamente todo el trabajo que se ha de realizar en el tiempo acordado.

Posteriormente, se confecciona un plan de trabajo que al final de las diferentes fases dará como resultado el conjunto de los datos de campo imprescindibles para disponer de los valores numéricos necesarios para la confección de los planos.

Una vez analizada la zona, se procede a establecer la ubicación de todas las estaciones desde las que hay que medir, mediante unas radiaciones desde la estación, la totalidad de los puntos. La localización de todas las estaciones será de tal manera que se podrá dirigir, desde cada una de ellas, una visual recíproca, como mínimo, a otra estación.

Una vez analizado el trabajo a realizar, se ha de señalar en el mismo terreno los puntos más adecuados para el trabajo. Las señales estarán constituidas por unos puntos exactos que, posteriormente, quedaran reflejados en los cálculos y planos entregados con la documentación. Se procura siempre que los puntos escogidos sean fácilmente identificables en el terreno para una posterior utilización o comprobación de los datos facilitados. En los trabajos topográficos de precisión es importante evitar los errores de excentricidad procedentes de una falta de exactitud en el estacionamiento de la estación total y de los prismas. Para estacionar la estación total se centra el equipo mediante una plomada laser, se fija adecuadamente al terreno con el trípode y se nivela con respecto a un plano paralelo al terreno en el punto de la estación. Para estacionar las miras se sitúan éstas verticalmente sobre el punto que deseamos medir gracias a una plomada de burbuja.

Geoméricamente, entre estos ejes se verifican las siguientes relaciones matemáticas:

El eje de colimación es perpendicular al eje horizontal.

El eje de nivel es perpendicular al eje vertical.

El eje horizontal es perpendicular al eje vertical.

El hecho de que existan cuatro posibles ejes comporta la posibilidad de cometer errores angulares en cualquiera de las cuatro posibilidades. Por eso, se pueden evitar haciendo lecturas repetidas en diferentes posiciones del visor y realizar la media aritmética de los valores obtenidos.

La parte central del trabajo es la toma de datos de campo. Los puntos observados se miden por el método de radiación desde la estación o estaciones precisas para cubrir la totalidad del área a trabajar. Las estaciones forman una poligonal básica que cubre la totalidad de las visuales a todos los puntos de trabajo necesarios. Normalmente, y siempre que el trabajo lo permita, las poligonales básicas serán cerradas para realizar una compensación de los

errores. A todos los puntos y estaciones se les calcularán sus coordenadas con tal de dar al estudio un fundamento analítico. Las estaciones utilizadas, y que forman la poligonal básica, estarán materializadas en el terreno por unos hitos. El centro de los hitos corresponde exactamente a las coordenadas x, y, z de la estación.

En el estudio se considerarse las curvas de nivel a cada 0.20 m de desnivel en terrenos planos y cada 1.00 m en terrenos accidentados, en toda la extensión del proyecto. En el caso al levantamiento topográfico se tomó referencia al diseño de la carretera ya existente, para poder incorporar los sonorizadores. El plano topográfico se representará el Norte magnético de manera perpendicular al ancho del plano.

En los trabajos topográficos:

Las alturas de los puntos acotados en los planos no diferirán de las alturas verdaderas en 1/4 del valor de la equidistancia de las curvas de nivel.

#### **d) LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO**

Los trabajos de levantamiento topográfico se han realizado utilizando los equipos y personal siguiente:

#### **e) EQUIPO UTILIZADO Y PERSONAL**

##### **PERSONAL**

- Topógrafo.
- 01 Anotador.
- Ayudantes para el manejo de Portamiras.

##### **EQUIPO UTILIZADO**

##### **ESTACIÓN TOTAL**

- Marca : Topcon.
- Modelo : ES – 105.
- Año de fabricación : 2013.
- Serie : N° 160917.

- Precisión : 5mm.
- 02 Prisma : Topcon.
- 02 Bastón : 2.6 m.
- 01 Trípode de aluminio : Topcon.

#### **GPS NAVEGADOR**

- Marca : Garmin.
- Modelo : Etrex – 30.
- Precisión / Alcance : 3 m.

#### **EQUIPO DE CÓMPUTO**

- Laptop marca : HP.
- Modelo : Pavilion g7.

#### **INSTRUMENTOS Y MATERIALES**

- Brújula.
- 01 Cinta métrica (30m).
- 01 Wincha (5m).
- 01 Calculadora.
- 01 Cámara fotográfica.
- Pintura (Rojo).

Estos trabajos de levantamiento topográfico se han dibujado a escalas adecuadas y con la información más real posible de lo existente en el campo accidentes del terreno natural y artificial existente.

#### **f) TRABAJO DE GABINETE**

En general, todos los trabajos se realizaron combinando de forma tradicional información de libreta de campo de la información obtenida de los trabajos de levantamiento topográfico para la elaboración de las curvas de nivel correspondiente por cada calle y programas de cómputo como AutoCAD Civil 3d para el

procesamiento de la información y programas de dibujo AutoCAD para la elaboración de los Planos.

Asimismo se procedió en gabinete al ordenamiento de datos en hoja de cálculo en la computadora.

Los trabajos en gabinete en general han sido elaborados por el siguiente software:

- Topografía : Estación Total.
- Excel : En ordenamiento de datos de campo.
- Autocad civil : Para el Procesamiento de la Información, Curvas de Nivel.
- ACAD 2016 : Para los trabajos finales de dibujo.

**g) DATOS DE CAMPO**

Se presenta algunas coordenadas para del eje de la carretera y los reductores de velocidad.

Cuadro N° 7. Coordenadas del eje de los reductores de velocidad

PUNTO	ESTE	NORTE	COTA	DESCRIPCIÓN
1	494025.232	8633381.19	3605.31	REDUCTOR DE V.
2	494113.006	8633190.48	3603.03	REDUCTOR DE V.
3	494777.302	8629194.83	3085.71	REDUCTOR DE V.
4	494990.966	8628968.19	3068.48	REDUCTOR DE V.
5	495309.114	8628636.73	3047.69	REDUCTOR DE V.
6	495837.051	8627618.24	2983.74	REDUCTOR DE V.
7	496087.562	8627107.69	2985.29	REDUCTOR DE V.
8	496614.355	8625959.43	2958.84	REDUCTOR DE V.
9	497475.527	8625161.19	2931.85	REDUCTOR DE V.
10	497603.962	8624967.53	2924.39	REDUCTOR DE V.
11	498923.667	8621420.14	2921.33	REDUCTOR DE V.
12	499005.807	8620926.86	2912.53	REDUCTOR DE V.
13	499025.191	8620707.96	2908.09	REDUCTOR DE V.
14	499048.694	8620351.88	2920.23	REDUCTOR DE V.
15	499242.512	8619103.87	2912.48	REDUCTOR DE V.
16	499686.648	8618661.94	2912.91	REDUCTOR DE V.
17	500369.572	8618253.12	2912.47	REDUCTOR DE V.

Fuente: Propia

Cuadro N° 8. Datos de Campo coordenadas del eje de la carretera

PUNTO	ESTE	NORTE	COTA	DESCRIPCIÓN
1	493748	8633752	3611	EJE
20	494388	8633206	3590	EJE
40	495047	8633241	3569	EJE
60	495526	8633056	3559	EJE
80	495367	8632665	3529	EJE
100	495005	8631926	3502	EJE
120	494723	8631650	3472	EJE
140	494438	8631300	3461	EJE
160	494618	8631523	3441	EJE
180	494597	8631600	3429	EJE
200	494151	8631346	3389	EJE
220	493993	8630937	3361	EJE
240	493518	8630726	3314	EJE
260	493371	8630658	3300	EJE
280	493614	8630636	3280	EJE
300	493321	8630471	3248	EJE
320	493624	8630511	3239	EJE
340	493870	8630477	3221	EJE
360	493865	8630183	3208	EJE
400	493713	8629478	3133	EJE
420	494161	8629601	3135	EJE
440	494571	8629471	3123	EJE
460	494836	8629127	3080	EJE
480	495258	8628736	3028	EJE
500	495570	8628334	3015	EJE
520	495842	8627636	2992	EJE
540	496122	8627018	2984	EJE
560	496341	8626260	2981	EJE
580	496953	8625701	2950	EJE
600	497371	8625491	2946	EJE
620	497530	8625028	2929	EJE
640	497776	8624494	2923	EJE
660	497827	8623473	2921	EJE
680	498202	8622988	2927	EJE
700	498600	8622317	2937	EJE
720	498825	8621650	2919	EJE
740	499038	8620646	2913	EJE
760	499125	8619786	2910	EJE
780	499623	8618731	2913	EJE

Fuente: Propia

### **3.8.2. METODOLOGÍA DE DISEÑO**

#### **a) DISEÑO GEOMÉTRICO**

##### **Descripción del Proyecto.**

Proyecto de investigación comprende de 24+600 km de pavimento flexible, el cual cuenta con curvas sinuosas y una considerable pendiente, además comprende de 17 reductores de velocidad en el tramo Acostambo Izcuchaca el cual no es respetado por los conductores.

##### **Descripción de la Vía Existente.**

El distrito de Izcuchaca de la provincia de Huancavelica, en el tramo de investigación que comprende de la carretera Mariscal Castilla tramo Acostambo – Izcuchaca, denominado como red vial nacional une la repartición de La Oroya (Junín) - Pte. Internacional Desaguadero (Puno). El proyecto en mención es una red vial de primera clase.

La carretera de interés del presente proyecto tiene inicio precisamente en el Distrito de Acostambo km 0+000 y finaliza en el km 24+600 en el distrito de Izcuchaca.

##### **Características Geométricas.**

Para definir las características geométricas de la vía a mejorar se ha tomado en cuenta los Manuales de Carreteras - Diseño Geométrico de Carreteras DG – 2014.

##### **Geometría del Trazo.**

El trazo materia del presente estudio, se adapta a la geometría actual de la vía existente, conservando básicamente las características geométricas en planta y en perfil.

El mejoramiento para la transitabilidad del eje a nivel de pavimento, se adaptará a la topografía existente determinándose una longitud final total de 24+600 Km.

Se considerara una velocidad directriz del orden de 50 km/hr. Para una carretera de primera clase.



### **Tramos en Estudio.**

El estudio está comprendido en el tramo de inicio del proyecto, precisamente en la carretera de mariscal castilla desde en el distrito de Acostambo hasta el desvió de Izcuchaca.

### **Ubicación.**

El proyecto se encuentra ubicado geográficamente en:

- Departamento y región : Huancavelica.
- Provincia : Huancavelica.
- Distritos : Izcuchaca.

### **Punto inicial y punto final del trazo.**

El presente proyecto se realizara en la carretera Mariscal Castilla y se considera el inicio en el Distrito de Acostambo con la progresiva 0+000 y finaliza en el distrito de Izcuchaca progresiva 24+600.

### **Longitud del Trazo.**

*Cuadro N° 9. La longitud del tramo en estudio*

TRAMOS	DISTANCIAS (KM)
<b>CARRETERA MARISCAL CASTILLA</b> tramo Acostambo – Izcuchaca	
LONGITUD TOTAL	24+600
TRAMO EN ESTUDIO	17 reductores de velocidad

Fuente: Propia

### **Estado Actual.**

La carretera Mariscal Castilla Huancayo – Huancavelica es una vía de alta circulación y ante los problemas que se presentan en la carretera central de Huancayo a Lima, el ministerio de transportes la declaro como una alternativa para unir la zona central con la capital denominándola como la Quinta ruta alterna: Carretera PNS Cañete - San Clemente – Huaytará- Pte. Rumichaca – Santa Ines – Huancavelica – Huando- Izcuchaca – Acostambo – Huancayo, en el que transitan:

- Vehículos ligeros.
- Microbuses tipo Custer.

- Camiones de 2 a más ejes.
- Buses de 1 y 2 pisos.

La carretera Mariscal Castilla está catalogada por el Ministerio de Transportes y Comunicaciones como una carretera de 2da clase esto debido a su índice medio diario anual (IMDA) que se encuentra entre los intervalos de 4000 a 2001 vehículos por día. Comprende todo el tramo de estudio con pavimento flexible.

## **CRITERIOS GENERALES DE PROYECTO**

### **Definición y Características Técnicas de la vía existente**

Las características técnicas de diseño, han sido fijadas con concordancia de los antecedentes establecidos, las Normas vigentes correspondientes al Manual de Carreteras - Diseño Geométrico de Carreteras DG – 2014.

### **Clasificación de La Vía:**

En el presente estudio se determinara el Índice Medio Diario Anual (IMDA), el cual se definirá en base a la clasificación y conteo de vehículos que usualmente atraviesan la vía, cuáles serán sometidos a factores de corrección y proyecciones. Esto nos permitirá realizar el diseño de la carretera y definir su geometría, de acuerdo a la clasificación que establece el Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC), siendo estos los siguientes:

### **Primer Caso: Carreteras Pavimentadas De Alto Volumen De Tránsito**

La clasificación de Carreteras Pavimentadas de Alto Volumen de Tránsito basada al Índice Medio Diario (IMD), se establece en el Manual para el Diseño Geométrico de Carreteras – DG 2014 (MTC), establecidos por el Reglamento Nacional de Gestión de Infraestructura Vial aprobado por D.S. N° 034-2008-MTC

Cuadro N° 10. Carreteras Pavimentadas de Alto Volumen de Transito.

CLASIFICACIÓN	IMDA (VEH/DÍA)	DESCRIPCIÓN
CARRETERAS DE 1RA. CLASE	<b>Entre 4000-2001 veh/día</b>	Son aquellas con un IMDA entre 4000-2001 veh/día de una calzada de dos carriles (DC).

Fuente: Manual de Carreteras Diseño Geométrico DG-2014

Fuente: Manuales de Carreteras establecidos por el Reglamento Nacional de Gestión de Infraestructura Vial aprobado por D.S. N° 034-2008-MTC.

### DATOS ANALIZADOS PARA TENER CONSIDERACIÓN EN DISEÑO DE SONORIZADOR.

Cuadro N° 11. Datos Para el Diseño Geométrico

SEGÚN DISEÑO GEOMÉTRICO DE CARRETERAS DG – 2014.	CARRETERA MARISCAL CASTILLA
Clasificación según demanda	Carretera de primera clase
Clasificación por orografía	Terreno accidentado (tipo 3) Terreno escarpado (tipo 4)
Características de transito Índice medio diario anual	4000 -2001 veh/día
Velocidad de diseño	50-90 km/h
Distancia de visibilidad	Pendiente en nula o bajada 9% =74 Pendiente en subida 9%=58
Longitud de Tramos en tangente	L min.s (m)=69 L min.o (m)=139 L max(m)=835
Radios mínimos	Velocidad de diseño=50 km/h

Área rural (accidentado o escarpado)	<p>Peralte máximo asociado a V(en tanto por uno)=12</p> <p>Coeficiente de fricción transversal máximo asociado a V =0.16</p> <p>Radio calculado mínimo= 70,3m</p> <p>Radio redondeado mínimo=70m</p>
Longitud mínimo de curvas de transición	<p>Velocidad=50 km/h</p> <p>Radio min=70m</p> <p>J=0.5m/s<sup>3</sup></p> <p>Peralte máx.=12%</p> <p>A mín=55m</p> <p>Longitud de transición (L) Calculada=43m</p> <p>Redondeada=45m</p>
Diseño geométrico en perfil Pendientes mínimos Pendientes máximos	<p>P min =0.5%</p> <p>P max=7%</p>
Calzada superficial de rodadura en tangente	7.2m
Ancho de berma	2.6m
Valores de bombeo de la calzada	2.5 % precipitación >500 mm/año
Valores de peraltes máximos	<p>Zona rural (T. accidentado o escarpado)</p> <p>Absoluto= 12%</p> <p>Normal =8%</p>
Ancho mínimo de derecho de vía	Carretera de tercera clase = ancho mínimo 25m

Valores referenciales para taludes de cortes (relación H:V)	Clasificación de material de corte Altura 5-10m Roca fija =1:10 Roca suelta =1:4-1:2 Grava=1:1 Limo arcilloso o arcilla =1:1 Arena = requiere banquetas y/o estudio de estabilidad.
---	---

Fuente: Manual de Carreteras Diseño Geométrico DG-2014

## **b) RESULTADOS DIRECTOS DEL CONTEO VEHICULAR**

### **Resultados Obtenidos**

Luego de la consolidación y consistencia de la información recogida de los conteos, se obtuvo los resultados de los volúmenes de tráfico en la vía, por día, tipo de vehículo, por sentido, y el consolidado de ambos sentidos.

### **Factor de Corrección Estacional**

Los volúmenes de tráfico vehicular varían cada mes debido a múltiples factores: A las estaciones del año, las épocas de cosecha, lluvias, ferias semanales, vacaciones, festividades, entre otros. Por consiguiente es necesario afectar los valores obtenidos durante un período de tiempo, por un factor de corrección que lleve estos valores al Promedio Diario Anual. Para efectuar los cálculos correspondientes en el presente investigación se utilizan los factores publicados por el Ministerio de Transportes y Comunicaciones - Gerencia de Operaciones PROVIAS NACIONAL, datos propuestos al año 2006. de la estación Quilluas ya que el análisis se realizó en épocas de invierno y los vehículos se trasladaron de Lima a Huancayo por la Quinta Ruta Alterna.

Cuadro N° 12. Factor De Corrección Estacional (Fce)

<b>FACTOR DE CORRECCIÓN ESTACIONAL (FCE)</b>	
<b>TIPO DE VEHÍCULO</b>	<b>FACTOR DE CORRECCIÓN</b>
LIGEROS	1.007071
PESADOS	0.932131

Fuente: Ministerio de Transporte y Comunicaciones – MTC

### **Estación Principal**

Huertas (EP-1) : Acostambo.

Duración : 1 días.

Días : del domingo 21 de Mayo del 2017.

### **Resultados Obtenidos:**

Habiéndose efectuado en gabinete la consolidación y consistencia de la información recogida de los conteos se han obtenido resultados de los volúmenes de tráfico para cada día. En los cuadros se muestran los cuadros de los conteos de tráfico diarios, las variaciones horarias vehiculares por sentido y la Clasificación horaria y total para cada día de la semana. En el cuadro se resumen los recuentos de tráfico y la clasificación diaria para cada sentido y total en ambos sentidos.






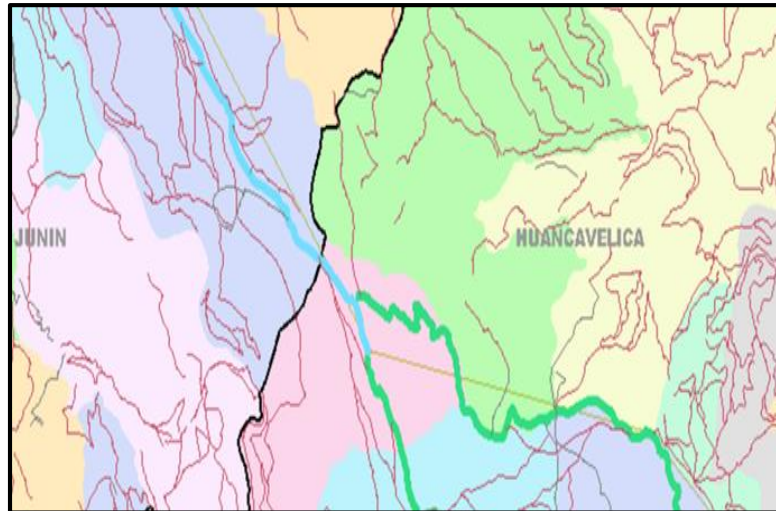
<b>Leyenda IMD 2006</b>	
	IMD<=300
	300<IMD<=1000
	<b>1000&lt;IMD&lt;=3000</b>
	3000<IMD<6000
	IMD>6000

Figura N° 5. Visor de la infraestructura de transporte



Fuente: Visor de la Infraestructura de Transportes  
(<http://www.geoidep.gob.pe>)

### **CALCULO DE EJES EQUIVALENTES DÍA CARRIL (EE día carril):**

El cálculo de ejes equivalentes día carril (EE DIA CARRIL), se tomó en consideración la estación de mayores vehículos pesados (E1).

Para el cálculo se utiliza la siguiente formula:

$$EE_{\text{dia - carril}} = IMDa * Fd * F_{\text{carril}} * F_{vp} * F_p$$

Dónde:

El Índice Medio Diario Anual (IMDA): Es el valor numérico estimado del tráfico vehicular en un determinado tramo de la red vial en un año.

Factor de Distribución Direccional (Fd) y Factor carril ( Fc), se obtiene del Manual de Carreteras – Sección Suelos y Pavimento del Ministerio de Transportes y Comunicaciones.

### **FACTORES DE DISTRIBUCIÓN DIRECCIONAL Y DE CARRIL PARA DETERMINAR EL TRÁNSITO EN EL CARRIL DE DISEÑO**

Cuadro N° 13. Factores de Distribución direccional y de Carril para determinar el Tránsito en el Carril de Diseño

Número de calzadas	Número de sentidos	Número de carriles por sentido	Factor Direccional (Fd)	Factor Carril (Fc)	Factor Ponderado Fd x Fc para carril de diseño
1 calzada (para IMDa total de la calzada)	1 sentido	1	1.00	1.00	1.00
	1 sentido	2	1.00	0.80	0.80
	1 sentido	3	1.00	0.60	0.60
	1 sentido	4	1.00	0.50	0.50
	2 sentidos	1	0.50	1.00	0.50
	2 sentidos	2	0.50	0.80	0.40
2 calzadas con separador central (para IMDa total de las dos calzadas)	2 sentidos	1	0.50	1.00	0.50
	2 sentidos	2	0.50	0.80	0.40
	2 sentidos	3	0.50	0.60	0.30
	2 sentidos	4	0.50	0.50	0.25

Fuente: Elaboración propia en base a datos de la Guía ASSHTO 93.

La relación de cargas por Ejes Equivalentes (EE) para Afirmados, Pavimentos Flexibles y Semirrígidos, que se obtiene del Cuadro 6.3 del Manual de Carreteras Sección Suelos, geología, geotecnia y pavimentos del Ministerio de Transportes y Comunicaciones.

**RELACIÓN DE CARGAS POR EJE PARA DETERMINAR EJES EQUIVALENTES (EE) PARA AFIRMADOS, PAVIMENTOS FLEXIBLES Y SEMIRRÍGIDOS.**

Factor Presión (Fp) de inflado de la llanta, el cual se obtiene del cuadro 6. 13 del Manual de Carreteras – Sección Suelos y Pavimento del Ministerio de Transportes y Comunicaciones.

**FACTOR DE AJUSTE POR PRESIÓN DE NEUMÁTICO (Fp) PARA EJES EQUIVALENTES (EE)**

Fp= 1 para el factor de presión de neumáticos de vehículos ligeros y para vehículos pesados, se tomó en cuenta la presión de contacto del neumático (80 lb).



## CÁLCULO DEL NUMERO DE REPETICIONES DE EJES EQUIVALENTES DE 8.2 tn (Nrep EE 8.2 tn):

El Nrep EE 8.2 tn se calcula multiplicando, el número EE día carril de vehículos de cada clase por 365 días del año y por Factor de Crecimiento Acumulado (Fca).

$$\text{Nrep de EE 8.2} = \text{EE Día Carril total} \times \text{Fca} \times 365$$

Calculo de factor de crecimiento acumulado por tipo de vehículo pesado (fca)

$$\text{Fca} = \frac{(1 + r)^n - 1}{r}$$

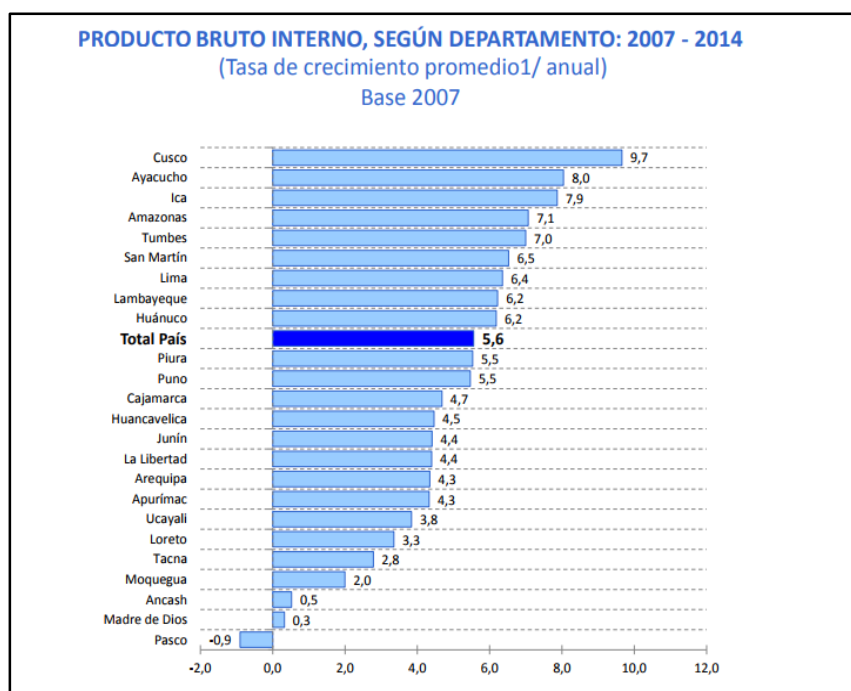
Donde:

r = tasa de crecimiento anual.

n = Periodo de diseño.

Tasa De Crecimiento Anual Del PVI Regional

Figura N° 6. Tasa De Crecimiento Anual Del PBI Regional



Fuente: Instituto Nacional de Estadísticas e Informáticas

Figura N° 7. Tasa De Crecimiento Poblacional

CUADRO N° 17 PERU: TASAS DE CRECIMIENTO GEOMETRICO MEDIO ANUAL SEGUN DEPARTAMENTOS, 1995-2015				
DEPARTAMENTOS	1995-2000	2000-2005	2005-2010	2010-2015
PERU	1.7	1.6	1.5	1.3
<b>COSTA</b>				
Callao	2.6	2.3	2.1	1.8
Ica	1.7	1.5	1.3	1.2
La Libertad	1.8	1.7	1.5	1.3
Lambayeque	2.0	1.9	1.7	1.5
Lima	1.9	1.7	1.5	1.3
Moquegua	1.7	1.6	1.4	1.3
Piura	1.3	1.2	1.1	0.9
Tacna	3.0	2.7	2.4	2.1
Tumbes	2.8	2.6	2.3	2.0
<b>SIERRA</b>				
Ancash	1.0	0.9	0.8	0.7
Apurímac	0.9	1.0	1.0	1.0
Arequipa	1.8	1.7	1.5	1.3
Ayacucho	0.1	0.3	0.4	0.4
Cajamarca	1.2	1.2	1.1	0.9
Cusco	1.2	1.2	1.1	1.0
Huancavelica	0.9	1.0	0.9	0.9
Huánuco	2.0	1.8	1.7	1.6
Junín	1.2	1.2	1.0	0.9
Pasco	0.4	0.6	0.5	0.4
Puno	1.2	1.2	1.1	1.0
<b>SELVA</b>				
Amazonas	1.9	1.8	1.7	1.5
Loreto	2.5	2.2	2.0	1.9
Madre de Dios	3.3	2.9	2.6	2.3
San Martín	3.7	3.3	2.9	2.6
Ucayali	3.7	3.3	2.9	2.5

Fuente: Instituto Nacional de Estadísticas e Informáticas

<b>Factor de crecimiento acumulado</b>	
<b>Tasa de crecimiento población (r)</b>	<b>0.9%</b>
<b>Tasa de crecimiento –PBI (r)</b>	<b>4.5%</b>
<b>Periodo de diseño (n)</b>	<b>20</b>

<b>FACTOR DECRECIMIENTO ACUMULADO</b>	<b>VEHÍCULOS DE PASAJEROS</b>	<b>VEHÍCULOS DE CARGA</b>
<b>Fca</b>	<b>21.81</b>	<b>31.37</b>

Cuadro N° 14. Numero de repeticiones Acumuladas de Ejes Equivalentes de 8.2t, en el Carril de Diseño Para Pavimentos Flexibles, Semirrígidos y Rígidos

Tipos Tráfico Pesado expresado en EE	Rangos de Tráfico Pesado expresado en EE
TP0	> 75,000 EE ≤ 150,000 EE
TP1	> 150,000 EE ≤ 300,000 EE
TP2	> 300,000 EE ≤ 500,000 EE
TP3	> 500,000 EE ≤ 750,000 EE
TP4	> 750,000 EE ≤ 1'000,000 EE
TP5	> 1'000,000 EE ≤ 1'500,000 EE
TP6	> 1'500,000 EE ≤ 3'000,000 EE
TP7	> 3'000,000 EE ≤ 5'000,000 EE
TP8	> 5'000,000 EE ≤ 7'500,000 EE
TP9	> 7'500,000 EE ≤ 10'000,000 EE
TP10	> 10'000,000 EE ≤ 12'500,000 EE
TP11	> 12'500,000 EE ≤ 15'000,000 EE
TP12	> 15'000,000 EE ≤ 20'000,000 EE
TP13	> 20'000,000 EE ≤ 25'000,000 EE
TP14	> 25'000,000 EE ≤ 30'000,000 EE
TP15	> 30'000,000 EE

Fuente: Elaboración Propio, en base a datos de la Guía AASHTO'93

### SEÑALES VERTICALES

El color de fondo a utilizarse en las señales verticales será como sigue:

- AMARILLO: Se utilizará como fondo para las señales de prevención.
- NARANJA. Se utilizará como fondo para las señales en zonas de construcción y mantenimiento de calles y carreteras.
- AZUL: Se utilizará como fondo en las señales para servicios auxiliares al conductor y en las señales informativas

direccionales urbanas. También se empleará como fondo en las señales turísticas.

- BLANCO: Se utilizará como fondo para las señales de reglamentación así como para las leyendas o símbolos de las señales informativas tanto urbanas como rurales y en la palabra «PARE». También se empleará como fondo de señales informativas en carreteras secundarias.
- NEGRO: Se utilizará como fondo en las señales informativas de dirección de tránsito así como en los símbolos y leyendas de las señales de reglamentación, prevención, construcción y mantenimiento.
- MARRÓN: Puede ser utilizado como fondo para señales guías de lugares turísticos, centros de recreo e interés cultural.
- ROJO: Se utilizará como fondo en las señales de «PARE», «NO ENTRE», en el borde de la señal «CEDA EL PASO» y para las orlas y diagonales en las señales de reglamentación.
- VERDE: Se utilizará como fondo en las señales de información en carreteras principales y Autopistas. También puede emplearse para señales que contengan mensajes de índole ecológica.

Los colores indicados están de acuerdo con las tonalidades de la Standard Federal 595 de los E.E.U.U. de Norteamérica:

ROJO : Tonalidad N°- 31136  
AMARILLO: Tonalidad N° 33538  
VERDE : Tonalidad N° 34108  
AZUL : Tonalidad N° 35180  
NEGRO : Tonalidad N° 37038

## **SEÑALES PREVENTIVAS POR CARACTERÍSTICAS DE LA SUPERFICIE DE RODADURA**

Previenen a los conductores de la proximidad de irregularidades sucesivas en la superficie de rodadura de la vía, las cuales pueden causar daños o desplazamientos que afecten el control de los vehículos. Deben removerse una vez concluya las condiciones que obligaron su instalación.

También se utilizara para prevenir la proximidad de reductores de velocidad tipo sonorizadores, bandas sonoras y otros.

### **Otros delineadores de piso**

En la Figura se muestran ejemplos de otros delineadores de piso y sus dimensiones, tales como “Estoperoles” de sección circular, “Boyas”, “Tachones” y “Bordillos”, los cuales pueden tener o no materiales retrorreflectivos.

## **CAPÍTULO IV RESULTADOS**

### **3.9. RESULTADOS DE INVESTIGACIÓN**

Después de la recopilación de las informaciones se realizó mediante cálculos las pruebas necesarias para diseñar el sonorizador.

#### **a) CARACTERÍSTICAS DE DISEÑO DE SONORIZADOR**

- **RESULTADOS DE LOS CONTEOS VEHICULARES**

Luego de la consolidación y consistencia de la información recogida de los conteos, se obtuvo los resultados de los volúmenes de tráfico de cada uno de los tramos de la carretera, por día, tipo de vehículo, por sentido.

- ESTACIÓN E1 : domingo 21 de Mayo del 2017.

## ESTUDIO DE TRÁFICO

**"DISEÑO DE SONORIZADORES A EMPLEARSE EN REDUCTORES DE VELOCIDAD EN LA CARRETERA MARISCAL CASTILLA - TRAMO ACOSTAMBO - IZCUCHACA - HUANCAVELICA 2017"**

PRESENTADO : BACH. DEYVIS PORTOCARRERO POMA  
 DEPARTAMENTO : HUANCAVELICA  
 PROVINCIA : HUANCAVELICA  
 DISTRITO : IZCUCHACA  
 FECHA : MAYO 2017

### SENTIDO: ACOSTAMBO - IZCUCHACA

HORA		LIGEROS	C2	C3	C4	T2S3	T3S2	C3R2	T3S3	T3Se3	B2	B3 -1	B4 -1	TOTAL
02:00	02:30	25	5	2					1		3	2		38
02:30	03:00	32	4								7	2		45
03:00	03:30	45	4	5							4	3	1	62
03:30	04:00	41	5	3					3		4	1	1	58
04:00	04:30	70	6	2							3	1		82
04:30	05:00	50	4	2	1						1	1		59
05:00	05:30	60	6	1		1			2		1	8	2	81
05:30	06:00	73	5	1	1							4	2	86
06:00	06:30	54	12	6					1		2	7	1	83
06:30	07:00	76	11	1					2		1	7	2	100
07:00	07:30	81	8	3					2		2	5		101
07:30	08:00	56	7	2					1		1	2		69
08:00	08:30	85	8	6	1		2				3	2		107
08:30	09:00	70	6	3							3		1	83
09:00	09:30	52	7	3	1				2		1	2		68
09:30	10:00	91	8	4		1							1	105
10:00	10:30	65	7	4							1	2		79
10:30	11:00	72	1	3					1		1			78
11:00	11:30	68	6	4					2		1			81
11:30	12:00	71	4	4	1				2	1	1			84
12:00	12:30	91	3	7					2		2			105
12:30	13:00	98	6	6							3	1		114
13:00	13:30	103	5	4							2	1		115
13:30	14:00	122	8	2		1			2		3	1		139
<b>TOTAL</b>		<b>1651</b>	<b>146</b>	<b>78</b>	<b>5</b>	<b>3</b>	<b>2</b>		<b>23</b>		<b>50</b>	<b>52</b>	<b>11</b>	<b>2021</b>

**"DISEÑO DE SONORIZADORES A EMPLEARSE EN REDUCTORES DE VELOCIDAD EN LA CARRETERA MARISCAL CASTILLA - TRAMO ACOSTAMBO - IZCUCHACA - HUANCVELICA 2017"**

PRESENTADO : BACH. DEYVIS PORTOCARRERO POMA  
 DEPARTAMENTO : HUANCVELICA  
 PROVINCIA : HUANCVELICA  
 DISTRITO : IZCUCHACA  
 FECHA : MAYO 2017

**SENTIDO: IZCUCHACA - ACOSTAMBO**

HORA	LIGEROS	C2	C3	C4	T2S3	T3S2	C3R2	T3S3	T3Se3	B2	B3 - 1	B4 - 1	TOTAL
02:00	02:30	23	2	1						1			27
02:30	03:00	30	1	1						2			34
03:00	03:30	37	2		1					3			43
03:30	04:00	96	5	3				1		2			107
04:00	04:30	59	1		1					4			65
04:30	05:00	86	2		1			1					90
05:00	05:30	91	1		1								93
05:30	06:00	94	2		1			1		3			101
06:00	06:30	65	7	1	2			2					77
06:30	07:00	82	4	2				1					89
07:00	07:30	67	5	1						2			75
07:30	08:00	75	4	1		1				3			84
08:00	08:30	73	8	2	1			2	1	1			88
08:30	09:00	77	6	1				1		1			86
09:00	09:30	67	9								1		77
09:30	10:00	68	2	2	1				2	2	2		79
10:00	10:30	90	9	4					1	1		1	106
10:30	11:00	68	5	1	1			3		1	2		81
11:00	11:30	96	6	2			1			3	1		109
11:30	12:00	85	9	1						2	1		98
12:00	12:30	67	6	4		1	1	2		1			82
12:30	13:00	45	8	3							1		57
13:00	13:30	75	7	2	1	1		1					87
13:30	14:00	98	6	6									110
<b>TOTAL</b>		<b>1714</b>	<b>117</b>	<b>38</b>	<b>11</b>	<b>3</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>15</b>	<b>32</b>	<b>8</b>	<b>1</b>	<b>1941</b>



**"DISEÑO DE SONORIZADORES A EMPLEARSE EN REDUCTORES DE VELOCIDAD EN LA CARRETERA MARISCAL CASTILLA - TRAMO ACOSTAMBO - IZCUCHACA - HUANCVELICA 2017"**

PRESENTADO : BACH. DEYVIS PORTOCARRERO POMA  
 DEPARTAMENTO : HUANCVELICA  
 PROVINCIA : HUANCVELICA  
 DISTRITO : IZCUCHACA  
 FECHA : MAYO 2017

**SENTIDO: AMBOS SENTIDOS**

HORA		LIGEROS	C2	C3	C4	T2S3	T3S2	C3R2	T3S3	T3Se3	B2	B3 - 1	B4 - 1	TOTAL
02:00	02:30	48	7	3	0	0	0	0	1	0	4	2	0	65
02:30	03:00	62	5	1	0	0	0	0	0	0	9	2	0	79
03:00	03:30	82	6	5	1	0	0	0	0	0	7	3	1	105
03:30	04:00	137	10	6	0	0	0	0	4	0	6	1	1	165
04:00	04:30	129	7	2	1	0	0	0	0	0	7	1	0	147
04:30	05:00	136	6	2	2	0	0	0	1	0	1	1	0	149
05:00	05:30	151	7	1	1	1	0	0	2	0	1	8	2	174
05:30	06:00	167	7	1	2	0	0	0	1	0	3	4	2	187
06:00	06:30	119	19	7	2	0	0	0	3	0	2	7	1	160
06:30	07:00	158	15	3	0	0	0	0	3	0	1	7	2	189
07:00	07:30	148	13	4	0	0	0	0	2	0	4	5	0	176
07:30	08:00	131	11	3	0	1	0	0	1	0	4	2	0	153
08:00	08:30	158	16	8	2	0	2	0	2	1	4	2	0	195
08:30	09:00	147	12	4	0	0	0	0	1	0	4	0	1	169
09:00	09:30	119	16	3	1	0	0	0	2	0	1	3	0	145
09:30	10:00	159	10	6	1	1	0	0	0	2	2	2	1	184
10:00	10:30	155	16	8	0	0	0	0	0	1	2	2	1	185
10:30	11:00	140	6	4	1	0	0	0	4	0	2	2	0	159
11:00	11:30	164	12	6	0	0	0	1	2	0	4	1	0	190
11:30	12:00	156	13	5	1	0	0	0	2	1	3	1	0	182
12:00	12:30	158	9	11	0	1	1	0	4	0	3	0	0	187
12:30	13:00	143	14	9	0	0	0	0	0	0	3	2	0	171
13:00	13:30	178	12	6	1	1	0	0	1	0	2	1	0	202
13:30	14:00	220	14	8	0	1	0	0	2	0	3	1	0	249
<b>TOTAL</b>		<b>3365</b>	<b>263</b>	<b>116</b>	<b>16</b>	<b>6</b>	<b>3</b>	<b>1</b>	<b>38</b>	<b>5</b>	<b>82</b>	<b>60</b>	<b>12</b>	<b>3967</b>

**"DISEÑO DE SONORIZADORES A EMPLEARSE EN REDUCTORES DE VELOCIDAD EN LA CARRETERA MARISCAL CASTILLA - TRAMO ACOSTAMBO - IZCUCHACA - HUANCAVELICA 2017"**

PRESENTADO : BACH. DEYVIS PORTOCARRERO POMA  
 DEPARTAMENTO : HUANCAVELICA  
 PROVINCIA : HUANCAVELICA  
 DISTRITO : IZCUCHACA  
 FECHA : MAYO 2017

<b>LIGEROS</b>	<b>PESADOS</b>
84.82%	15.18%

ACOSTAMBO -  
IZCUCHACA

VEHÍCULO	TOTAL
LIGEROS	1651
C2	146
C3	78
C4	5
T2S3	3
T3S2	2
C3R2	0
T3S3	23
T3Se3	0
B2	50
B3 - 1	52
B4 - 1	11
TOTAL	2021

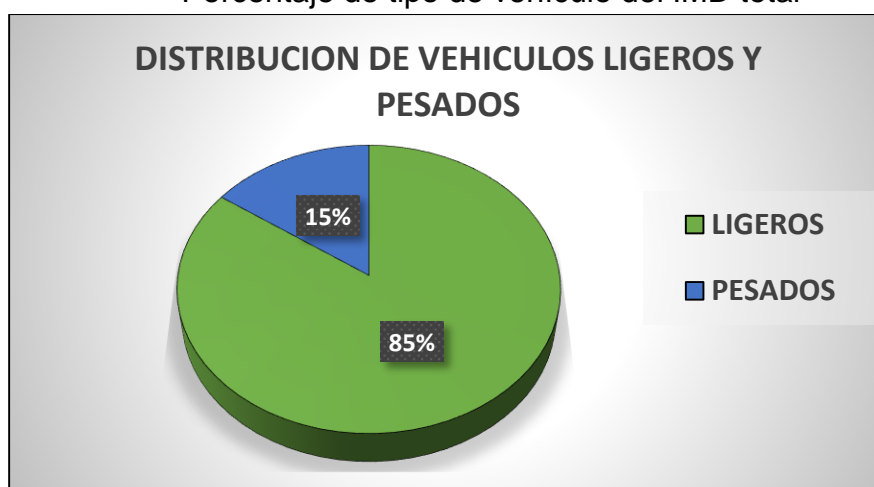
IZCUCHACA - ACOSTAMBO

VEHÍCULO	TOTAL
LIGEROS	1714
C2	117
C3	38
C4	11
T2S3	3
T3S2	1
C3R2	1
T3S3	15
T3Se3	0
B2	32
B3 - 1	8
B4 - 1	1
TOTAL	1941

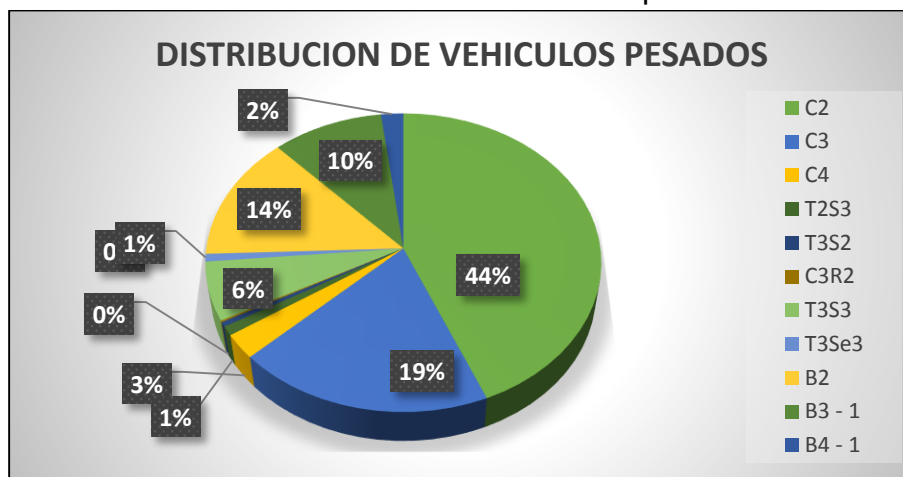
AMBOS SENTIDOS

VEHÍCULO	TOTAL
LIGEROS	3365
C2	263
C3	116
C4	16
T2S3	6
T3S2	3
C3R2	1
T3S3	38
T3Se3	5
B2	82
B3 - 1	60
B4 - 1	12
TOTAL	3967

Porcentaje de tipo de vehículo del IMD total



Fuente: Elaboración Propia



Fuente: Elaboración Propia

**"DISEÑO DE SONORIZADORES A EMPLEARSE EN REDUCTORES DE VELOCIDAD EN LA CARRETERA MARISCAL CASTILLA - TRAMO ACOSTAMBO - IZCUCHACA - HUANCAVELICA 2017"**

PRESENTADO : BACH. DEYVIS PORTOCARRERO POMA  
 DEPARTAMENTO : HUANCAVELICA  
 PROVINCIA : HUANCAVELICA  
 DISTRITO : IZCUCHACA  
 FECHA : MAYO 2017

ACOSTAMBO-IZCUCHACA

VEHÍCULO	TOTAL
LIGEROS	1651
C2	146
C3	78
C4	5
T2S3	3
T3S2	2
C3R2	0
T3Se3	23
T3S3	0
B2	50
B3 - 1	52
B4 - 1	11

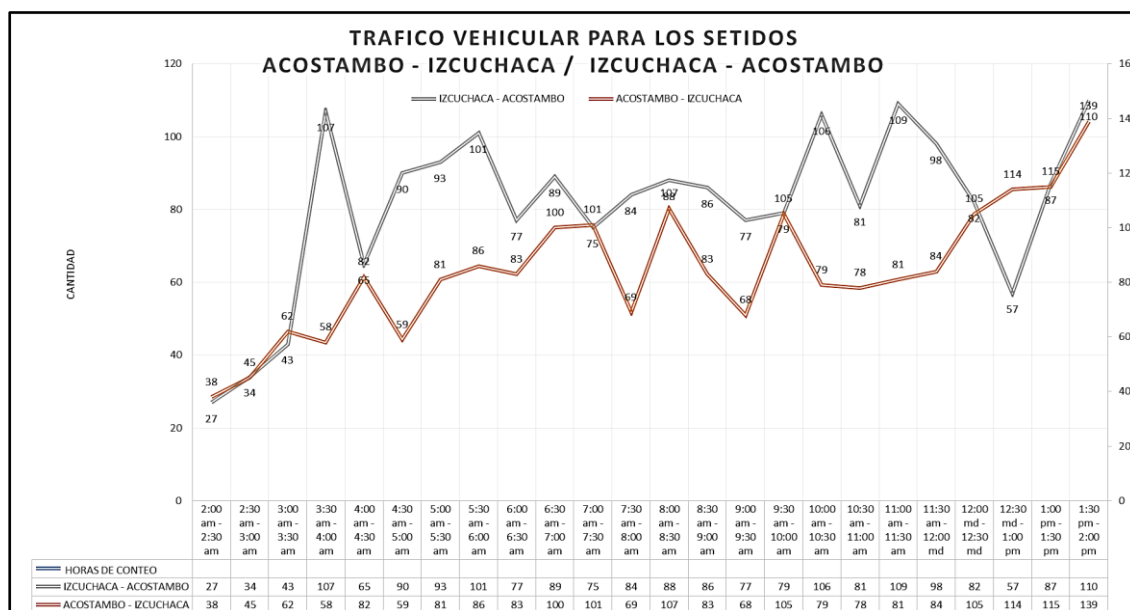
IZCUCHACA-ACOSTAMBO

VEHÍCULO	TOTAL
LIGEROS	1714
C2	117
C3	38
C4	11
T2S3	3
T3S2	1
C3R2	1
T3Se3	15
T3S3	0
B2	32
B3 - 1	8
B4 - 1	1

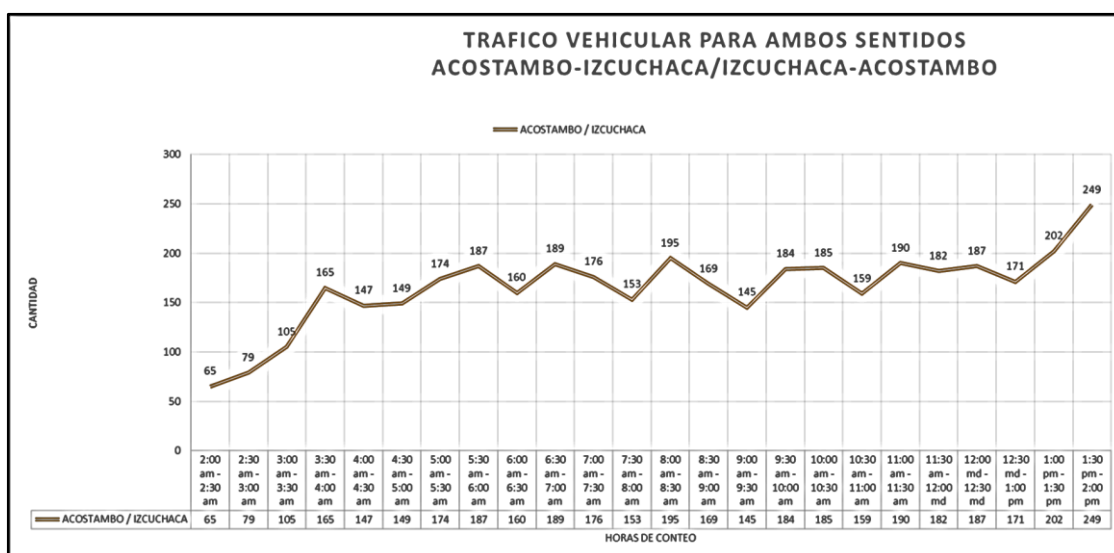
AMBOS SENTIDOS

VEHÍCULO	TOTAL
LIGEROS	3365
C2	263
C3	116
C4	16
T2S3	6
T3S2	3
C3R2	1
T3Se3	38
T3S3	5
B2	82
B3 - 1	60
B4 - 1	12

HORA	ACOSTAMBO - IZCUCHACA	IZCUCHACA - ACOSTAMBO
2:00 am - 2:30 am	38	27
2:30 am - 3:00 am	45	34
3:00 am - 3:30 am	62	43
3:30 am - 4:00 am	58	107
4:00 am - 4:30 am	82	65
4:30 am - 5:00 am	59	90
5:00 am - 5:30 am	81	93
5:30 am - 6:00 am	86	101
6:00 am - 6:30 am	83	77
6:30 am - 7:00 am	100	89
7:00 am - 7:30 am	101	75
7:30 am - 8:00 am	69	84
8:00 am - 8:30 am	107	88
8:30 am - 9:00 am	83	86
9:00 am - 9:30 am	68	77
9:30 am - 10:00 am	105	79
10:00 am - 10:30 am	79	106
10:30 am - 11:00 am	78	81
11:00 am - 11:30 am	81	109
11:30 am - 12:00 md	84	98
12:00 md - 12:30 md	105	82
12:30 md - 1:00 pm	114	57
1:00 pm - 1:30 pm	115	87
1:30 pm - 2:00 pm	139	110



HORA	ACOSTAMBO-IZCUCHACA/IZCUCHACA-ACOSTAMBO
2:00 am - 2:30 am	65
2:30 am - 3:00 am	79
3:00 am - 3:30 am	105
3:30 am - 4:00 am	165
4:00 am - 4:30 am	147
4:30 am - 5:00 am	149
5:00 am - 5:30 am	174
5:30 am - 6:00 am	187
6:00 am - 6:30 am	160
6:30 am - 7:00 am	189
7:00 am - 7:30 am	176
7:30 am - 8:00 am	153
8:00 am - 8:30 am	195
8:30 am - 9:00 am	169
9:00 am - 9:30 am	145
9:30 am - 10:00 am	184
10:00 am - 10:30 am	185
10:30 am - 11:00 am	159
11:00 am - 11:30 am	190
11:30 am - 12:00 md	182
12:00 md - 12:30 md	187
12:30 md - 1:00 pm	171
1:00 pm - 1:30 pm	202
1:30 pm - 2:00 pm	249



El índice medio diario dentro del estudio de tráfico se ha registrado de acuerdo a nuestros valores calculados

**"DISEÑO DE SONORIZADORES A EMPLEARSE EN REDUCTORES DE VELOCIDAD EN LA CARRETERA MARISCAL CASTILLA - TRAMO ACOSTAMBO - IZCUCHACA - HUANCVELICA 2017"**

PRESENTADO : BACH. DEYVIS PORTOCARRERO POMA  
 DEPARTAMENTO : HUANCVELICA  
 PROVINCIA : HUANCVELICA  
 DISTRITO : IZCUCHACA  
 FECHA : MAYO 2017

IMD<sub>s</sub> = Índice Medio Diario Semanal de la Muestra Vehicular Tomada

$$IMD_a = IMD_s * FC$$

IMDa = Índice Medio Anual

Vi = Volumen Vehicular diario de cada uno de los días de conteo

$$IMD_s = \sum \frac{Vi}{7}$$

FC = Factores de Corrección Estacional

TIPO DE VEHÍCULO	DIA 1	DIA 2	DIA 3	DIA 4	DIA 5	DIA 6	DIA 7	ΣTOTAL SEMANA	IMDs
<b>Vehículos ligeros</b>	3365	3365	3365	3365	3365	3365	3365	23555	3365
<b>C2</b>	263	263	263	263	263	263	296	1874	268
<b>C3</b>	116	116	116	116	116	116	132	828	118
<b>C4</b>	16	16	16	16	16	16	6	102	15
<b>T2S3</b>	6	6	6	6	6	6	2	38	5
<b>T3S2</b>	3	3	3	3	3	3	2	20	3
<b>C3R2</b>	1	1	1	1	1	1	1	7	1
<b>T3Se3</b>	38	38	38	38	38	38	3	231	33
<b>T3S3</b>	5	5	5	5	5	5	37	67	10
<b>B2</b>	82	82	82	82	82	82	67	559	80
<b>B3 - 1</b>	60	60	60	60	60	60	60	420	60
<b>B4 - 1</b>	12	12	12	12	12	12	12	84	12
	3967	3967	3967	3967	3967	3967	3983	27785	
<b>IMDs = Σ1/7</b>									<b>3969</b>

**"DISEÑO DE SONORIZADORES A EMPLEARSE EN REDUCTORES DE VELOCIDAD EN LA CARRETERA MARISCAL CASTILLA - TRAMO ACOSTAMBO - IZCUCHACA - HUANCVELICA 2017"**

PRESENTADO : BACH. DEYVIS PORTOCARRERO POMA  
 DEPARTAMENTO : HUANCVELICA  
 PROVINCIA : HUANCVELICA  
 DISTRITO : IZCUCHACA  
 FECHA : MAYO 2017

<b>FACTOR DE CORRECCIÓN ESTACIONAL (FCE)</b>	
P057	QUIULLA
TIPO DE VEHÍCULO	FACTOR DE CORRECCIÓN
LIGEROS	1.007071
PESADOS	0.932131

**ANALISIS DE LA DEMANDA**

$$IMDa = IMDs \times FCE$$

Tráfico Actual por  
Tipo de Vehículo


TIPO DE VEHÍCULO	IMDs	FCE	IMDa	DISTRIBUCIÓN (%)
LIGEROS	3365	1.007071	3389	86%
C2	263	0.932131	245	6%
C3	116	0.932131	108	3%
C4	16	0.932131	15	0%
T2S3	6	0.932131	6	0%
T3S2	3	0.932131	3	0%
C3R2	1	0.932131	1	0%
T3Se3	38	0.932131	35	1%
T3S3	5	0.932131	5	0%
B2	82	0.932131	76	2%
B3 - 1	60	0.932131	56	1%
B4 - 1	12	0.932131	11	0%
Σ	3967		3950	100%

## RELACIÓN DE CARGAS POR EJES PARA DETERMINAR EJES EQUIVALENTES (EE) PARA PAVIMENTOS RÍGIDOS


Fvp: Eje equivalente por cada tipo de vehículo: Representa el número de ejes equivalentes promedio por tipo de vehículo pesado.


TIPO DE EJE	EJES EQUIVALENTE (EE 8.2tn)
EJE SIMPLE DE RUEDA SIMPLE (EEs1)	EEs1 = (P /6.6) <sup>4.1</sup>
EJE SIMPLE DE RUEDA DOBLES (EEs2)	Ees2 = (P /8.2) <sup>4.1</sup>
EJE TÁNDEM (1 EJE RUEDAS DOBLES + 1 EJE RUEDAS SIMPLES)(EEta1)	EEta1 = (P /13.0) <sup>4.1</sup>
EJE DE TÁNDEM (2 EJE DE RUEDAS DOBLES)(EEta2)	EEta2 = (P /13.3) <sup>4.1</sup>
EJES TRIDEM (2 EJES RUEDAS DOBLES +1 EJE RUEDAS SIMPLES) (Eetr1)	Eetr1 = (P /16.6) <sup>4.0</sup>
EJES TRIDEM (3 EJES DE RUEDAS DOBLES)(Eetr2)	Eetr2 = (P /17.5) <sup>4.0</sup>
P= PESO REAL DEL EJE EN TONELADAS	

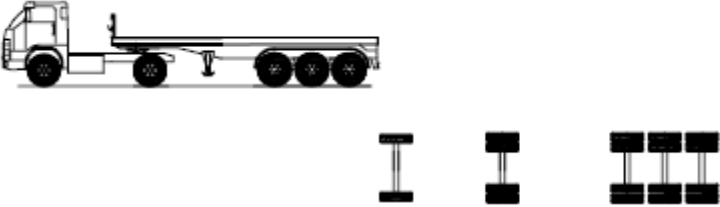
FUENTE : Elaboración Propia, En Base A Correlaciones Con Los Valores De Las Tablas Del Apéndice De La Guía Aashto 93

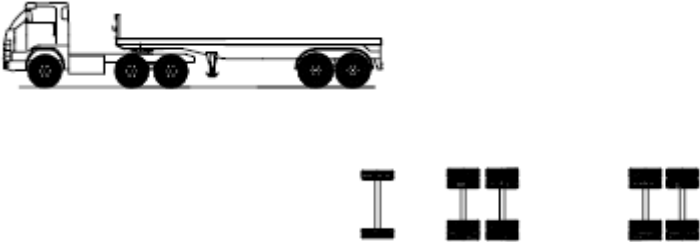
CONFIGURACIÓN VEHICULAR	DESCRIPCIÓN GRAFICA DE LOS VEHÍCULOS					
C2						
EJES	E1	E2	E3	E4	E5	E6
PESO (TN)	7	11				
TIPO EJE	eje simple	eje simple				
TIPO DE RUEDAS	rueda simple	rueda doble				
FACTOR EE	1.273	3.335				
TOTAL DE FACTOR	4.608					

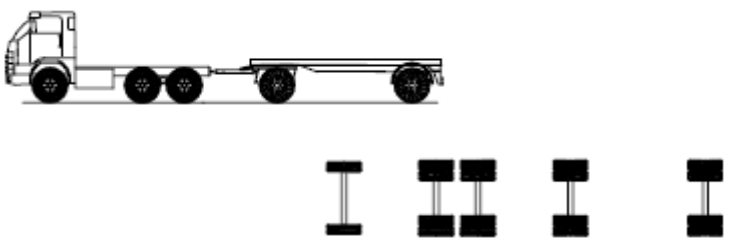


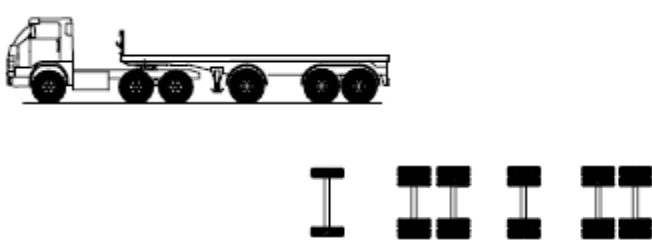
CONFIGURACIÓN VEHICULAR	DESCRIPCIÓN GRAFICA DE LOS VEHÍCULOS					
C3						
EJES	E1	E2	E3	E4	E5	E6
PESO (TN)	7	18				
TIPO EJE	eje simple	eje tandem				
TIPO DE RUEDAS	rueda simple	rueda doble				
FACTOR EE	1.273	3.458				
TOTAL DE FACTOR	4.731					

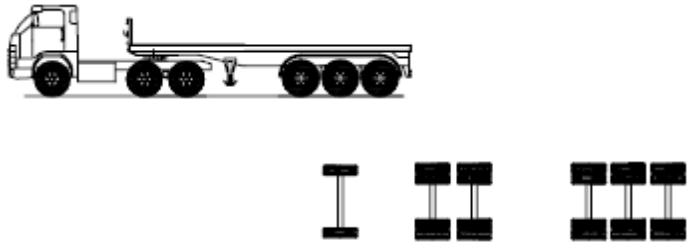
CONFIGURACIÓN VEHICULAR	DESCRIPCIÓN GRAFICA DE LOS VEHÍCULOS					
C4						
EJES	E1	E2	E3	E4	E5	E6
PESO (TN)	7	23				
TIPO EJE	eje simple	eje tridem				
TIPO DE RUEDAS	rueda simple	1rueda simple +2ejes ruedas doble				
FACTOR EE	1.273	3.685				
TOTAL DE FACTOR	4.958					

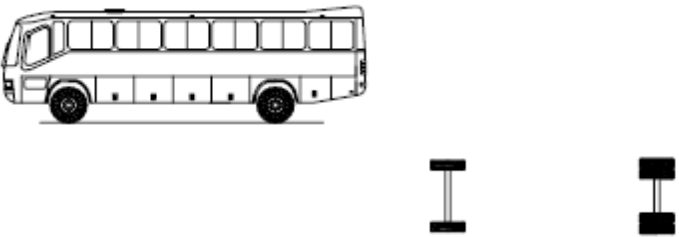
CONFIGURACIÓN VEHICULAR	DESCRIPCIÓN GRAFICA DE LOS VEHÍCULOS					
T2S3						
EJES	E1	E2	E3	E4	E5	E6
PESO (TN)	7	11	25			
TIPO EJE	eje simple	eje simple	eje tridem			
TIPO DE RUEDAS	rueda simple	rueda doble	3 ejes ruedas dobles			
FACTOR EE	1.273	3.335	4.165			
TOTAL DE FACTOR	8.773					


CONFIGURACIÓN VEHICULAR	DESCRIPCIÓN GRAFICA DE LOS VEHÍCULOS					
T3S2						
EJES	E1	E2	E3	E4	E5	E6
PESO (TN)	7	18	18			
TIPO EJE	eje simple	eje tandem	eje tándem			
TIPO DE RUEDAS	rueda simple	2 ejes rueda doble	2 ejes rueda doble			
FACTOR EE	1.273	3.458	3.458			
TOTAL DE FACTOR	8.189					


CONFIGURACIÓN VEHICULAR	DESCRIPCIÓN GRAFICA DE LOS VEHÍCULOS					
C3R2						
EJES	E1	E2	E3	E4	E5	E6
PESO (TN)	7	18	11	11		
TIPO EJE	eje simple	eje tandem	eje simple	eje simple		
TIPO DE RUEDAS	rueda simple	2 ejes ruedos dobles	rueda doble	rueda doble		
FACTOR EE	1.273	3.458	3.335	3.335		
TOTAL DE FACTOR	11.400					

CONFIGURACIÓN VEHICULAR	DESCRIPCIÓN GRAFICA DE LOS VEHÍCULOS					
T3Se3						
EJES	E1	E2	E3	E4	E5	E6
PESO (TN)	7	18	11	18		
TIPO EJE	eje simple	eje tandem	eje simple	eje tandem		
TIPO DE RUEDAS	rueda simple	2 ejes ruedos dobles	rueda doble	2 ejes ruedos dobles		
FACTOR EE	1.273	3.458	3.335	3.458		
TOTAL DE FACTOR	11.524					

CONFIGURACIÓN VEHICULAR	DESCRIPCIÓN GRAFICA DE LOS VEHÍCULOS					
T3S3						
EJES	E1	E2	E3	E4	E5	E6
PESO (TN)	7	18	25			
TIPO EJE	eje simple	eje tandem	eje tridem			
TIPO DE RUEDAS	rueda simple	2 ejes ruedos dobles	3 ejes ruedas dobles			
FACTOR EE	1.273	3.458	4.165			
TOTAL DE FACTOR	8.896					

CONFIGURACIÓN VEHICULAR	DESCRIPCIÓN GRAFICA DE LOS VEHÍCULOS					
B2						
EJES	E1	E2	E3	E4	E5	E6
PESO (TN)	7	11				
TIPO EJE	eje simple	eje simple				
TIPO DE RUEDAS	rueda simple	con rueda doble				
FACTOR EE	1.273	3.335				
TOTAL DE FACTOR	4.608					

CONFIGURACIÓN VEHICULAR	DESCRIPCIÓN GRAFICA DE LOS VEHÍCULOS					
B3 - 1						
EJES	E1	E2	E3	E4	E5	E6
PESO (TN)	7	16				
TIPO EJE	eje simple	eje tandem				
TIPO DE RUEDAS	rueda simple	1 eje rueda simple +1 eje rueda doble				
FACTOR EE	1.273	2.343				
TOTAL DE FACTOR	3.616					

CONFIGURACIÓN VEHICULAR	DESCRIPCIÓN GRAFICA DE LOS VEHÍCULOS					
B4 - 1						
EJES	E1	E2	E3	E4	E5	E6
PESO (TN)	7	7	16			
TIPO EJE	eje simple	eje simple	eje tandem			
TIPO DE RUEDAS	rueda simple	rueda simple	1 eje rueda simple +1 eje rueda doble			
FACTOR EE	1.273	1.273	2.343			
TOTAL DE FACTOR	4.888					

**"DISEÑO DE SONORIZADORES A EMPLEARSE EN REDUCTORES DE VELOCIDAD EN LA CARRETERA MARISCAL CASTILLA - TRAMO ACOSTAMBO - IZCUCHACA - HUANCVELICA 2017"**

PRESENTADO : BACH. DEYVIS PORTOCARRERO POMA  
 DEPARTAMENTO : HUANCVELICA  
 PROVINCIA : HUANCVELICA  
 DISTRITO : IZCUCHACA  
 FECHA : MAYO 2017

$$EE \text{ día-carril} = IMDa * Fd * Fc * Fvp * Fp$$

TIPO DE VEHÍCULO	IMDa	Fd	Fc	Fvp	Fp	EEdia-carril
LIGEROS	3389	0.5	0.8	0.001	1.00	1
C2	245	0.5	0.8	4.608	1.00	452
C3	108	0.5	0.8	4.731	1.00	205
C4	15	0.5	0.8	4.958	1.00	30
T2S3	6	0.5	0.8	8.773	1.00	20
T3S2	3	0.5	0.8	8.189	1.00	9
C3R2	1	0.5	0.8	11.400	1.00	4
T3Se3	35	0.5	0.8	11.524	1.00	163
T3S3	5	0.5	0.8	8.896	1.00	17
B2	76	0.5	0.8	4.608	1.00	141
B3 - 1	56	0.5	0.8	3.616	1.00	81
B4 - 1	11	0.5	0.8	4.888	1.00	22
<b>TOTAL</b>						<b>1144</b>

Fd= Factor de dirección  
 Fc= Factor de carril  
 Fvp= Factor de vehículo pesado  
 Fp= Factor de presión de inflado

**DEMANDA PROYECTADA**

Fca = Factor De Crecimiento Acumulado

$$Nrep \text{ de EE} = EE\text{día-carril} * Fca * 365$$

Periodo De Diseño

$$Fca = \frac{(1+r)^n - 1}{r}$$

r = 0.9%

Fca = 21.81

r = 4.5%

Fca = 31.37

n = 20

Tasa De Crecimiento

TIPO DE VEHÍCULO	EEediacarril	Fca	días del año	Nrep de EE 8.2 tn
LIGEROS	1	21.81	365	<b>10789</b>
C2	452	31.37	365	<b>5173689</b>
C3	205	31.37	365	<b>2342935</b>
C4	30	31.37	365	<b>338694</b>
T2S3	20	31.37	365	<b>224721</b>
T3S2	9	31.37	365	<b>104884</b>
C3R2	4	31.37	365	<b>48673</b>
T3Se3	163	31.37	365	<b>1869556</b>
T3S3	17	31.37	365	<b>189897</b>
B2	141	21.81	365	<b>1121243</b>
B3 - 1	81	21.81	365	<b>643775</b>
B4 - 1	22	21.81	365	<b>174082</b>
Nrep de EE 8.2 tn				<b>12242937</b>

De acuerdo a los resultados obtenidos, tomaremos el Nrep EE 8.2 tn que nos da un total de 12242937 que nos indica el tipo de tránsito pesado TP10 como nos lo indica el cuadro 6. 15 del Manual de Carreteras Sección Suelos y Pavimento del Ministerio de Transporte y Comunicaciones.

### **CRITERIOS Y SELECCIÓN DE PARÁMETROS DE DISEÑO GEOMÉTRICOS DE LA CARRETERA TRAMO ACOSTAMBO – IZCUCHACA**

Descripción para la elaboración del “DISEÑO DE SONORIZADORES A EMPLEARSE EN REDUCTORES DE VELOCIDAD EN LA CARRETERA MARISCAL CASTILLA – TRAMO ACOSTAMBO –IZCUCHACA – HUANCVELICA 2017”

- **DISEÑO DE SONORIZADOR**

**FACTORES PARA HALLAR ESPESOR DEL SONORIZADOR**

**1. ZR = Desviación Estándar Normal.**

**NIVEL DE CONFIABILIDAD (R), RECOMENDADO**

Clasificación Funcional	Urbana	Rural
Interestatales y vías rápidas	85 - 99.9	80 - 99.9
Arterias principales	80 - 99	75 - 95
Colectoras	80 - 95	75 - 95
Locales	50 - 80	50 - 80

**R = 90 %**

**DESVIACIÓN ESTÁNDAR NORMAL (ZR)**

**Zr = -1.282**

**2. So = Desviación Normal del Error Estándar combinado en la estimación de los parámetros de diseño y el comportamiento del pavimento (Modelo deterioro)**

DESVIACIÓN ESTÁNDAR (So)	
PAVIMENTO FLEXIBLE	PAVIMENTO RÍGIDO
0.44 - 0.49	0.30 - 0.40
variación en la predicción del comportamiento del pavimento sin errores - con errores en el tránsito	variación en la predicción del comportamiento del pavimento sin errores - con errores en el tránsito

**So = 0.35**

**3. ΔPSI = Diferencia entre el índice de serviciabilidad inicial, Po y el índice de serviciabilidad terminal de diseño, Pt.**

PERDIDA DE SERVICIABILIDAD	
El cambio de pérdida en la calidad de servicio que la carretera proporciona al usuario, se define en el método con la siguiente ecuación:	
PSI =	Índice de Servicio Presente
ΔPSI =	Diferencia entre los índices de servicio Inicial y terminal.
Pi =	índice de servicio inicial = 4.3
Pt =	índice de serviciabilidad final o terminal = 2.5

**Pi = 4.30**

**Pt = 2.50**

**ΔPSI = Pi - Pt**

**REEMPLAZANDO VALORES**

**ΔPSI = 1.80**



4.  $S'c$  = Módulo de ruptura, en libras por pulgadas cuadradas (psi), para el concreto de cemento Portland.

$$f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$$

$$S'c = 8 a 10 \sqrt{f'c}$$

$$f'c = 3982 \text{ lb/pulg}^2 \quad S'c = 631 \text{ psi}$$

5.  $J$  = Coeficiente de transferencia de carga

Hombros	Asfalto		Concreto	
Dispositivo de transferencia	Si (con pasadores)	No (sin pasadores)	Si (con pasadores)	No (sin pasadores)
Pavimentos con juntas simples y juntas reforzadas	3.2	3.8-4.4	2.8	3.8

$$J = 3.80$$

4.  $Cd$  = Coeficiente de drenaje

CALIDAD DEL DRENAJE	P = % del tiempo que el pavimento está expuesto a niveles de humedad cercanos a la saturación			
	< 1%	1% - 5%	5% - 25%	>25%
	Excelente	1.25 - 1.20	1.20 - 1.15	1.15 - 1.10
Bueno	1.20 - 1.15	1.15 - 1.10	1.10 - 1.00	1.00
Regular	1.15 - 1.10	1.10 - 1.00	1.00 - 0.90	0.90
Pobre	1.10 - 1.00	1.00 - 0.90	0.90 - 0.80	0.80
Muy Pobre	1.00 - 0.90	0.90 - 0.80	0.80 - 0.70	0.70

CALIDAD DE DRENAJE	AGUA ELIMINADA EN
Excelente	2 horas
Bueno	1 día
Regular	1 semana
Pobre	1 mes
Malo	Agua no drena

$$Cd = 1.00$$

**7. Ec = Modulo de Elasticidad, en psi, del concreto de cemento Portland.**

$$E_c = 57000 \sqrt{f'c}$$

f'c = 280 kg/cm<sup>2</sup>  
f'c = 3982 lb/pulg<sup>2</sup>

**Ec = 3596695psi**

**8. k = Módulo de reacción**

Se considera la ejecución de una sub base, para lo cual se hará empleara una ecuación de equivalencia entre CBR y el K para diseño.

- CBR mínimo recomendados para la Subbase Granular de Pavimentos Rígidos según intensidad de Tráfico expresado en EE.

TRAFICO	ENSAYO NORMAL	REQUERIMIENTO
Para Trafico menores o iguales 15*10 <sup>6</sup> EE	MTC E132	CBR mínimo 40%(1)
Para Trafico mayores 15*10 <sup>6</sup> EE	MTC E132	CBR mínimo 60%(1)

(1) referido al 100% de la Máxima Densidad Seca y una Penetración de carga de 0.1" (2.5mm)

Si CBR < 10%

$$K_{sr} = 2.55 + 52.5 \cdot \text{Log CBR}$$

$$K_{sr} = 74.45 \text{ Mpa}$$

Sub rasante **CBR (%)=20**

Sub base **CBR (%)=40**

Si CBR > 10%

$$K_{sr} = 46 + 9.08 \cdot (\text{Log CBR})^{4.34}$$

$$K_{sb} = 116.21 \text{ Mpa}$$

Se empleará una capa granular intermedia como sub base, el cual incrementará el valor K a través de un valor combinado.

$$K \text{ combinado} = (1 + (h/38)^2 \cdot (K_{sb}/K_{sr})^{2/3})^{0.5} \cdot K_{sr}$$

Donde:

K<sub>sr</sub> = K de la subrasante (Mpa/m) 74.45

K<sub>sb</sub> = K de la sub base (Mpa/m) 116.21

h = espesor de la capa de sub base en cm 25

Pulgadas **10.00**

**Kcombinado = 93.65 Mpa 13,579.88 lb/pulg<sup>2</sup>**

**13,579.88 pci**

**Resultado: (de Abaco relación k y CBR)**

**k = 338.79 pci**

**TABLA 2.7 Rangos típicos de los factores de perdida de soporte (LS) para diferentes tipos de materiales**

Tipo de material	Pérdida de soporte (LS)
Base granular tratada con cemento (E = 1 000 000 a 2 000 000 psi)	0,0 a 1,0
Mezclas de agregados con cemento (E = 500 000 a 1 000 000 psi)	0,0 a 1,0
Base tratada con asfalto (E = 350 000 a 1 000 000 psi)	0,0 a 1,0
Mezclas estabilizadas con bitumen (E = 40 000 a 300 000 psi)	0,0 a 1,0
Estabilizado con cal (E = 20 000 a 70 000 psi)	1,0 a 3,0
Materiales granulares no ligados (E = 15 000 a 45 000 psi)	1,0 a 3,0
Materiales de subgrado naturales o Suelos de grano fino (E = 3 000 a 40 000 psi)	2,0 a 3,0

### 9. D = Espesor, en pulgadas, de la losa de concreto

Aunque es la incógnita a determinar, se deberá asumir un valor inicial del espesor de losa de concreto;

Puede considerar 6 in (0,15 m) como mínimo.

### 10. W18 = Cantidad pronosticada de repeticiones del eje de carga equivalente de 18 kips para el periodo analizado.

$$W_{18} = w_{18} \left[ \frac{(1 + g)^t - 1}{g} \right]$$

$$W18 = 1.22E+07$$

REEMPLAZANDO LOS DATOS OBTENIDOS EN LA SIGUIENTE ECUACIÓN:

ECUACIÓN BÁSICA DE DISEÑO PARA PAVIMENTO RÍGIDO - SONORIZADOR	
$\log_{10} (W_{18}) = Z_R \times S_o + 7.35 \times \log_{10} (D+1) - 0.06 + \frac{\log_{10} \left[ \frac{\Delta PSI}{4.5 - 1.5} \right]}{1 + \frac{1624 \times 10^7}{(D+1)^{8.46}}} + (4.22 - 0.32 p_t) \log_{10}$	$\left[ \frac{S'_c C_d (D^{0.75} - 1.132)}{215.03 J \left( D^{0.75} - \frac{18.42}{\left( \frac{Ec}{k} \right)^{0.25}} \right)} \right]$

USO DE FORMULA CON EL PROCEDIMIENTO	
<b>W18</b>	1.22E+07
<b>Zr</b>	-1.282
<b>So</b>	0.35
<b>ΔPSI</b>	1.80
<b>S'c</b>	631
<b>Cd</b>	1.00
<b>Ec</b>	3596695
<b>k</b>	338.79
<b>J</b>	3.80
<b>Pt</b>	2.50
<b>D</b>	<b>11.2</b>

IGUALDAD	
A =	<b>7.088</b>
B =	7.088

### DISEÑO TEÓRICO

<b>LOSA DE (SONORIZADOR)</b>	<b>D1 =11.20 pulg</b>	<b>28.01</b>	cm
<b>CAPA BASE</b>	<b>DSB =10.00 pulg</b>	<b>25.00</b>	cm
SUB BASE			

### DIMENSIONES FINALES

<b>LOSA DE (SONORIZADOR)</b>	<b>D1 =11.00 pulg</b>	<b>28.00</b>	cm
<b>CAPA BASE</b>	<b>DSB =10.00 pulg</b>	<b>25.00</b>	cm
SUB RASANTE			

Figura N° 8. Ecuación Aashto 93

Fuente: propia

Por lo tanto el espesor diseñado del sonorizador es  $D= 28$  cm.

- **LONGITUD DE SONORIZADOR**

Las longitudes considerada es de 5m de ancho por 3.6m de largo, esta relación se da por el tamaño establecida de la calzada y la uniformidad de las dimensiones para facilitar al momento de la ejecución, además estas medidas no superan las dimensiones planteadas en el cuadro de resumen de especificaciones para colocación de juntas, el cual menciona que debe de cumplir 24 veces de espesor de pavimento, por lo que cumple el diseño planteado.

Espesor de la losa	Espaciamiento entre juntas (cm)
$D= 28$ cm	$L= 500 < 672$ cumple

- **BORDES DE SONORIZADORES**

Las dimensiones obtenidas en los bordes del sonorizador están enmarcadas a la resistencia de tensiones que generan las ruedas de los vehículos cuando estas se encuentren a los borde de la estructura.

Se diseñó de acuerdo al espesor del sonorizador, el cual no debe de ser menor o mayor al 20% del diámetro calculado para que estas sean más resistentes, además se menciona que para pavimentos estos temas son más de detalles.

<b>Espesor de la losa</b>	<b>Bordes de sonorizador</b>
<b>D=28cm</b>	<b>B = D*+-20%</b>
<b>D=20%x28 cm</b> <b>D=34 cm</b> <b>D=-20%x28 cm</b> <b>D=22.4cm</b>	<b>B= 20cm a los borde extremos</b> <b>B= 30cm para ingreso de vehículo</b>

- **FRANJAS DEL SONORIZADOR**

El tamaño de las franjas entrecortadas a lo largo de pavimento que van a emitir el sonido se analizó con el tamaño de los neumáticos, el cual las dimensiones no deben de ser menor ni mayores a 10cm debido a que estas no van a generar sonidos, para comprobar este análisis se realizó la visita a diversos lugar que cuentan con similares características.

<b>FRANJAS DE SONORIZADOR</b>	<b>FRANJAS DE SONORIZADOR EMPLEADO</b>
<b>No deben de ser mayor ni menores a 10 cm</b>	<b>F=10cm cumple</b>

- **ESPESOR DE PROFUNDIDAD DE FRANJAS DE SONORIZADOR**  
La altura del espesor de profundidad de las franjas del sonorizador determinara el nivel de impacto y sonido a los conductores, por lo cual se establece de acuerdo al nivel de restricción el espesor de diseño el cual no debe superar 3 cm de profundidad de la rasante.

Espesor de profundidad	Espesor de diseño
E > 3cm	E= 2 cm cumple

#### b) TIPO DE SONORIZADORES A EMPLEAR

- **SONORIZADOR FABRICADOS EN EL SITIO**

El dispositivo tiene como finalidad realizarse en el sitio con los parámetros necesarios ya que este tipo de diseño es el más conveniente ya que reduce los costos y los procesos constructivos están relacionados a los trabajos de un pavimento rígido.

#### c) COSTO DEL SONORIZADOR

- **COSTOS Y PRESUPUESTO DEL PROYECTO.**

Uno de los criterios para la selección de la alternativa estructural más adecuada en un caso específico es el costo global de dicha alternativa. El costo del diseño de sonorizador sólo involucra su costo inicial de construcción, sino también los costos anuales de la conservación rutinaria durante el periodo de análisis económico.

El presupuesto de obra lo definen como la tasación o estimación económica “a priori” de un producto o servicio. Se basa en la previsión del total de los costos involucrados en la obra de construcción incrementados con el margen de beneficio que se tenga previsto.

El presupuesto de obra tienen como finalidad dar una idea aproximada y lo más real posible del importe de la ejecución del proyecto, no indica los gastos de explotación ni los gastos de la amortización de la inversión una vez ejecutada.

• **PLANILLA DE METRADOS**

Cuadro N° 15. Planilla de Metrados

ITEM	PARTIDA	UND	CANT.	LARGO (m)	ANCH O (m)	ALTO (m)	PARCIAL	TOTAL
01	DISEÑO DE SONORIZADOR							
01.01	OBRAS PRELIMINARES							
01.01.01	DESVÍO DE TRÁNSITO	DIA	3.00				3.00	<b>3.00</b>
01.01.02	LIMPIEZA DE TERRENO MANUAL	m2	1.00	7.2	5.00		36.00	<b>36.00</b>
01.01.03	TRAZO NIVEL Y REPLANTEO	m2	1.00	7.2	5.00		36.00	<b>36.00</b>
01.01.04	DEMOLICIONES DE PAVIMENTO FLEXIBLE	m3	1.00	7.2	5.00	0.10	3.60	<b>3.60</b>
01.01.05	ELIMINACIÓN DE DEMOLICIONE	m3	1.00	7.2	5.00	0.10	3.60	<b>3.60</b>
01.02	MOVIMIENTO DE TIERRAS							
01.02.01	CORTE A NIVEL DE BASE GRANULAR	m3	1.00	7.2	5.00	0.15	5.40	<b>5.40</b>
01.02.02	ELIMINACIÓN DE MATERIAL EXCEDENTE	m3	1.00	7.2	5.00	0.15	5.40	<b>5.40</b>
01.03	SONORIZADOR							
01.03.01	CONFORMACIÓN Y COMPACTACIÓN DE BASE GRANULAR	m2	1.00	7.2	5.00		36.00	<b>36.00</b>
01.03.02	ENCOFRADO Y DEENCOFRADO DE SONORIZADOR	m2	1.00	5	0.25		1.25	<b>1.25</b>
01.03.03	CONCRETO f'c=280 kg/cm2 EN SONORIZADOR, E=0.28M	m2	1.00	7.2	5.00		36.00	<b>36.00</b>
01.03.04	ACABADO SUPERFICIAL Y LATERAL EN SONORIZADOR	m2	1.00	7.2	5.00		36.00	<b>36.00</b>
01.03.05	CURADO DEL CONCRETO EN SONORIZADOR	m2	1.00	7.2	5.00		36.00	<b>36.00</b>
01.03.06	JUNTAS ASFÁLTICAS DE CONSTRUCCIÓN Y DILATACIÓN	m	1.00	5			5.00	<b>5.00</b>
01.04	SEÑALIZACIÓN							
01.04.01	SEÑALIZACIÓN HORIZONTAL EN SONORIZADOR	m2	1.00	ÁREA =	6.19		6.19	<b>6.19</b>
01.05	VARIOS							
01.05.01	FLETE TERRESTRE	glb	1.00				1.00	<b>1.00</b>
01.05.02	LIMPIEZA FINAL DE OBRA	m2	1.00				1.00	<b>1.00</b>

Fuente: Propia



## Cuadro N° 16. Presupuesto

S10		Página				1
<b>BACH. DEYVIS PORTOCARRERO POMA</b>						
<b>Presupuesto</b>						
Presupuesto	0201004	"DISEÑO DE SONORIZADORES A EMPLEARSE EN REDUCTORES DE VELOCIDAD EN LA CARRETERA MARISCAL CASTILLA - TRAMO ACOSTAMBO IZCUCHACA - HUANCVELICA 2017"				
Subpresupuesto	001	DISEÑO DE SONORIZADORES				
Cliente	UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES				Costo al	10/06/2015
Lugar	HUANCVELICA - HUANCVELICA - IZCUCHACA					
Item	Descripción	Und.	Metrado	Precio S/.	Parcial S/.	
01	<b>DISEÑO DE SONORIZADOR</b>				<b>6.806.07</b>	
01.01	<b>OBRAS PRELIMINARES</b>				<b>1.270.69</b>	
01.01.01	DESVIO DE TRÁNSITO	día	3.00	350.27	1.050.81	
01.01.02	LIMPIEZA DE TERRENO MANUAL	m2	36.00	0.68	24.48	
01.01.03	TRAZO NIVEL Y REPLANTEO	m2	36.00	1.97	70.92	
01.01.04	DEMOLICION DE PAVIMENTO FLEXIBLE	m3	3.60	24.09	86.72	
01.01.05	ELIMINACION DE DEMOLICION	m3	3.60	10.49	37.76	
01.02	<b>MOVIMIENTO DE TIERRAS</b>				<b>269.95</b>	
01.02.01	CORTE A NIVEL DE BASE GRANULAR	m3	5.40	40.15	216.81	
01.02.02	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE	m3	5.40	9.84	53.14	
01.03	<b>SONORIZADOR</b>				<b>4.880.11</b>	
01.03.01	CONFORMACION Y COMPACTACIÓN DE BASE	m2	36.00	3.01	108.36	
01.03.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE SONORIZADOR	m2	1.25	27.40	34.25	
01.03.03	CONCRETO f <sub>c</sub> =280ka/cm <sup>2</sup> EN SONORIZADOR. E=28M	m2	36.00	100.20	3.607.20	
01.03.04	ACABADO SUPERFICIAL Y LATERAL EN SONORIZADOR	m2	36.00	26.44	951.84	
01.03.05	CURADO DE CONCRETO EN SONORIZADOR	m2	36.00	3.91	140.76	
01.03.06	JUNTAS ASFALTICAS DE CONSTRUCCION Y DILATAACION	m	5.00	7.54	37.70	
01.04	<b>SEÑALIZACION</b>				<b>134.71</b>	
01.04.01	SEÑALIZACION HORIZONTAL EN SONORIZADOR	m2	7.20	18.71	134.71	
01.05	<b>VARIOS</b>				<b>250.61</b>	
01.05.01	FLETE TERRESTRE	alb	1.00	250.00	250.00	
01.05.02	LIMPIEZA FINAL DE OBRA	m2	1.00	0.61	0.61	
	<b>COSTO DIRECTO</b>				<b>6.806.07</b>	
	<b>IGV 18%</b>				<b>1.225.09</b>	
	<b>TOTAL</b>				<b>8.031.16</b>	
	<b>SON : OCHO MIL TRENTIUNO Y 16/100 SOLES</b>					

Fuente: Propia

### Cuadro N° 17. Costo de Sonorizador

DISPOSITIVOS	MONTO TOTAL
<b>1 sonorizador</b>	<b>S/. 8,031.16</b>
<b>34 sonorizadores</b>	<b>S/. 273,059.44</b>

Fuente: Propia

## Cuadro N° 18. Precios Y Cantidades de Recursos Requeridos

BACH. DEYVIS PORTOCARRERO POMA						
<b>Precios y cantidades de recursos requeridos por tipo</b>						
Obra	0201004	<b>"DISEÑO DE SONORIZADORES A EMPLEARSE EN REDUCTORES DE VELOCIDAD EN LA CARRETERA MARISCAL CASTILLA - TRAMO ACOSTAMBO IZCUCHACA - HUANCAVELICA 2017"</b>				
Subpresupuesto	001	<b>DISEÑO DE SONORIZADORES</b>				
Fecha	10/06/2015					
Lugar	090108	<b>HUANCAVELICA - HUANCAVELICA - IZCUCHACA</b>				
Código	Recurso	Unid	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
<b>MANO DE OBRA</b>						
0101010003	OPERARIO	hh	15.6523	21.83	341.69	
0101010004	OFICIAL	hh	21.5028	17.76	381.89	
0101010005	PEON	hh	105.1685	15.96	1.678.49	
0101030000	TOPOGRAFO	hh	0.8244	22.05	18.18	
						<b>2,420.25</b>
<b>MATERIALES</b>						
0201030002	MEMBRANILA "A" RENDIMIENTO 12-14M2 X GAL	aal	2.9988	40.00	119.95	
02010500010001	ASFALTO RC-250	aal	0.6650	12.00	7.98	
02040100010002	ALAMBRE NEGRO RECOCIDO N° 16	ka	0.1250	3.28	0.41	
02041200010003	CLAVOS PARA MADERA CON CABEZA DE 2"	ka	0.2500	3.28	0.82	
02041200010005	CLAVOS PARA MADERA CON CABEZA DE 3"	ka	0.2500	3.28	0.82	
02070100010002	PIEDRA CHANCADA 1/2"	m3	4.7736	65.60	313.15	
02070200010001	ARENA FINA	m3	0.4060	82.00	33.29	
02070200010002	ARENA GRUESA	m3	4.2120	73.80	310.85	
0210030003	MALLA FAENA ROLLO 50YD 1MT NARAJA	rl	3.0000	40.91	122.73	
02100400010002	TECNOPOP DE 1"X4X8'	pln	0.7500	3.68	2.76	
0213010001	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 ka)	bol	125.7619	18.86	2.371.87	
02130300010001	YESO BOLSA 28 ka	bol	0.3600	12.00	4.32	
0228120022	CARTEL DE SEGURIDAD	und	1.2000	16.40	19.68	
0231010002	MADERA TORNILLO PARA ENCOFRADOS INCLUYE	o2	1.6675	4.20	7.00	
0231040002	ESTACAS DE MADERA TORNILLO TRATADA	o2	0.7200	4.20	3.02	
0240020001	PINTURA ESMALTE	aal	0.4320	36.90	15.94	
0240020017	PINTURA DE TRAFICO	aal	0.3456	36.90	12.75	
0240080017	DISOLVENTE XILOL	aal	0.0720	31.10	2.24	
02631200010003	POSTE DE SEÑALIZACION Y MADERA	und	1.2000	16.32	19.58	
	POSTE DE SEÑALIZACION CONCRETO Y MADERA					
0267110002	CONO DE SEÑALIZACION NARANJA DE 28"	und	1.2000	21.73	26.08	
0267110014	TRANQUERAS	und	1.2000	36.90	44.28	
0290130022	AGUA	m3	13.6476	1.00	13.65	
						<b>3,453.17</b>
<b>EQUIPOS</b>						
0301000002	NIVEL TOPOGRAFICO	dia	0.1044	15.00	1.57	
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	% mo			14.80	
03010600020001	REGLA DE ALUMINIO 5.85M	und	3.6000	106.52	383.47	
0301100001	COMPACTADORA VIBRATORIA TIPO PLANCHA 7	hm	0.5760	18.50	10.66	
0301120002	EQUIPO DE PINTURA	hm	2.3040	15.00	34.56	
0301160001	CARGADOR FRONTAL	hm	0.2880	138.68	39.94	
0301220005	CAMION CISTERNA	hm	0.5760	130.00	74.88	
03012900010005	VIBRADOR DE CONCRETO 4 HP 2.4"	hm	2.4012	10.00	24.01	
03012900030004	MEZCLADORA DE CONCRETO TAMBOR 18 HP 11	hm	2.4012	18.50	44.42	
03013300030007	CORTADORA DE DISCO DIAMANTADO	dia	0.2401	50.00	12.01	
0304010003	VOLQUETE 15 m3	hm	0.2880	150.00	43.20	
						<b>683.52</b>
<b>SUBCONTRATOS</b>						
0409160004	SC FLETE TERRESTRE	gib	1.0000	250.00	250.00	
						<b>250.00</b>
				<b>Total</b>	<b>S/.</b>	<b>6,806.94</b>

Fuente: Propia

## Cuadro N° 19. Análisis De Precios Unitarios

Presupuesto	0201004	"DISEÑO DE SONORIZADORES A EMPLEARSE EN REDUCTORES DE VELOCIDAD EN LA CARRETERA MARISCAL CASTILLA - TRAMO ACOSTAMBO IZCUCHACA - HUANCAVELICA 2017"					Fecha presupuesto	10/06/2015
Subpresupuesto	001 DISEÑO DE SONORIZADORES						10/06/2015	
Partida	01.01.01	DESIVIO DE TRÁNSITO					10/06/2015	
Rendimiento	día/DIA	1.0000	EQ. 1.0000	Costo unitario directo por : día		<b>350.27</b>		
<b>Código</b>	<b>Descripción Recurso</b>		<b>Unidad</b>	<b>Cuadrilla</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio \$/.</b>	<b>Parcial \$/.</b>	
	<b>Mano de Obra</b>							
0101010003	OPERARIO		hh	0.1000	0.8000	21.83	17.46	
0101010005	PEON		hh	2.0000	16.0000	15.96	255.36	
							<b>272.82</b>	
	<b>Materiales</b>							
0210030003	MALLA FAENA ROLLO 50YD 1MT NARAJA		rl		1.0000	40.91	40.91	
0228120022	CARTEL DE SEGURIDAD		und		0.4000	16.40	6.56	
02631200010003	POSTE DE SEÑALIZACION Y MADERA POSTE DE SE		und		0.4000	16.32	6.53	
0267110002	CONO DE SEÑALIZACION NARANJA DE 28"		und		0.4000	21.73	8.69	
0267110014	TRANQUERAS		und		0.4000	36.90	14.76	
							<b>77.45</b>	
<b>Partida</b>	<b>01.01.02</b>	<b>LIMPIEZA DE TERRENO MANUAL</b>						
Rendimiento	m2/DIA	220.0000	EQ. 220.0000	Costo unitario directo por : m2		<b>0.68</b>		
<b>Código</b>	<b>Descripción Recurso</b>		<b>Unidad</b>	<b>Cuadrilla</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio \$/.</b>	<b>Parcial \$/.</b>	
	<b>Mano de Obra</b>							
0101010003	OPERARIO		hh	0.1000	0.0036	21.83	0.08	
0101010005	PEON		hh	1.0000	0.0364	15.96	0.58	
							<b>0.66</b>	
	<b>Equipos</b>							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		3.0000	0.66	0.02	
							<b>0.02</b>	
<b>Partida</b>	<b>01.01.03</b>	<b>TRAZO NIVEL Y REPLANTEO</b>						
Rendimiento	m2/DIA	350.0000	EQ. 350.0000	Costo unitario directo por : m2		<b>1.97</b>		
<b>Código</b>	<b>Descripción Recurso</b>		<b>Unidad</b>	<b>Cuadrilla</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio \$/.</b>	<b>Parcial \$/.</b>	
	<b>Mano de Obra</b>							
0101010005	PEON		hh	2.0000	0.0457	15.96	0.73	
0101030000	TOPOGRAFO		hh	1.0000	0.0229	22.05	0.50	
							<b>1.23</b>	
	<b>Materiales</b>							
02130300010001	YESO BOLSA 28 kg		bol		0.0100	12.00	0.12	
0231040002	ESTACAS DE MADERA TORNILLO TRATADA		p2		0.0200	4.20	0.08	
0240020001	PINTURA ESMALTE		gal		0.0120	36.90	0.44	
							<b>0.64</b>	
	<b>Equipos</b>							
0301000002	NIVEL TOPOGRAFICO		día	1.0000	0.0029	15.00	0.04	
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		5.0000	1.23	0.06	
							<b>0.10</b>	
<b>Partida</b>	<b>01.01.04</b>	<b>DEMOLICION DE PAVIMENTO FLEXIBLE</b>						
Rendimiento	m3/DIA	15.0000	EQ. 15.0000	Costo unitario directo por : m3		<b>24.09</b>		
<b>Código</b>	<b>Descripción Recurso</b>		<b>Unidad</b>	<b>Cuadrilla</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio \$/.</b>	<b>Parcial \$/.</b>	
	<b>Mano de Obra</b>							
0101010003	OPERARIO		hh	1.0000	0.5333	21.83	11.64	
0101010005	PEON		hh	1.0000	0.5333	15.96	8.51	
							<b>20.15</b>	

Fuente: Propia

## Cuadro N° 20. Análisis De Precios Unitarios

Equipos							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		3.0000	20.15	0.60
03013300030007	CORTADORA DE DISCO DIAMANTADO		día	1.0000	0.0667	50.00	3.34
							<b>3.94</b>
Partida	<b>01.01.05</b>	<b>ELIMINACION DE DEMOLICION</b>					
Rendimiento	<b>m3/DIA</b>	<b>250.0000</b>		<b>EQ. 250.0000</b>		<b>Costo unitario directo por : m3</b>	<b>10.49</b>
<b>Código</b>	<b>Descripción Recurso</b>		<b>Unidad</b>		<b>Cuadrilla</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio S/.</b>
	<b>Mano de Obra</b>						<b>Parcial S/.</b>
0101010003	OPERARIO		hh		1.0000	0.0320	21.83
0101010005	PEON		hh		1.0000	0.0320	15.96
							<b>1.21</b>
Equipos							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		3.0000	1.21	0.04
0301160001	CARGADOR FRONTAL		hm	1.0000	0.0320	138.68	4.44
0304010003	VOLQUETE 15 m3		hm	1.0000	0.0320	150.00	4.80
							<b>9.28</b>
Partida	<b>01.02.01</b>	<b>CORTE A NIVEL DE BASE GRANULAR</b>					
Rendimiento	<b>m3/DIA</b>	<b>7.0000</b>		<b>EQ. 7.0000</b>		<b>Costo unitario directo por : m3</b>	<b>40.15</b>
<b>Código</b>	<b>Descripción Recurso</b>		<b>Unidad</b>		<b>Cuadrilla</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio S/.</b>
	<b>Mano de Obra</b>						<b>Parcial S/.</b>
0101010003	OPERARIO		hh		0.1000	0.1143	21.83
0101010005	PEON		hh		2.0000	2.2857	15.96
							<b>38.98</b>
Equipos							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		3.0000	38.98	1.17
							<b>1.17</b>
Partida	<b>01.02.02</b>	<b>ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE</b>					
Rendimiento	<b>m3/DIA</b>	<b>250.0000</b>		<b>EQ. 250.0000</b>		<b>Costo unitario directo por : m3</b>	<b>9.84</b>
<b>Código</b>	<b>Descripción Recurso</b>		<b>Unidad</b>		<b>Cuadrilla</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio S/.</b>
	<b>Mano de Obra</b>						<b>Parcial S/.</b>
0101010003	OPERARIO		hh		0.1000	0.0032	21.83
0101010005	PEON		hh		1.0000	0.0320	15.96
							<b>0.58</b>
Equipos							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		3.0000	0.58	0.02
0301160001	CARGADOR FRONTAL		hm	1.0000	0.0320	138.68	4.44
0304010003	VOLQUETE 15 m3		hm	1.0000	0.0320	150.00	4.80
							<b>9.26</b>
Partida	<b>01.03.01</b>	<b>CONFORMACION Y COMPACTACIÓN DE BASE GRANULAR</b>					
Rendimiento	<b>m2/DIA</b>	<b>500.0000</b>		<b>EQ. 500.0000</b>		<b>Costo unitario directo por : m2</b>	<b>3.01</b>
<b>Código</b>	<b>Descripción Recurso</b>		<b>Unidad</b>		<b>Cuadrilla</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio S/.</b>
	<b>Mano de Obra</b>						<b>Parcial S/.</b>
0101010003	OPERARIO		hh		1.0000	0.0160	21.83
0101010005	PEON		hh		1.0000	0.0160	15.96
							<b>0.61</b>
Equipos							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		3.0000	0.61	0.02
0301100001	COMPACTADORA VIBRATORIA TIPO PLANCHA 7 HP		hm	1.0000	0.0160	18.50	0.30
0301220005	CAMION CISTERNA		hm	1.0000	0.0160	130.00	2.08
							<b>2.40</b>

Fuente: Propia

## Cuadro N° 21. Análisis De Precios Unitarios

Partida	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE SONORIZADOR							
Rendimiento	<b>m2/DIA</b>	<b>15.0000</b>		<b>EQ. 15.0000</b>	Costo unitario directo por : m2		<b>27.40</b>	
<b>Código</b>	<b>Descripción Recurso</b>		<b>Unidad</b>		<b>Cuadrilla</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio \$/.</b>	<b>Parcial \$/.</b>
	<b>Mano de Obra</b>							
0101010003	OPERARIO		hh		1.0000	0.5333	21.83	11.64
0101010005	PEON		hh		1.0000	0.5333	15.96	8.51
								<b>20.15</b>
	<b>Materiales</b>							
02040100010002	ALAMBRE NEGRO RECOCIDO N° 16		kg			0.1000	3.28	0.33
02041200010003	CLAVOS PARA MADERA CON CABEZA DE 2"		kg			0.2000	3.28	0.66
02041200010005	CLAVOS PARA MADERA CON CABEZA DE 3"		kg			0.2000	3.28	0.66
0231010002	MADERA TORNILLO PARA ENCOFRADOS INCLUYE C/p2					1.3340	4.20	5.60
								<b>7.25</b>
Partida	CONCRETO f'c=280kg/cm2 EN SONORIZADOR, E=28M							
Rendimiento	<b>m2/DIA</b>	<b>120.0000</b>		<b>EQ. 120.0000</b>	Costo unitario directo por : m2		<b>100.20</b>	
<b>Código</b>	<b>Descripción Recurso</b>		<b>Unidad</b>		<b>Cuadrilla</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio \$/.</b>	<b>Parcial \$/.</b>
	<b>Mano de Obra</b>							
0101010003	OPERARIO		hh		3.0000	0.2000	21.83	4.37
0101010004	OFICIAL		hh		2.0000	0.1333	17.76	2.37
0101010005	PEON		hh		8.0000	0.5333	15.96	8.51
								<b>15.25</b>
	<b>Materiales</b>							
02070100010002	PIEDRA CHANCADA 1/2"		m3			0.1326	65.60	8.70
02070200010002	ARENA GRUESA		m3			0.1170	73.80	8.63
0213010001	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)		bol			3.4684	18.86	65.41
0290130022	AGUA		m3			0.3091	1.00	0.31
								<b>83.05</b>
	<b>Equipos</b>							
03012900010005	VIBRADOR DE CONCRETO 4 HP 2.4"		hm		1.0000	0.0667	10.00	0.67
03012900030004	MEZCLADORA DE CONCRETO TAMBOR 18 HP 11 p3		hm		1.0000	0.0667	18.50	1.23
								<b>1.90</b>
Partida	ACABADO SUPERFICIAL Y LATERAL EN SONORIZADOR							
Rendimiento	<b>m2/DIA</b>	<b>20.0000</b>		<b>EQ. 20.0000</b>	Costo unitario directo por : m2		<b>26.44</b>	
<b>Código</b>	<b>Descripción Recurso</b>		<b>Unidad</b>		<b>Cuadrilla</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio \$/.</b>	<b>Parcial \$/.</b>
	<b>Mano de Obra</b>							
0101010003	OPERARIO		hh		0.1000	0.0400	21.83	0.87
0101010004	OFICIAL		hh		1.0000	0.4000	17.76	7.10
0101010005	PEON		hh		1.0000	0.4000	15.96	6.38
								<b>14.35</b>
	<b>Materiales</b>							
02070200010001	ARENA FINA		m3			0.0110	82.00	0.90
0213010001	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)		bol			0.0250	18.86	0.47
0290130022	AGUA		m3			0.0700	1.00	0.07
								<b>1.44</b>
	<b>Equipos</b>							
03010600020001	REGLA DE ALUMINIO 5.85M		und			0.1000	106.52	10.65
								<b>10.65</b>
Partida	CURADO DE CONCRETO EN SONORIZADOR							
Rendimiento	<b>m2/DIA</b>	<b>250.0000</b>		<b>EQ. 250.0000</b>	Costo unitario directo por : m2		<b>3.91</b>	
<b>Código</b>	<b>Descripción Recurso</b>		<b>Unidad</b>		<b>Cuadrilla</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio \$/.</b>	<b>Parcial \$/.</b>
	<b>Mano de Obra</b>							
0101010003	OPERARIO		hh		0.1000	0.0032	21.83	0.07

Fuente: Propia

## Cuadro N° 22. Análisis De Precios Unitarios

0101010005	PEON		hh	1.0000	0.0320	15.96	0.51
							<b>0.58</b>
	<b>Materiales</b>						
0201030002	MEMBRANILA "A" RENDIMIENTO 12-14M2 X GAL		gal		0.0833	40.00	3.33
							<b>3.33</b>
Partida	<b>01.03.06</b>	<b>JUNTAS ASFALTICAS DE CONSTRUCCION Y DILATAACION</b>					
Rendimiento	<b>m/DIA</b>	<b>90.0000</b>		<b>EQ. 90.0000</b>		<b>Costo unitario directo por : m</b>	<b>7.54</b>
<b>Código</b>	<b>Descripción Recurso</b>		<b>Unidad</b>		<b>Cuadrilla</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio S/.</b>
	<b>Mano de Obra</b>						
0101010003	OPERARIO		hh		0.5000	0.0444	21.83
0101010005	PEON		hh		3.0000	0.2667	15.96
							<b>5.23</b>
	<b>Materiales</b>						
02010500010001	ASFALTO RC-250		gal			0.1330	12.00
02070200010001	ARENA FINA		m3			0.0020	82.00
02100400010002	TECNOPOR DE 1"X4X8"		pln			0.1500	3.68
							<b>2.31</b>
Partida	<b>01.04.01</b>	<b>SEÑALIZACION HORIZONTAL EN SONORIZADOR</b>					
Rendimiento	<b>m2/DIA</b>	<b>25.0000</b>		<b>EQ. 25.0000</b>		<b>Costo unitario directo por : m2</b>	<b>18.71</b>
<b>Código</b>	<b>Descripción Recurso</b>		<b>Unidad</b>		<b>Cuadrilla</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio S/.</b>
	<b>Mano de Obra</b>						
0101010003	OPERARIO		hh		0.1000	0.0320	21.83
0101010004	OFICIAL		hh		1.0000	0.3200	17.76
0101010005	PEON		hh		1.0000	0.3200	15.96
							<b>11.49</b>
	<b>Materiales</b>						
0240020017	PINTURA DE TRAFICO		gal			0.0480	36.90
0240080017	DISOLVENTE XILOL		gal			0.0100	31.10
							<b>2.08</b>
	<b>Equipos</b>						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES		%mo			3.0000	11.49
0301120002	EQUIPO DE PINTURA		hm		1.0000	0.3200	15.00
							<b>5.14</b>
Partida	<b>01.05.01</b>	<b>FLETE TERRESTRE</b>					
Rendimiento	<b>glb/DIA</b>	<b>1.0000</b>		<b>EQ. 1.0000</b>		<b>Costo unitario directo por : glb</b>	<b>250.00</b>
<b>Código</b>	<b>Descripción Recurso</b>		<b>Unidad</b>		<b>Cuadrilla</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio S/.</b>
	<b>Subcontratos</b>						
0409160004	SC FLETE TERRESTRE		glb			1.0000	250.00
							<b>250.00</b>
Partida	<b>01.05.02</b>	<b>LIMPIEZA FINAL DE OBRA</b>					
Rendimiento	<b>m2/DIA</b>	<b>250.0000</b>		<b>EQ. 250.0000</b>		<b>Costo unitario directo por : m2</b>	<b>0.61</b>
<b>Código</b>	<b>Descripción Recurso</b>		<b>Unidad</b>		<b>Cuadrilla</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio S/.</b>
	<b>Mano de Obra</b>						
0101010003	OPERARIO		hh		0.1000	0.0032	21.83
0101010005	PEON		hh		1.0000	0.0320	15.96
							<b>0.58</b>
	<b>Equipos</b>						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES		%mo			5.0000	0.58
							<b>0.03</b>

Fuente: Propia

#### d) PROCEDIMIENTO DE INSTALACIÓN

- En términos estrictamente técnicos, el Cronograma General de Actividades se desprende de la Programación Pert CPM, pero también es posible formular el Cronograma, representándolo como el Diagrama Gantt de Barras.
- En una Obra deben haber tantos cronogramas de obra como fórmulas polinómicas. Debe concordar en el plazo de obra determinado, pudiendo establecerse en periodos de días, semanales, quincenales o mensuales. Debe concordar con el monto de Obra. Se debe estructurar por fases (proceso constructivo). La duración de la actividad se calcula dividiendo el metrado de la partida entre su rendimiento.

Cuadro N° 23. Cronograma de Ejecución de proyecto

Id	EDT	Nombre de tarea	Duración	Comienzo	D-1	D1	D2	D3	D4	D5	D6
0		<b>TESIS DE SONORIZADOERS</b>	<b>3 días</b>	<b>jue 01/06/17</b>							
1	<b>1</b>	<b>DISEÑO DE SONORIZADOR</b>	<b>3 días</b>	<b>jue 01/06/17</b>							
2	<b>1.1</b>	<b>OBRAS PRELIMINARES</b>	<b>3 días</b>	<b>jue 01/06/17</b>							
3	1.1.1	DESIVIO DE TRÁNSITO	3 días	jue 01/06/17							
4	1.1.2	LIMPIEZA DE TERRENO	1 día	jue 01/06/17							
5	1.1.3	TRAZO NIVEL Y REPLANTEO	1 día	jue 01/06/17							
6	1.1.4	DEMOLICIONES	1 día	jue 01/06/17							
7	1.1.5	ELIMINACION DE DEMOLICIONES	1 día	vie 02/06/17							
8	<b>1.2</b>	<b>MOVIMIENTO DE TIERRAS</b>	<b>2 días</b>	<b>jue 01/06/17</b>							
9	1.2.1	CORTE A NIVEL DE BASE GRANULAR	1 día	jue 01/06/17							
10	1.2.2	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE	1 día	vie 02/06/17							
11	<b>1.3</b>	<b>SONORIZADOR</b>	<b>3 días</b>	<b>jue 01/06/17</b>							
12	1.3.1	CONFORMACION Y COMPACTACIÓN DE BASE GRANULAR	1 día	jue 01/06/17							
13	1.3.2	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE SONORIZADOR	1 día	vie 02/06/17							
14	1.3.3	CONCRETO $f_c=280$ kg/cm <sup>2</sup> EN SONORIZADOR, $E=0.25M$	1 día	vie 02/06/17							
15	1.3.4	ACABADO SUPERFICIAL Y LATERAL EN SONORIZADOR	1 día	vie 02/06/17							
16	1.3.5	CURADO DEL CONCRETO EN SONORIZADORES	1 día	sáb 03/06/17							
17	1.3.6	JUNTAS ASFÁLTICAS DE CONSTRUCCION Y DILATACION	1 día	sáb 03/06/17							
18	<b>1.4</b>	<b>SEÑALIZACION</b>	<b>1 día</b>	<b>sáb 03/06/17</b>							
19	1.4.1	SEÑALIZACION HORIZONTAL: MARCA EN SONORIZADOR	1 día	sáb 03/06/17							
20	<b>1.5</b>	<b>VARIOS</b>	<b>3 días</b>	<b>jue 01/06/17</b>							
21	1.5.1	FLETE TERRESTRE	1 día	jue 01/06/17							
22	1.5.2	LIMPIEZA FINAL DE OBRA	1 día	sáb 03/06/17							

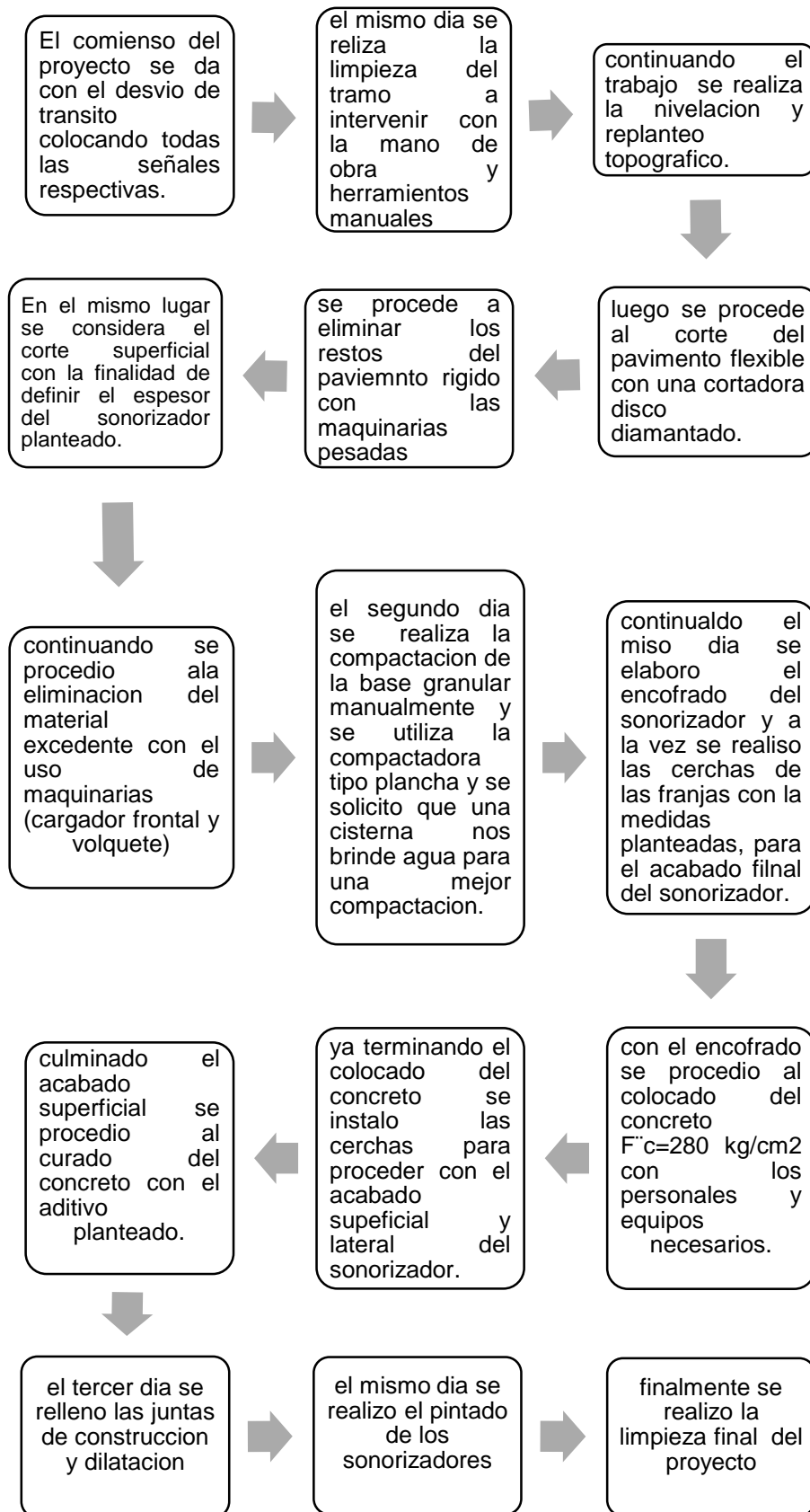
  

Proyecto: TESIS DE SONORIZAD Fecha: jue 16/11/17	Tarea	Resumen	Tareas críticas
---	-------	---------	-----------------

Página 1

Fuente: Propia

Cuadro N° 24. Proceso Constructivo de la incorporación del sonorizador



Fuente: Propia



## **CAPÍTULO V**

### **DISCUSIÓN DE RESULTADOS**

A partir de los resultados es factible determinar las características de diseño del sonorizador a emplearse en los reductores de velocidad tipo resalto en la carretera Mariscal Castilla, tramo Acostambo – Izcuchaca – Huancavelica 2017. Por lo que se relacionan con los estoperoles planteados en las carreteras.

Estos resultados guardan relación con lo que sostiene Adriana Carolina Grass y Lisseth Carolina Sierra Anaya, sustentaron en el año 2010 su tesis titulada: ANÁLISIS DE LA INCIDENCIA DE LAS SEÑALES DE TRANSITO EN LOS INDICES DE ACCIDENTABILIDAD EN LA CIUDAD DE BUCARAMANGA, y Eduardo Andres Perez Gutierrez y Jorge Mario Lastre Ramos, sustentó Cartagena de Indias, 22 de octubre de 2014, su tesis: EVALUACIÓN DE PUNTOS CRÍTICOS DE ACCIDENTALIDAD VIAL EN LA CIUDAD DE SINCELEJO. Donde mencionan que un sonorizador es un dispositivo de concreto armado y corrugado, construido a nivel del suelo, el cual causa vibración y ruido, su objetivo es hacer que los conductores reduzcan la velocidad de operación en sitios en donde existen riesgos de accidentabilidad. Ello es acorde con lo que este estudio se halla.

Pero en lo que no concuerda con el estudio es que no se ha elaborado características de diseño del sonorizador a emplearse en los reductores de velocidad, por lo tanto se realiza el diseño del sonorizador el cual es factible con las dimensiones planteadas.

## CONCLUSIONES

1. Los sonorizadores a emplearse en la carretera Mariscal Castilla en el tramo de Acostambo – Izcuchaca deberán reunir las siguientes características: las dimensiones serán de 5 m de ancho por 7.2 m de largo, con un espesor de losa de 0.28 m, además cuenta con franjas entrecortadas a lo largo del dispositivo de concreto armado, con un ancho de 0.10m y con espesor de profundidad de 0.02m para la emisión del sonidos, asimismo con bordes de 0.20m el cual reducirán las tensiones.
2. Se determinó que para el diseño de sonorizador se empleara la estructura fabricada en el sitio lo cual será construido en el lugar insitu, ya que esta cuenta con mayor facilidad para el colocado de los materiales además tendrá una vida útil de 20 años de acuerdo al diseño elaborado.
3. Luego de realizar la evaluación respecto al costo del sonorizador se establece con un monto de S/. 8,031.16 soles cada uno incluido IGV, y 34 estructuras de sonorizadores que se emplearan en todo el tramo el cual asciende a un monto de S/. 273,059.44 soles incluido IGV, sin considerar Gastos Generales, Utilidad y Costos de Supervisión.
4. Con respecto al procedimiento de la instalación del sonorizador, se concluye que se va a realizar en 3 días calendarios, para cada incorporación de sonorizador, con la finalidad de no obstruir el tráfico.

## RECOMENDACIONES

1. Se recomienda diseñar las características del sonorizador empleando los cálculos de diseño de pavimento rígido con AASHTO 93, con la finalidad de obtener el espesor del sonorizador, asimismo se debe considerar el espesor de las franjas entrecortadas de acuerdo al tamaño del neumático y el espesor de profundidad no debe de superar los 0.03m, además plantear una estructura más sólida en los bordes a fin de reducir las tensiones.
2. Se recomienda a emplear la estructura fabricado en el sitio, ya que este diseño será más fácil al momento de la ejecución y por la vida útil empleada.
3. Se debe de tener en consideración el costo de los materiales de acuerdo a las cotizaciones realizadas a fin de tener un presupuesto viable que no genere perjuicios al momento de la ejecución del sonorizador.
4. Tomar en cuenta el cronograma de ejecución del proyecto para cumplir con los días establecidos, a fin de no dificultar la libre circulación de vehículos.
5. Se recomienda incorpora los sonorizadores a todos los proyectos viales con la finalidad de reducir los accidentes, sobre todo en los lugares que cuentan con topografía abrupta.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Dextre Quijandría, J. C. (1999). "TÉCNICAS PARA LOGRAR UN TRÁFICO CALMADO". XII CONGRESO NACIONAL DE INGENIERÍA CIVIL HUÁNUCO 1999, (págs. 1-10). huanuco.
2. MTC. (2016). *"Manual de Dispositivos de Control del Tránsito Automotor para Calles y Carreteras"*. lima: Publicaiones MTC.
3. Grass, A. C., & Sierra Anaya, L. (2010). "Análisis de la incidencia de las señales de tránsito en los índices de accidentalidad en la ciudad d Bucaramanga". Bucaramanga, Santander - Soto, Colombia: Tesis de Grado para obter el título profesional de ingeniero civil.
4. Perez Gutierrez, E. A., & Lastre Ramos, J. M. (2014). *"Evaluación de Puntos Críticos de Accidentabilidad Vial en la Ciudad de Sincelejo"*. Tesis Ing. Civil Cartagena de Indias: Faculta de Ingenieria.
5. MTC. (2011). *"Reductores de Velocidad Tipo Resalto para el Sistema Nacional de Carreteras "*. Lima: Publicaciones MTC.
6. Calle Carmona, J. C. (2002-2011). "Índice de Seguridad Vial", "Reductores de Velocidad Tipo Resalto para el Sistema Nacional de Carreteras". *REVISTA Universidad EAFIT* , 74-81.
7. Rubio Guerrero, H. E. (2014). *"Reductores de Velocidad para las Vías de Lima Metropolitana"*. Lima: Diario Oficial "El Peruano".
8. Gallego Henao, Andres Uriel. (31 de Mayo de 2004). MANUAL DE SEÑALIZACIÓN. *"Dispositivos para la regulación del tránsito en calles"*. Bogota, Cundimarca, Colombia: Publicaciones.
9. Howard, E., Mooren, L., Nilsson, G., Quimby, A., & Vadeby, A. (2008). *"Manual de Seguridad Vial para los Responsables de Tomar Decisiones Profesionales"*. Ginebra: Global Road Safety Partnership c/o International Federation of Red Cross and Red Crescent Societies.
10. MTC. (2014). *Manual de Carreteras "Diseño Geométrico DG-2014"*. lima: Publicaciones MTC.
11. Mg. Ing. Botasso, G., & Mg. Ing. Rivera, J. (10 de Enero de 2011). "Los pavimentos flexibles y su impacto en la seguridad vial". la Plata, Buenos Aires, Argentina: IEMaC- centro de investigaciones viales.

## **ANEXO: 1 Matriz de Consistencia**

## MATRIZ DE CONSISTENCIA

### DISEÑO DE SONORIZADORES A EMPLEARSE EN REDUCTORES DE VELOCIDAD EN LA CARRETERA MARISCAL CASTILLA - TRAMO ACOSTAMBO - IZCUCHACA - HUANCVELICA 2017

PROBLEMA	OBJETIVO	MARCO TEÓRICO	HIPÓTESIS	VARIABLE	METODOLOGÍA
<p><b>Problema General</b></p> <p>¿Cuáles son las características de diseño del sonorizador a emplearse en los reductores de velocidad tipo resalto en la carretera Mariscal Castilla, tramo Acostambo – Izcuchaca – Huancavelica 2017?</p> <p><b>Problemas específicos</b></p> <p>a) ¿Cuál es el tipo del sonorizador a emplearse en los reductores de velocidad tipo resalto en la carretera Mariscal Castilla, tramo Acostambo – Izcuchaca – Huancavelica 2017?</p> <p>b) ¿Cuál es el costo del sonorizador a emplearse en los reductores de velocidad tipo resalto en la carretera Mariscal Castilla, tramo Acostambo – Izcuchaca – Huancavelica 2017?</p> <p>c) ¿Cuál es el procedimiento de la</p>	<p><b>Objetivo General</b></p> <p>Determinar las características de diseño del sonorizador a emplearse en los reductores de velocidad tipo resalto en la carretera Mariscal Castilla, tramo Acostambo – Izcuchaca – Huancavelica 2017</p> <p><b>Objetivos específicos</b></p> <p>a) Determinar el tipo del sonorizador a emplearse en los reductores de velocidad tipo resalto en la carretera Mariscal Castilla, tramo Acostambo – Izcuchaca – Huancavelica 2017</p> <p>b) Especificar el costo del sonorizador a emplearse en los reductores de velocidad tipo resalto en la carretera Mariscal Castilla, tramo Acostambo – Izcuchaca – Huancavelica 2017</p> <p>c) Evaluar el procedimiento de la instalación del</p>	<p><b>A nivel Nacional</b></p> <p>a) Juan Carlos Dextre Quijandría xii CONGRESO NACIONAL DE INGENIERIA CIVIL HUANUCO 1999 TECNICAS PARA LOGRAR UN TRAFICO CALMADO</p> <p>b) Ministerio de Transporte y Comunicaciones Mayo Del 2016 MANUAL DE DISPOSITIVOS DE CONTROL DEL TRANSITO AUTOMOTOR PARA CALLES Y CARRETERAS</p> <p>Señales preventivas por características de la superficie de rodadura</p> <p><b>A nivel internacional</b></p> <p>a) Los bachilleres: Adriana Carolina Grass y Lisseth Carolina Sierra Anaya, sustentaron en el año 2010 su tesis titulada: <b>ANÁLISIS DE LA INCIDENCIA DE LAS SEÑALES DE TRANSITO EN LOS INDICES DE ACCIDENTABILIDAD EN LA CIUDAD DE BUCARAMANGA;</b> Presentado en la Universidad industrial de Santander facultad de ingeniería físicomecánicas escuela de ingeniería civil Bucaramanga, con</p>	<p><b>Hipótesis General</b></p> <p>Es factible determinar las características de diseño del sonorizador a emplearse en los reductores de velocidad tipo resalto en la carretera Mariscal Castilla, tramo Acostambo – Izcuchaca – Huancavelica 2017</p> <p><b>Hipótesis Especificas</b></p> <p>a) El tipo del sonorizador a emplearse en los reductores de velocidad tipo resalto en la carretera Mariscal Castilla, tramo Acostambo – Izcuchaca – Huancavelica 2017, es factible y viable.</p> <p>b) La determinación del costo del sonorizador a emplearse en los reductores de velocidad tipo resalto en la carretera Mariscal Castilla, tramo Acostambo – Izcuchaca – Huancavelica 2017, es factible.</p> <p>c) La evaluación del procedimiento de la</p>	<p><b>Variable Independiente</b></p> <p>Sonorizador</p> <p><b>Indicadores</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Diseño</li> <li>• Costo</li> <li>• Procedimiento de instalación</li> </ul> <p><b>Variable dependiente</b></p> <p>Reductor de velocidad</p> <p><b>Indicadores:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Seguridad vial</li> <li>• Respeto de norma de tránsito.</li> </ul>	<p><b>Tipo de Investigación</b></p> <p>Aplicativo</p> <p><b>Nivel de Investigación</b></p> <p>Descriptivo - explicativo y Correlacional.</p> <p><b>Diseño de Investigación</b></p> <p>No experimental.</p> <p><b>Población</b></p> <p>La población está comprendida por el tramo de carretera Mariscal Castilla - Huancayo – Huancavelica.</p> <p><b>Muestra</b></p> <p>El tipo de muestra es no aleatorio.</p>

<p>instalación del sonorizador a emplearse en los reductores de velocidad tipo resalto en la carretera Mariscal Castilla, tramo Acostambo – Izcuchaca – Huancavelica 2017?</p>	<p>sonorizador a emplearse en los reductores de velocidad tipo resalto en la carretera Mariscal Castilla, tramo Acostambo – Izcuchaca – Huancavelica 2017</p>	<p>la finalidad de optar el título de ingeniero civil.  b) Los bachilleres: <b>EDUARDO ANDRES PEREZ GUTIERREZ y JORGE MARIO LASTRE RAMOS</b>, sustentó Cartagena de Indias, 22 de octubre de 2014, su tesis: <b>EVALUACIÓN DE PUNTOS CRÍTICOS DE ACCIDENTALIDAD VIAL EN LA CIUDAD DE SINCELEJO. Presentado</b> A la Facultad de Ingeniería programa de ingeniería civil, con la finalidad de optar el título profesional de Ingeniero Civil.  <b>Sonorizador</b>  Un sonorizador es un dispositivo de concreto armado y corrugado, construido a nivel del suelo, que causa trepidación y ruido, lo cual eventualmente transmite a los ocupantes de los vehículos una pequeña molestia cuando sobrepasan la velocidad máxima permitida.  <b>Reductor de velocidad</b>  Construcción obras física sobre la superficie de la vía, que obliguen a los conductores a disminuir su velocidad.</p>	<p>instalación del sonorizador a emplearse en los reductores de velocidad tipo resalto en la carretera Mariscal Castilla, tramo Acostambo – Izcuchaca – Huancavelica 2017, es viable.</p>		
--	---	---	---	--	--

**ANEXO: 2 Planos, Instrumentos, Otros y Fotos.**

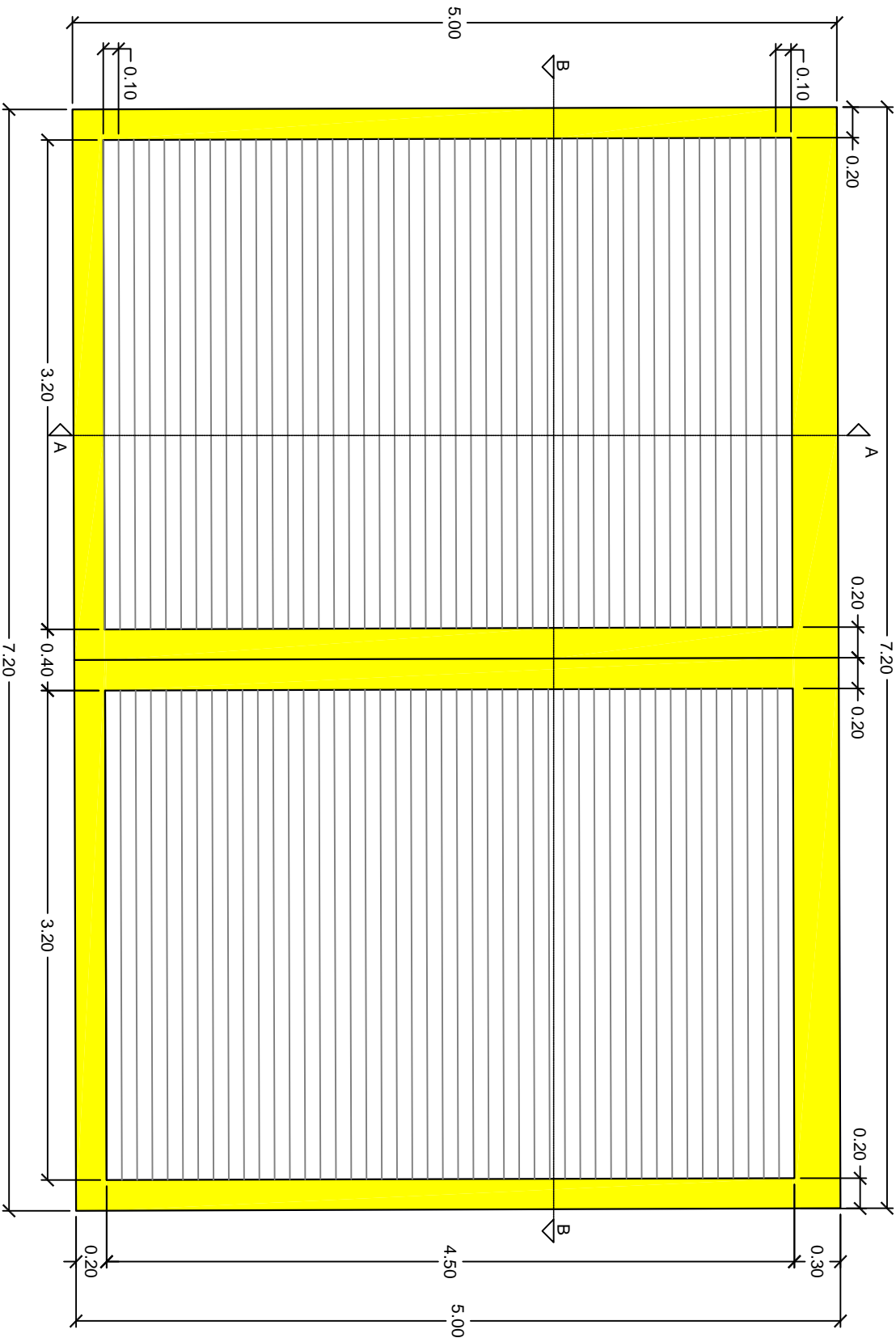




DISEÑO DE SONORIZADOR FABRICADO EN EL SITIO



SENTIDO DE TRÁNSITO



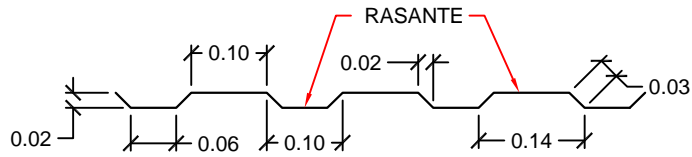
SEÑAL PROXIMIDAD REDUCTOR DE VELOCIDAD TIPO RESALTO



SENTIDO DE TRÁNSITO

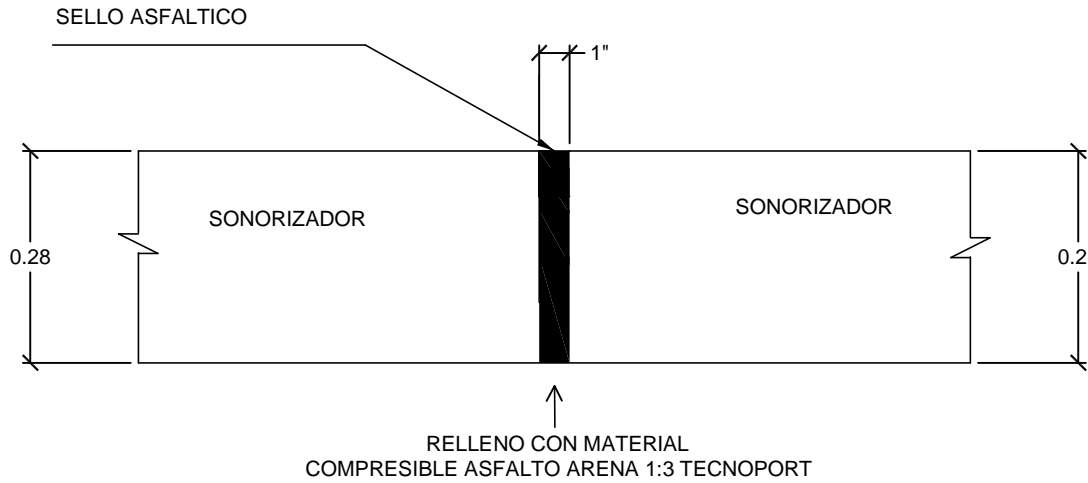
ESC. 1:40

FRANJA ENTRE CORTADA



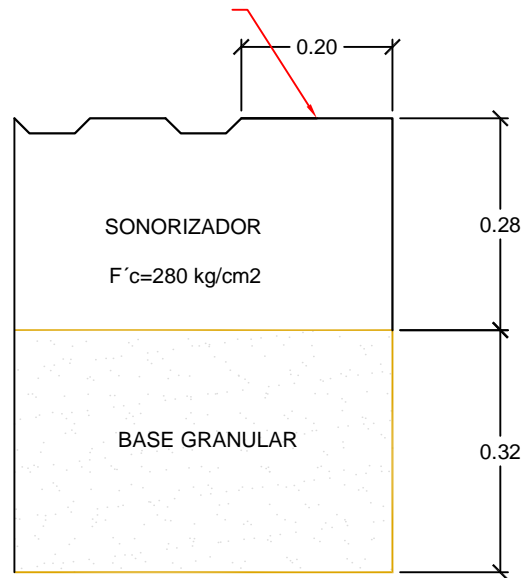
ESC. 1:10

JUNTA DE DILATACIÓN EN SONORIZADOR



ESC. 1:10

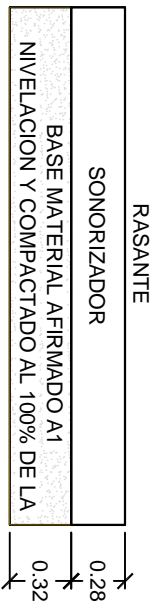
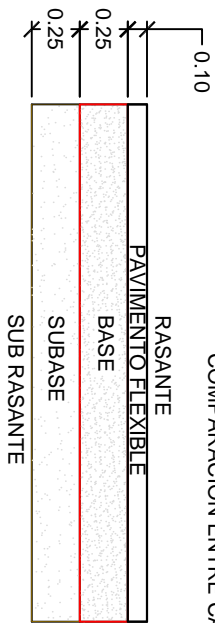
DETALLE DE FRANJAS QUE REDUCIRAN LA TENSION



ESC. 1:10

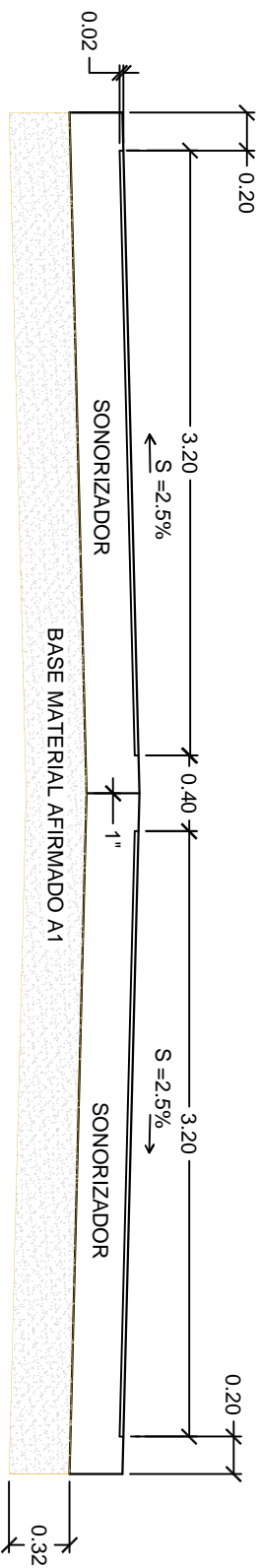
<p>UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES</p>	<p><b>PROYECTO:</b>  <b>DISEÑO DE SONORIZADORES A EMPLEARSE EN REDUCTORES DE VELOCIDAD EN LA CARRETERA MARISCAL CASTILLA - TRAMO ACOSTAMBO - IZCUCHACA - HUANCAMELICA 2017</b></p>			
	<p>DEPARTAMENTO:                  HUANCAMELICA</p>	<p>PROVINCIA:                  HUANCAMELICA</p>	<p>DISTRITO:                  IZCUCHACA</p>	<p>LUGAR:                  M. CASTILLA</p>
	<p>PLANO:                  DETALLES</p>	<p>NOMBRE Y APELLIDO:                  DEYVIS PORTOCARRERO POMA</p>		<p>LAMINA:                  PD</p>
	<p>ESCALA:                  INDICADA</p>			

COMPARACION ENTRE CAPAS ESTRATIGRAFICAS



ESC. 1:40

SECCION B-B



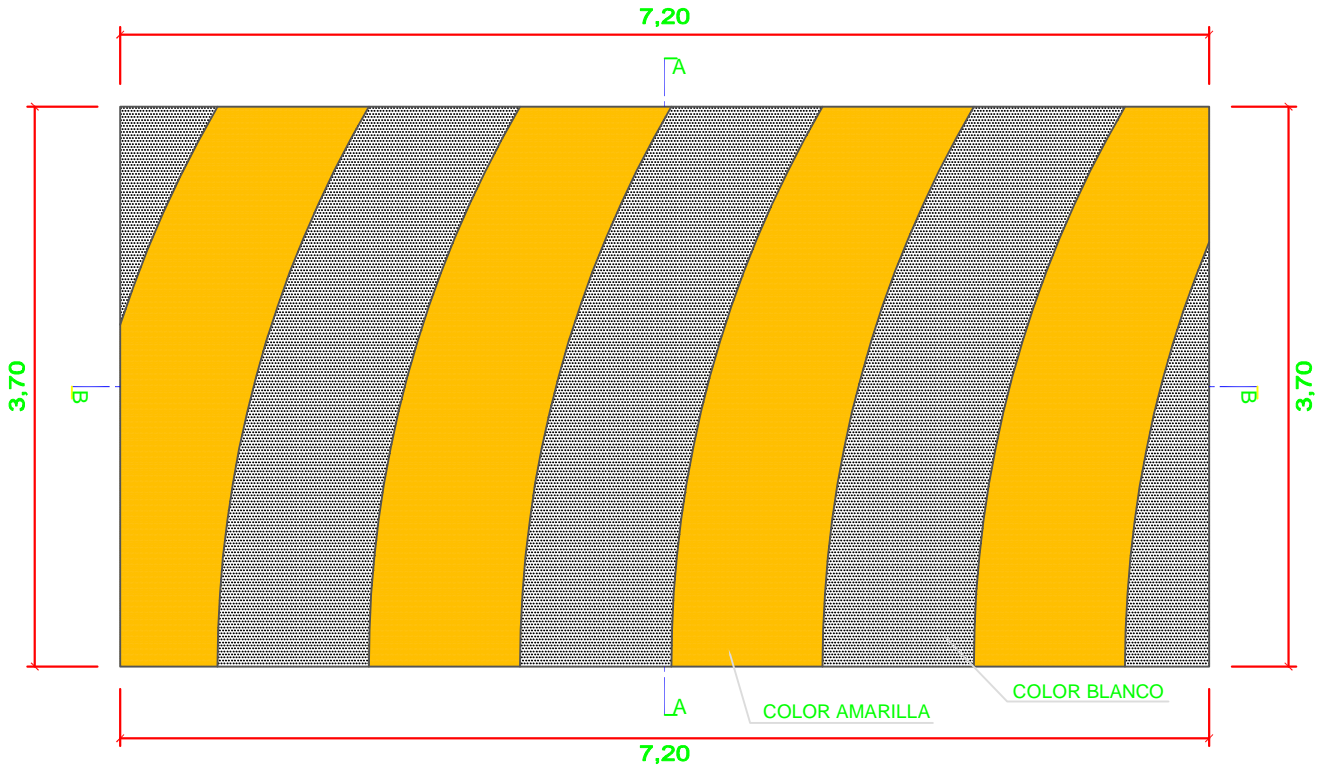
ESC. 1:40

SECCION A-A

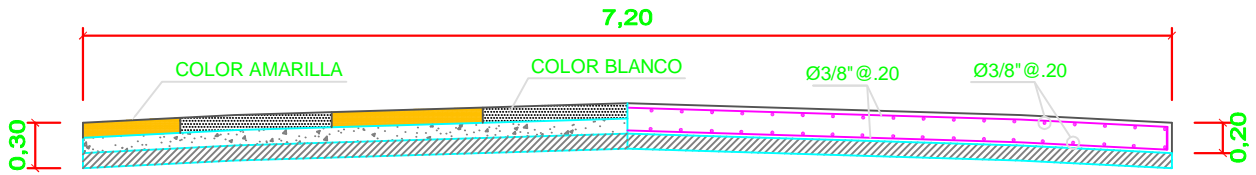


ESC. 1:40

**DISEÑO DE LOS 17 REDUCTOR DE VELOCIDA EN EL TRAMO ACOSTAMBO - IZCUCHACA**

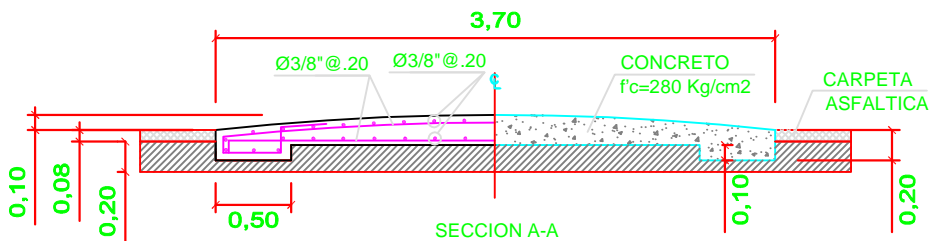


ESC. 1:50



SECCION B-B

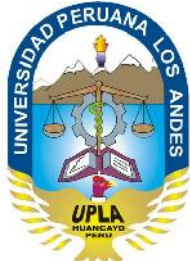
ESC. 1:50



SECCION A-A

ESC. 1:50

UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES



**PROYECTO:**

**DISEÑO DE SONORIZADORES A EMPLEARSE EN REDUCTORES DE VELOCIDAD EN LA CARRETERA MARISCAL CASTILLA - TRAMO ACOSTAMBO - IZCUCHACA - HUANCAVELICA 2017**

DEPARTAMENTO: HUANCAVELICA	PROVINCIA: HUANCAVELICA	DISTRITO: IZCUCHACA	LUGAR: M. CASTILLA
PLANO: DETALLES	NOMBRE Y APELLIDO: <b>DEYVIS PORTOCARRERO POMA</b>		LAMINA: <b>PD</b>
ESCALA: INDICADA			

## **1.2. Instrumentos utilizados**

En la presente investigación se utilizó:

- Estación Total marca Topcon
- Trípode
- Prisma
- Tarjeta porta prisma
- GPS
- Flexómetro
- Libreta de campo
- Cámara fotográfica
- Wincha
- USB
- Computadora estacionaria
- Impresora
- Calculadora

## **1.3. REDUCTOR DE VELOCIDAD**

### **A. Uso**

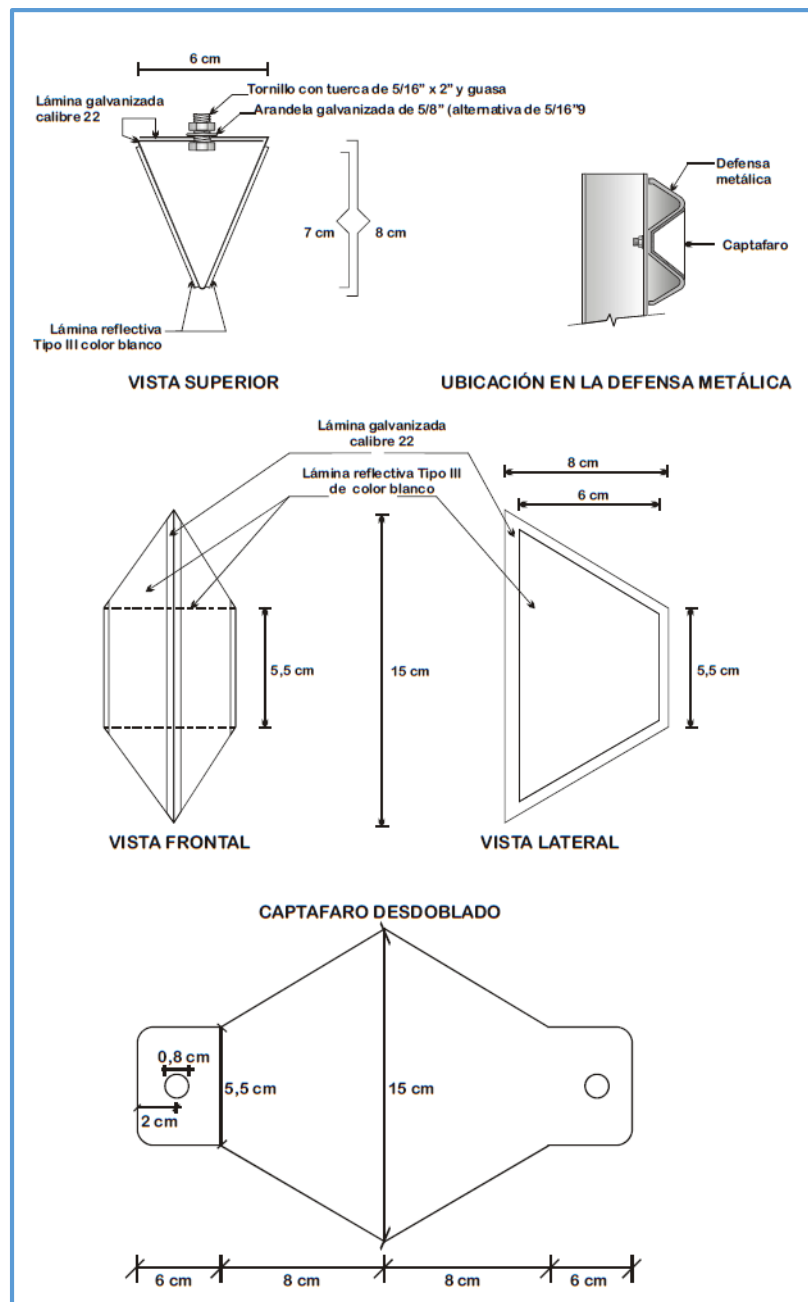
La carencia de recursos para eliminar los conflictos de tránsito existentes, mediante obras convencionales costosas, han conducido a las autoridades tomar medidas operacionales y a construir obras físicas sobre la superficie de la vía, que obliguen a los conductores a disminuir su velocidad de circulación para efectuar la transición de una velocidad determinada a una de menor magnitud en un tramo relativamente corto.

Estos casos se presentan con frecuencia en situaciones Como las siguientes:

- Cuando se transita por una carretera y se llega a una población en donde es necesario circular a una menor velocidad.
- En zonas urbanas en donde se requiere transitar a bajas velocidades por la presencia permanente de peatones que Cruzan la vía.
- En zonas escolares ubicadas en áreas urbanas, con afluencia de menores de edad.

- En la llegada de estaciones de peaje.
- En algunas zonas residenciales en donde se requiera disminuir la velocidad de los vehículos por antecedentes de accidentalidad.
- Existen diversidad de dispositivos diseñados con el propósito de inducir al conductor a reducir su velocidad talud es cualquier superficie inclinada con respecto a la horizontal adoptando esa posición de forma temporal o permanente y con estructura de suelo o de roca.

Figura N° 9. Captafaro



Fuente: Otros Dispositivos Para La Regulación Del Transito Pg. 192

En la presente sección se presentan aquellos que de acuerdo con los recursos de Ingeniería de Tránsito pueden ser más convenientes para el uso en tramos y puntos críticos de vías, siempre que se compruebe su necesidad y se tenga la experiencia de que la señalización vertical y horizontal no ha sido suficiente para disminuir los riesgos sobre la vía.

Numerosos accidentes han sido ocasionados por el conflicto en la movilización de vehículos y peatones sobre las vías, especialmente cuando no se tiene un control de las velocidades de operación y una concientización de los conductores y peatones en el respeto a las normas de seguridad vial.

La dificultad de hacer cumplir la reglamentación de la velocidad de operación de los vehículos a través de señales verticales, ha generado la necesidad de desarrollar dispositivos como los reductores de velocidad que generan un mayor respeto de parte de los conductores, con el fin primordial de preservar vidas humanas y evitar pérdidas materiales. Sin embargo, los reductores de velocidad no suprimen la señalización vertical tradicional, sino que ésta se convierte en un complemento importante de dichos dispositivos.

La implementación de reductores de velocidad deberá estar precedida de un estudio de Ingeniería de tránsito que recomiende su uso, teniendo en cuenta su aceptación por parte de las comunidades receptoras.

Dicho estudio deberá considerar el tipo de dispositivo a utilizar, la jerarquía y tipo de vía sobre la cual se implementa, el uso del suelo en el área de influencia y otros aspectos que se consideren importantes, con el objeto de prevenir o atenuar los efectos indeseables que se puedan generar.

A continuación se describen los principales tipos de reductores de velocidad:



## **B. Líneas reductoras de velocidad.**

Tienen por objeto causar una ilusión óptica al conductor para que disminuya su velocidad. Se emplearán generalmente en los pasos a nivel de peatones y en zonas de alto riesgo de accidente. Se colocarán transversalmente al eje de la vía y solo deberán abarcar el carril de circulación. Siempre serán de color blanco.

La distribución de las líneas obedece a un espaciamiento logarítmico. La distancia longitudinal y el número de líneas requeridas para estas marcas, estará en función de la diferencia entre la velocidad de proyecto o de operación de la vía y la velocidad requerida para la restricción.

El uso de estas líneas se recomienda en vías rurales o como complemento de otros reductores de velocidad.

## **C. Resaltos.**

Las ondulaciones transversales a la vía, conocidas como resaltos, se constituyen en el elemento más:

- Separación entre líneas reductoras de velocidad

Líneas con espaciamiento logarítmico para una velocidad de entrada de 50 km/h y velocidad de salida de 30 km/h coercitivo para obtener una reducción de velocidad y aumentando la seguridad de las franjas de circulación de peatones, intersecciones, etc. Cuando sea necesario hacer más drástica la restricción de reducir la velocidad o mantenerla a lo largo de un tramo de vía, se deberán construir varios resaltos en serie o combinar este tipo de dispositivos con otros reductores de velocidad.

Teniendo en cuenta que los resaltos son los reductores de velocidad más restrictivos para los conductores y que incrementan los niveles de vibración y de ruido en la zona, no se recomienda su uso en sectores como:

- Carreteras y vías de alta velocidad.
- Vías urbanas en donde transiten rutas de transporte público colectivo.
- Vías urbanas principales (o de jerarquía superior) o calles que enlacen a éstas.

- Vías urbanas con volumen vehicular diario superior a 500 vehículos.
- Vías urbanas cuyo porcentaje de vehículos pesados supere el 5%.
- Pendiente de la vía mayor del 8%.

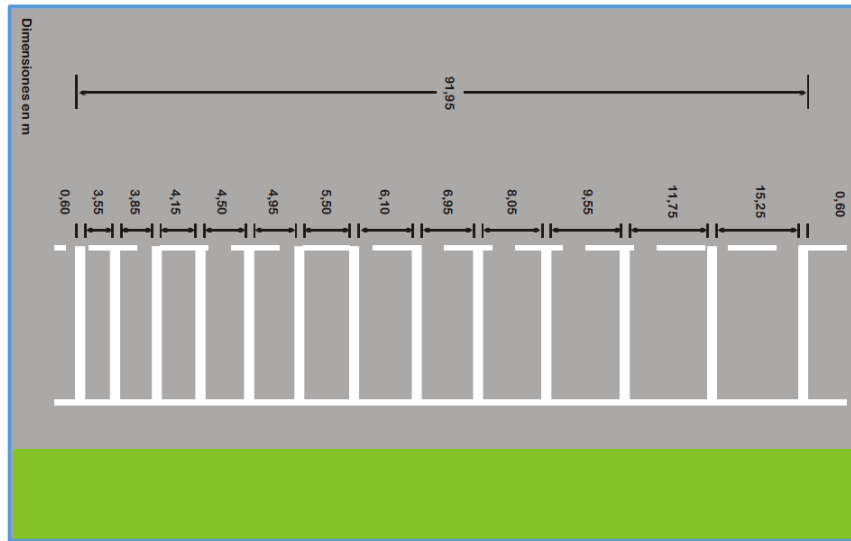
Su aplicación debe obedecer rigurosamente a especificaciones técnicas de carácter constructivo, deberán estar precedidos de la señalización vertical y horizontal correspondiente y, cuando sea posible, se acompañarán de otras medidas que induzcan al conductor a reducir gradualmente su velocidad hasta alcanzar un nivel satisfactorio. Deberán complementarse con señales reglamentarias de velocidad (SR-30) y su presencia será advertida con la señal preventiva SP-25. Los resaltos deben ser pintados exclusivamente de color amarillo. Esta pintura deberá ser reflectorizada con microesferas de vidrio.

Cuando se construya un reductor de velocidad, la flecha máxima de la protuberancia o saliente sobre el plano de la superficie del pavimento será de 10 cm y la longitud mínima a lo largo de la vía 3.70 m.

Una vez el estudio de Ingeniería de Tránsito demuestre la conveniencia de la construcción de un resalto, la entidad encargada del mantenimiento de la vía deberá autorizar su construcción. Así mismo, dicha entidad deberá verificar que se cumple con la señalización vertical y horizontal, antes de dar al servicio el resalto, con el propósito de evitar que el dispositivo se pueda convertir en un elemento generador de accidentes de tránsito.

El uso de los resaltos se recomienda en sitios en donde se presente una alta cifra de atropellos a peatones, accidentes de vehículos que generen víctimas y/o grandes daños materiales, en sitios en los que se requiera la detención de los vehículos. Debido al ruido y vibraciones que generan estos dispositivos, no se recomienda su uso en zonas residenciales y frente a bibliotecas, clínicas y hospitales.

Figura N° 10. Líneas con espaciamiento logarítmico para una velocidad de entrada de 50 km/h y velocidad de salida de 30 km/h.



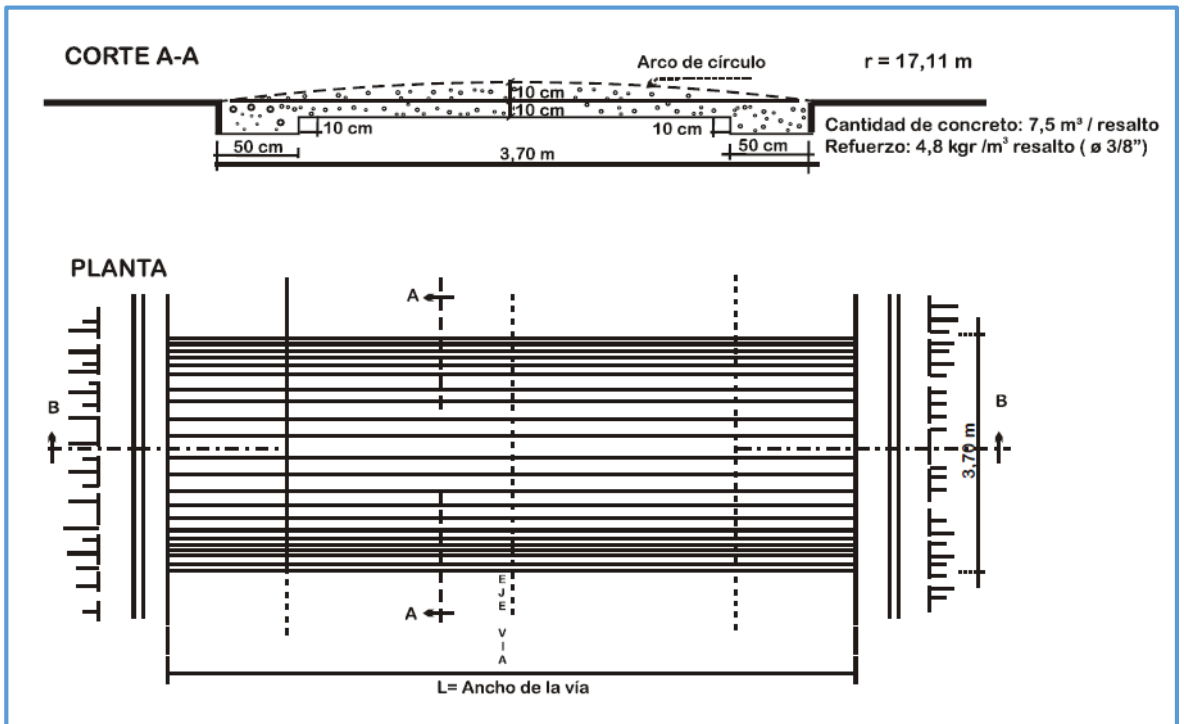
Fuente: Otros Dispositivos Para La Regulación Del Transito Pg.

195

#### D. Resalto virtual

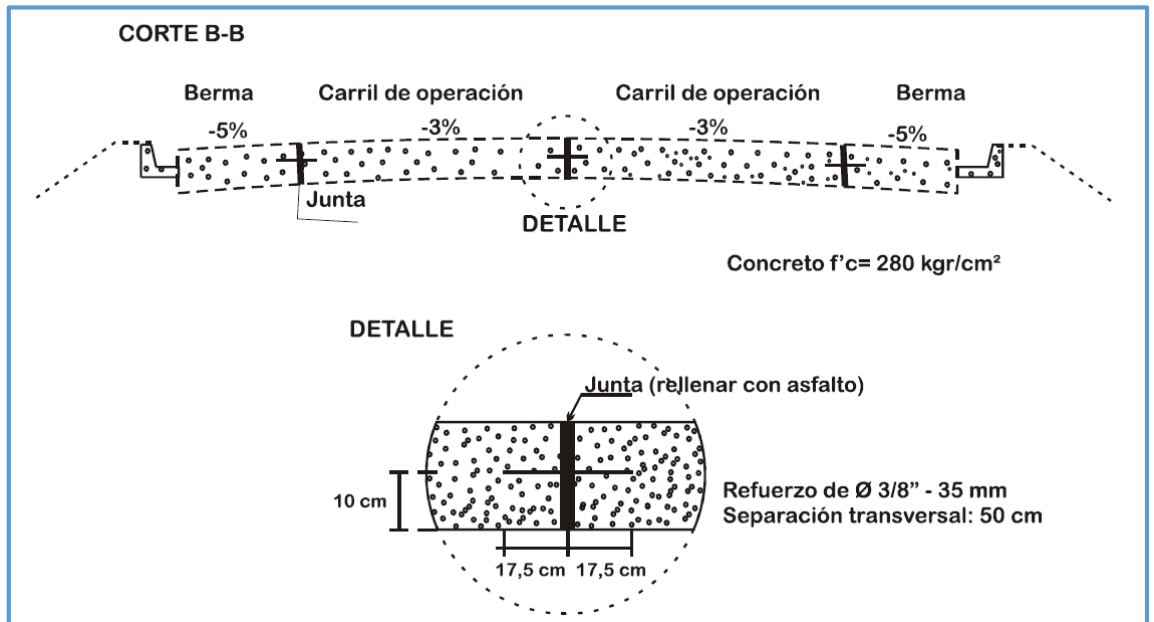
Se denomina resalto virtual a una demarcación sobre la superficie del pavimento que busca generar en el conductor la sensación de estar observando un resalto, como el descrito en la sección anterior, con el propósito de inducirlo a disminuir la velocidad del vehículo. Corresponde a la demarcación de un rectángulo de 4 m por el ancho total de la calzada, que contiene una serie de franjas oblicuas de 1,0 m, inclinadas a 45° y de colores amarillo y blanco. El uso de estos elementos se recomienda en zonas residenciales, ya que no generan ruido ni vibraciones.

Figura N° 11. Características de los resaltos



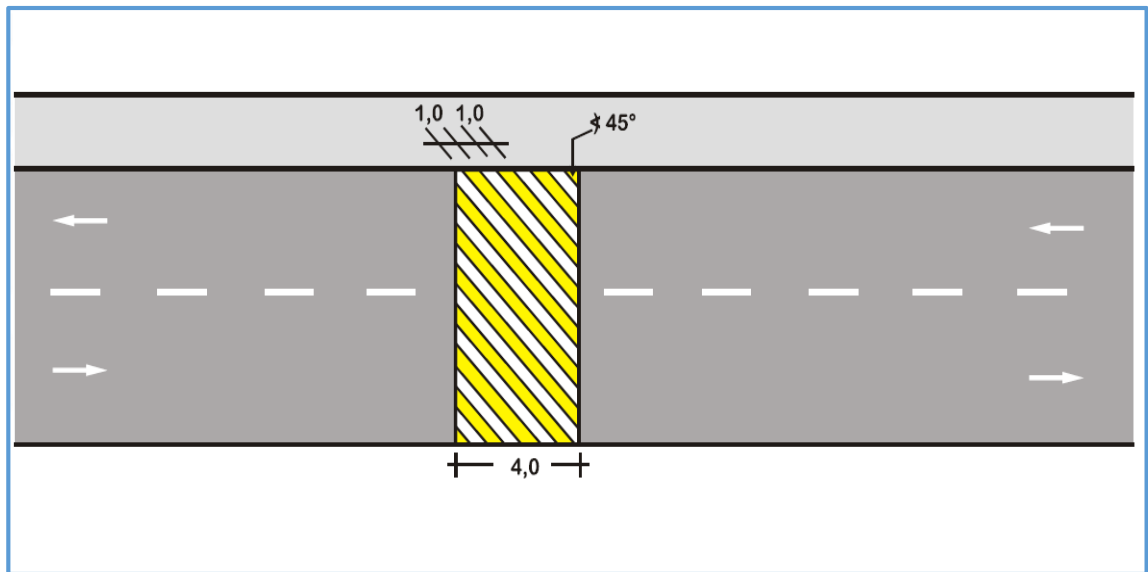
Fuente: Otros Dispositivos Para La Regulación Del Transito Pg. 197

Figura N° 12. Características de las juntas (rellenas con asfalto)



Fuente: Otros Dispositivos Para La Regulación Del Transito Pg. 197

Figura N° 13. Resalto virtual (dimensiones en metros).



Fuente: Otros Dispositivos Para La Regulación Del Transito Pg.

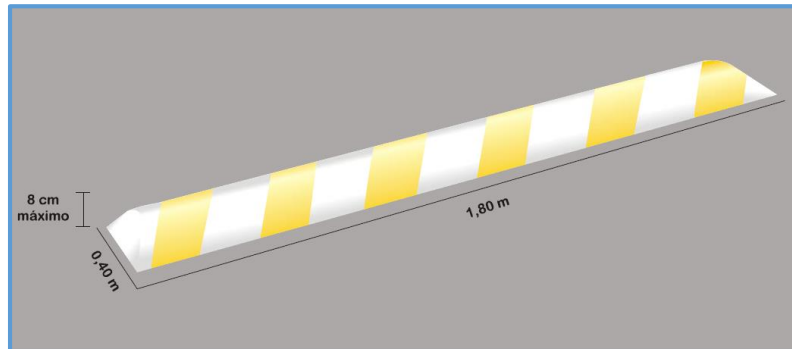
198

### E. Resaltos portátiles

Son dispositivos elaborados en caucho, plástico o cualquier otro tipo de material sintético de bajo peso y de alta resistencia al impacto que se colocan sobre la superficie de la vía como reductores de velocidad temporales. Podrán ser utilizados para operativos policiales, en zonas escolares a las horas de salida de los estudiantes o en cualquier otra circunstancia en la que se requiera la reducción de las velocidades de los vehículos en forma temporal. Cuando se utilicen este tipo de resaltos, deberá advertirse su presencia con la señal SP-25 y reglamentar la velocidad en el sector con la señal SR-30.

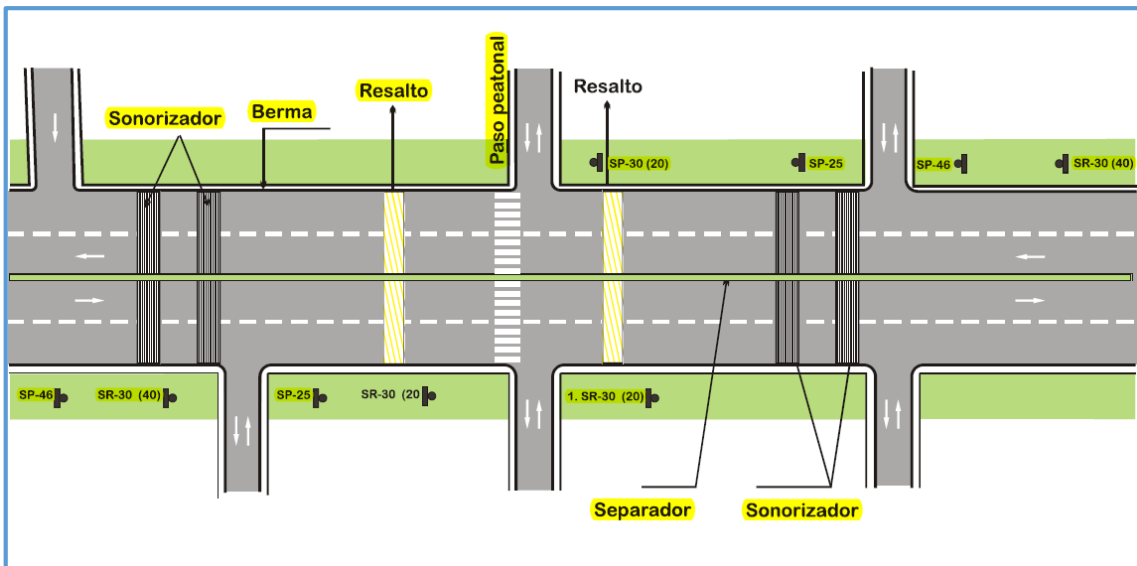
Estos dispositivos tendrán unas dimensiones mínimas de 1,80 m de longitud, 0,40 m de ancho y una altura no mayor de 8 cm. Deberán ser pintados de color amarillo o de franjas amarillas y blancas de 20 cm de ancho, inclinadas entre 45° y 60°. Las pinturas utilizadas deberán ser reflectorizadas y cumplir con las especificaciones fijadas en la norma técnica colombiana NTC-4744.

Figura N° 14. Resalto portátil



Fuente: Otros Dispositivos Para La Regulación Del Transito Pg. 199

Figura N° 15. Uso combinado de reductores de velocidad (resaltos - sonorizadores)

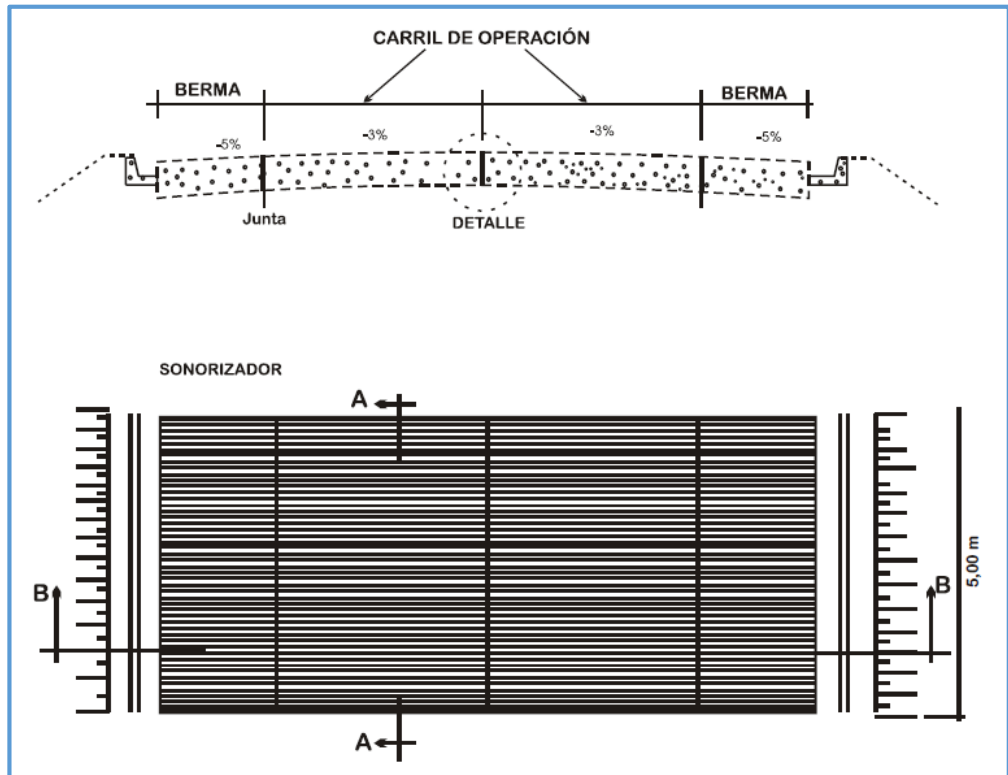


Fuente: Otros Dispositivos Para La Regulación Del Transito Pg. 201

Secuencia típica reductores de velocidad tipo resalto y sonorizadores (representación en perspectiva), medidas en metros.

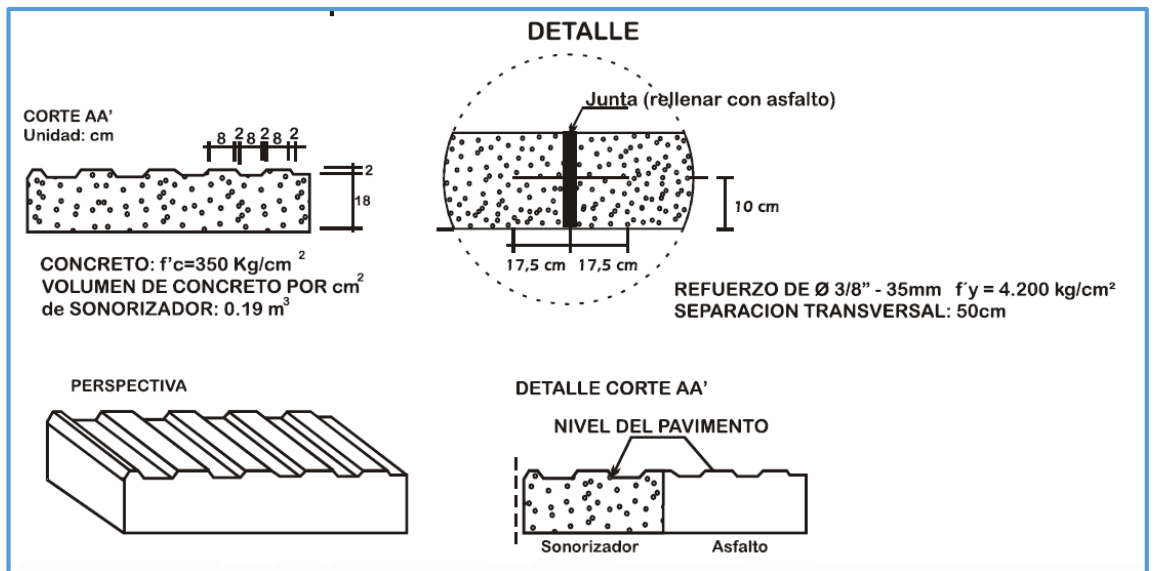


Figura N° 18. Sonorizador fabricado en el sitio.



Fuente: Otros Dispositivos Para La Regulación Del Transito Pg. 204

Figura N° 19. Detalle Sonorizador fabricado en el sitio



Fuente: Otros Dispositivos Para La Regulación Del Transito Pg. 204



## **F. Bandas sonoras**

Son dispositivos fabricados con aglomerados o estoperoles, sujetos al piso mediante el uso de pinturas epóxicas, resinas termoplásticas, plásticos de dos componentes, etc., que causan trepidación y ruido, lo cual eventualmente transmite una pequeña molestia a los ocupantes de los vehículos, cuando se sobrepasa la velocidad máxima permitida. La altura de las bandas sonoras determina el nivel de impacto en los conductores, por lo cual ésta se determinará de acuerdo con el nivel de restricción que se quiera obtener, en todo caso no deberán sobresalir del pavimento más de 3 cm.

Estos dispositivos deberán ser construidos a todo lo ancho de la calzada, por parejas de bandas de 50 cm de longitud, espaciadas entre sí 1 m. Dichas parejas estarán separadas en progresión logarítmica, para generar en el conductor un efecto óptico sonoro de aceleración del vehículo, que lo induzca a reducir la velocidad de operación.

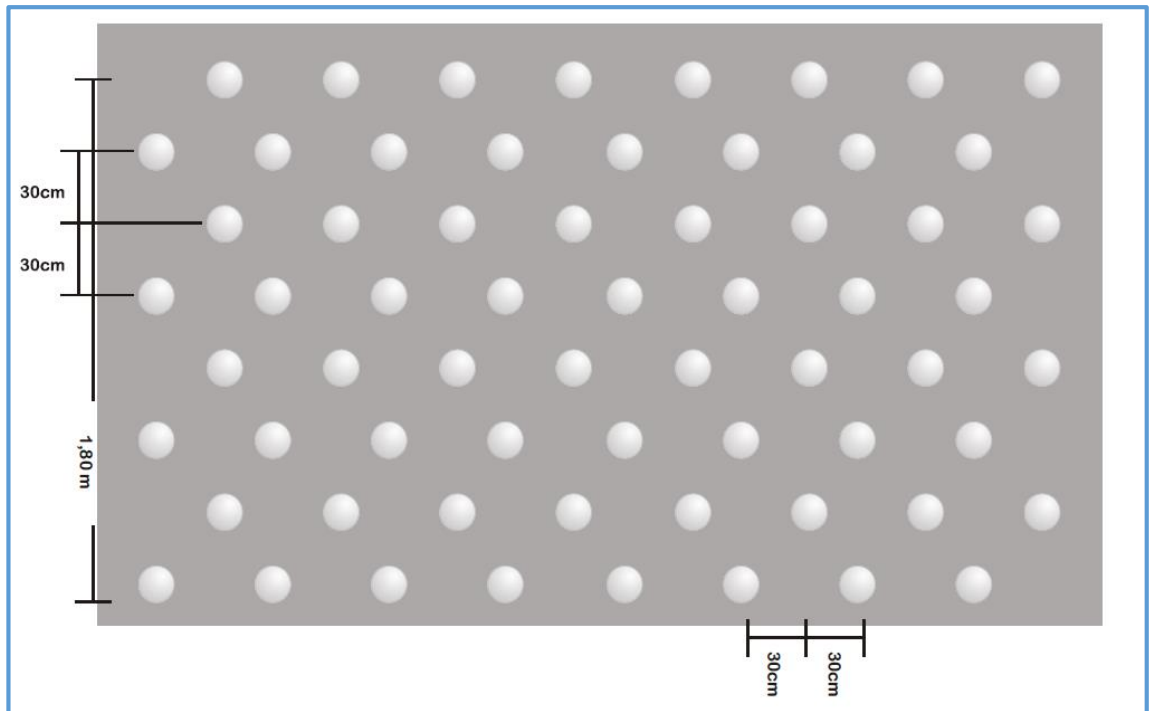
Su uso deberá ser especialmente en vías rurales. No se recomienda su utilización en zonas de edificaciones habitadas, ya que se incrementan los niveles de ruido y se genera vibración al paso de los vehículos sobre estos dispositivos, creando conflictos con la comunidad.

Las bandas sonoras construidas mediante baterías de estoperoles cerámicos, estarán constituidas por líneas separadas entre sí 30 cm y con separación entre estoperoles de 30 cm, distribuidas. Cada batería reemplazará un par de bandas.

### **Franjas Sonoras**

Estos dispositivos consisten en rebajes transversales que se ejecutan en banquetas pavimentadas, lo que produce un efecto sonoro y vibratorio dentro del vehículo, advirtiéndole al conductor que está abandonando la calzada y debe efectuar maniobras de control.

Figura N° 20. Banda sonora construida con estoperoles



Fuente: Otros Dispositivos Para La Regulación Del Transito Pg. 206

### G. Otros reductores de velocidad

Comúnmente se utilizan otros elementos que sirven como reductores de velocidades provisionales, tales como lazos y cadenas. Dichos elementos no deberán tener un ancho superior a 5 cm.

## 1.4. DELINEADORES DE PISO

### A. Tachas Reflectivas

#### Generalidades

Si la señalización horizontal se aplica y se mantiene en forma apropiada, es fácilmente visible durante el día y cuando se reflectorizan con esferas de vidrio, es igualmente efectiva y visible durante la noche, en tiempo seco. Sin embargo, en condiciones de lluvia la demarcación se cubre de una película de agua, las esferas no reflejan la luz en forma apropiada y la línea de demarcación deja de ser visible para los usuarios de las vías.

Para mejorar la visibilidad de la demarcación en circunstancias de humedad del pavimento se han intentado varias alternativas. Sin

embargo, lo que ha tenido mayor éxito son las tachas reflectivas. Este tipo de señalización consiste en la instalación de cuerpos sólidos de superficie lisa, blancas o de color, que tienen incorporados materiales reflectivos. Sirven generalmente como complemento de las marcas de pintura en el pavimento y son de gran utilidad para la separación de las vías de circulación, delineación de carriles y señalización de obstáculos.

Las tachas reflectivas deberán cumplir con los requisitos fijados en la Norma Técnica Colombiana NTC4745. Las entidades contratantes deberán exigir a los contratistas las certificaciones de cumplimiento de dicha norma, la cual deberá ser expedida por el proveedor de las tachas reflectivas.

### **Función**

- Complementar las líneas pintadas sobre el pavimento, guiando al conductor cuando llueve y pierde de vista la línea canalizadora. Así se evita la invasión involuntaria de otros carriles por distracción o fatiga del conductor. Se usan en la línea central para vías de doble sentido, y en línea de carriles para la circulación del tránsito en el mismo sentido y en línea de borde de pavimento.
- Indican el sentido de circulación. Mostrando su cara reflectivo al tránsito que viene en la dirección correcta. Son monodireccionales cuando hay circulación en un solo sentido y bidireccionales cuando hay circulación en ambos sentidos.
- Previenen sobre los peligros que pueden ofrecer curvas fuertes, curvas y contracurvas, en zonas montañosas, intersecciones peligrosas, zonas de adelantamiento prohibido y otras características que impliquen riesgos.
- Sirven para demarcar acceso a zonas de reducción o aumento en el número de carriles.
- Sirven para demarcar porciones de pavimento designadas para ser compartidas con otros usuarios de la vía, como cruces peatonales, carriles para bicicletas e islas dentro de la calzada.

- Identifican ciertas características de las calzadas como rampas de salida de las vías. En éstas se colocan en la punta de las bifurcaciones.

### **Aplicación**

Se sugieren los siguientes pasos en el diseño e instalación de las tachas reflectivas:

- Seleccionar la vía a ser demarcada, basándose en la frecuencia de los accidentes que han sucedido en horas nocturnas y en condiciones climáticas adversas (lluvia), o bien basándose en otros criterios establecidos que resulten aceptables.
- Disponer las tachas reflectivas en lugares peligrosos conocidos, tales como intersecciones con señales de PARE y cruces a nivel con ferrocarril.
- Disponer tachas reflectivas en curvas.
- Relacionar sitios peligrosos consecutivos de modo tal que se pueda preparar un solo diseño para todos ellos por ejemplo: una vía en curva puede conectarse con tachas reflectivas a una intersección o a un puente angosto.
- Revisión de las tachas reflectivas instaladas para ver si es necesario agregar otras adicionales, con el fin de aplicar plenamente criterios básicos.

### **Ubicación Lateral**

Las tachas reflectivas se instalarán al lado izquierdo de las líneas que van a complementar, a una distancia de 5 cm. A excepción de las líneas de borde de pavimento, cuando existe berma pavimentada, que pueden colocarse del lado derecho de las líneas y cuando existan dos líneas continuas de adelantamiento prohibido se ubicaran en el centro de las dos líneas.

### **Tipos, Colores, Formas y Tamaños**

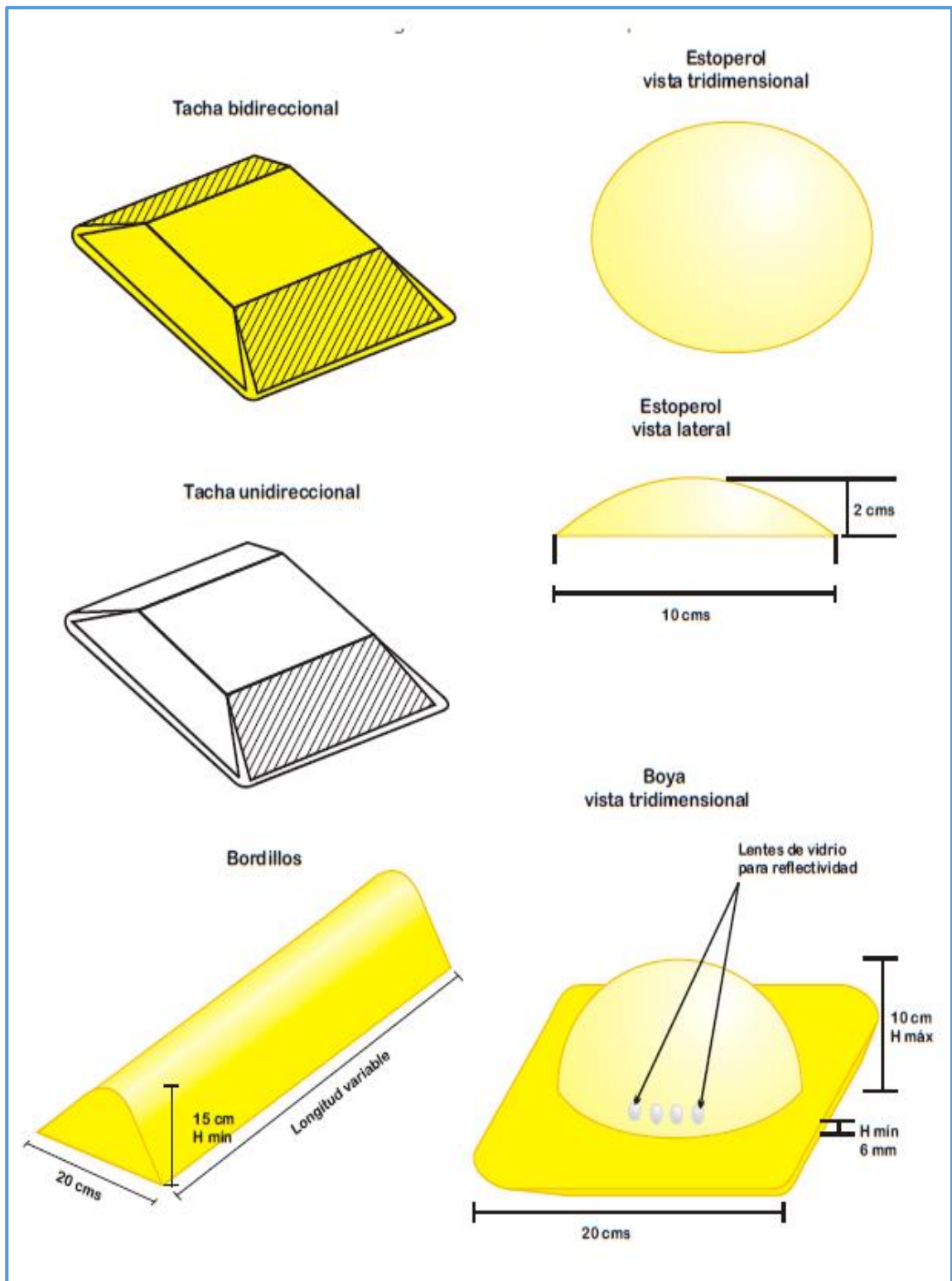
Existen tres grupos de tachas reflectivas en cuanto al material de fabricación: de cerámica, de materiales plásticos y metálicas.

Los colores más comunes son el blanco y el amarillo, sin embargo, para casos especiales pueden usarse otros colores, como es el caso de aproximaciones a hospitales, clínicas y centros de atención médica, en donde se utilizan las tachas azules ubicadas sobre las líneas de borde de pavimento.

Existen diferentes formas de tachas reflectivas: redondas, cuadradas, rectangulares y ovaladas, con superficie convexa o piramidal, pero en cualquier caso se deberán escoger las de superficie lisa y cuya protuberancia no tenga aristas muy pronunciadas, para que el impacto de las ruedas no sea excesivamente fuerte y prolongue la duración del dispositivo adherido al pavimento. El área de cada cara reflectiva debe ser mínimo de 20 centímetros cuadrados y la base debe tener un área mínima de 75 centímetros cuadrados para garantizar su adherencia al pavimento y prolongar su vida útil. La altura no debe ser mayor de 2,5 cm.

Distribución de tachas reflectivas, de acuerdo al color y colocación del material reflectivo.

Figura N° 21. Delineadores de piso



Fuente: Otros Dispositivos Para La Regulación Del Transito Pg.

**La distribución de estos dispositivos es la que se muestra a continuación:**

- a) Distribución en marcas longitudinales: De acuerdo con lo indicado en la tabla.

Cuadro N° 25. Distribución en marcas longitudinales

<b>TIPO DE MARCA</b>	<b>UBICACIÓN</b>	<b>CARA REFLECTIVA</b>
Líneas centrales segmentadas amarillas	En el centro de la línea cada dos espacios	Bidireccional
Líneas de carril	En el centro de la línea cada dos espacios	Monodireccional
Líneas de canalización	Cada 6 m	Monodireccional
Líneas de borde de pavimento	Cada 24 m	Monodireccional
Líneas de transición en el ancho del pavimento	Cada 8 m	Monodireccional o bidireccional
Líneas de aproximación a obstrucciones centrales con tránsito en un solo sentido	Cada 6 m	Monodireccional
Líneas de aproximación a obstrucciones centrales con tránsito en ambos sentidos	Cada 6 m	Bidireccional
Líneas para carriles de contraflujo	Cada 3 m	Bidireccional

Fuente: Otros Dispositivos Para La Regulación Del Transito Pg. 210.

- b) En islas y obstáculos: En una vía rápida, antes de llegar a una bifurcación central, en la línea canalizadora que llegue al vértice de la isla divisoria, se colocarán tachas o boyas reflectivas amarillas a lo largo de la longitud de la aguja, a una distancia entre cada una de 3m. Los bordes laterales de la isla se marcarán igualmente con tachas reflectivas, colocadas en intervalos de 3m.

- c) En estacionamientos: Se utilizarán tachas reflectivas de color blanco.
- d) En curvas peligrosas y tramos de alto riesgo de accidentalidad: En estos sitios se instalarán tachas reflectivas en la línea central, con una separación de 6 m y en la línea de borde pavimento cada 12m.

### **Adhesivos**

Para adherir las tachas reflectivas al pavimento se tendrán en cuenta las especificaciones fijadas en la norma técnica colombiana NTC - 4745. En los casos en que la superficie del pavimento sea de hormigón o en asfalto desgastado, con agregados expuestos o deficiencia de ligante, es recomendable utilizar pegante epóxico de dos o más componentes.

### **Estoperoles Y Boyas**

El estoperol es un elemento en forma de botón, fabricado en materiales cerámicos o de caucho prensado, esmaltado, lo cual permite obtener un producto duro de superficie brillante, con una alta resistencia

Mecánica al impacto y al desgaste por fricción. También pueden ser fabricados en materiales metálicos. Los estoperoles deberán cumplir las mismas pruebas de resistencia a la tensión y a la compresión fijadas para las tachas reflectivas en la norma técnica colombiana NTC - 4745.

La forma del estoperol es la de una sección de esfera (o domo), con una base plana de 10 cm de diámetro y una altura de 2 cm en la parte más alta del plano perpendicular a la base. Serán de color blanco o amarillo.

Su uso puede ser como marcador, en el sentido paralelo a la circulación del tránsito, en cuyo caso se colocan sobre las líneas de demarcación, cumpliendo la función de avisar al conductor que está haciendo un cambio de carril. También se utilizan como reductores de velocidad, en la construcción de bandas sonoras.

Por su forma pueden ser visibles en condiciones atmosféricas adversas, ya que su esmalte refleja la luz en horas de oscuridad.



Para la adherencia al pavimento de los estoperoles y las boyas, se utilizan los mismos productos que para las tachas reflectivas.

Las boyas son elementos fabricados en materiales metálicos o en resina poliéster maciza de color amarillo porcelanizado, de alta resistencia al impacto, que tienen en su cara frontal lentes reflectantes de la luz y que se utilizan como dispositivos canalizadores del tránsito, especialmente para demarcar islas o sardineles. En ningún caso podrán ser utilizados como reductores de velocidad.

## **B. Tachones Y Bordillos**

Los tachones son elementos sólidos fabricados en resina poliéster maciza de color amarillo porcelanizado, de alta resistencia al impacto, que se anclan al piso mediante dos (2) espigas de varilla de acero corrugado de 5/8" y 12 cm de longitud. Se utilizan para separar carriles de circulación en un mismo sentido, principalmente cuando se tienen carriles exclusivos para el transporte público.

La parte superior del tachón será formada por una superficie curva con forma de joroba, que une las dos caras frontales que tienen dos tipos de inclinación, una de menor ángulo en el plano vertical (mayor drasticidad) que se coloca adyacente al flujo de tránsito de los vehículos de transporte público y la de mayor ángulo que se ubica lindando con el carril de tránsito destinado a vehículos particulares. Todos los bordes que unen las caras del tachón serán redondeados.

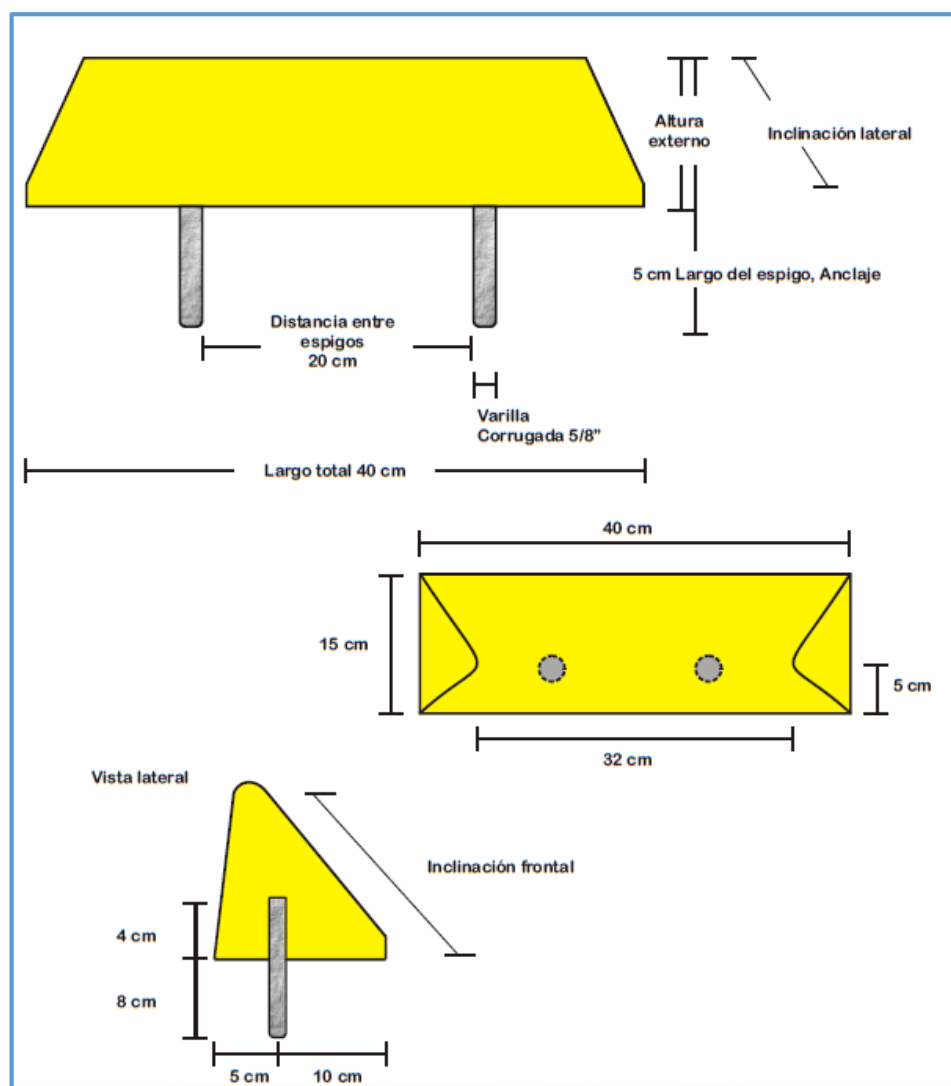
### **Dimensiones**

Su altura será de 8 cm, el ancho de 15 cm y el largo de 40 cm. El área de contacto con la superficie del pavimento será como mínimo de 600 cm<sup>2</sup>.

### **Resistencia a la compresión**

La resistencia mínima a la compresión será de 2.500 psi.

Figura N° 22. Tachones y bordillos



Fuente: Dispositivos Para La Regulación Del Transito Pg. 212

### Base

La base del tachón deberá estar libre de lustre o sustancias que pudieran reducir su ligadura con el adhesivo. Esta deberá ser plana.

### Adhesivo

Se deberá utilizar únicamente pegante epóxico de dos (2) o más componentes.

Los bordillos son elementos fabricados en concreto de resistencia mínima de 2.500 libras por pulgada cuadrada, con refuerzo en varilla de acero de 1/2" y que se anclan al piso mediante dos espigos en varilla de acero corrugado de 5/8". Se utilizarán principalmente como topes en zonas de estacionamiento, para separación de calzadas de

circulación o carriles exclusivos para el transporte público, para demarcar sardineles o islas, etc.

Su adherencia al piso puede realizarse con pegante epóxico de dos o más componentes.

### **1.5. SEÑALES DE “PARE” PORTÁTILES**

Su propósito es el obligar a los conductores a detener totalmente su vehículo en un lugar en donde se exhibe la señal, con el fin de permitir el paso seguro de grupos de peatones, cuando estos se deben desplazar sobre una vía en casos como manifestaciones, procesiones o grupos de escolares.

Sus características de diseño serán las mismas de la señal de “PARE” (SR-01), con un tamaño correspondiente a un octágono inscrito en una circunferencia de 45 cm de diámetro, fabricado en lámina reflectiva Tipo I, con tablero en madera, plástico, aluminio o cualquier otro tipo de material liviano. Para sostener verticalmente la señal, se fijará a ésta un vástago o mango de características similares a las del tablero.

El uso de la señal corresponderá a personal calificado y adiestrado en normas de tránsito, que esté previamente autorizado por las autoridades competentes.

### **1.6. ESTUDIO TOPOGRÁFICO**

El estudio topográfico, deberá elaborarse sobre la base de un BM oficial o un BM Auxiliar, para lo cual deberá contar con la cartilla del IGN correspondiente o dato similar.

En el estudio deberán considerarse las curvas de nivel a cada 0.20 m de desnivel en terrenos planos y cada 1.00 m en terrenos accidentados, en toda la extensión del proyecto. En el caso de las calles será necesario que se delimite su recorrido en base a las líneas de propiedad tomando como referencia las manzanas del plano oficial de habilitación urbana.

Asimismo, los planos de los perfiles longitudinales de las calles, se dibujarán preferentemente a escalas horizontal 1/500 y vertical 1/50 incluyendo la ubicación de cruces e interferencias de las redes de agua, alcantarillado, redes telefónicas, eléctricas, etc., si las hubiera, para

considerar en el presupuesto su protección durante la ejecución de las obras.

Todo estudio topográfico deberá contar con un informe topográfico y los planos topográficos de la zona de estudio.

El informe debe contar con la siguiente información:

- Objetivo
- Metodología: Indicar Procedimiento seguido para levantamiento de información incluyendo equipamiento utilizado y sistema de procesamiento.
- Levantamiento Topográfico:
  - Ubicación y descripción del área de estudio.
  - Coordenadas geográficas y altitud de la Zona.
  - Instrumentación.
  - Trabajos de Campo.
  - Trabajos de Gabinete.
  - Panel fotográfico con fotos de BM.
  - Conclusiones recomendaciones.
  - Plano Topográfico con coordenadas UTM System 1984 (WGS84).

El plano topográfico deberá representar el Norte magnético de manera perpendicular al ancho del plano.

En caso de que los accesos a las viviendas presenten desniveles pronunciados se deberá considerar y levantar los detalles que permitan plasmar solución con conocimiento de beneficiario.

En caso de haber demoliciones, éste constituirá un plano topográfico adicional en el proyecto.

## **1.7. ESTUDIO DE MECÁNICA DE SUELOS**

El estudio debe corresponder al ámbito del estudio del proyecto, de manera que se identifique el tipo de terreno en donde se realizarán las diferentes actividades.

Se desarrollará de acuerdo a lo establecido en el Capítulo 3 de la Norma Técnica CE 010 PAVIMENTOS URBANOS, y la Norma NTE 050 Suelos

y Cimentaciones, que son parte del Reglamento Nacional de Edificaciones.

- Para ello es necesario, que este estudio considere como resultado, los siguientes aspectos:
- Técnicas de Investigación de Campo (num. 3.2 CE 010 Pavimentos Urbanos).
- Ensayos de Laboratorio (num. 3.2 CE 010 Pavimentos Urbanos).

El estudio de suelos deberá ser elaborado por una persona natural o jurídica debidamente reconocida, y firmado y sellado en todas sus página por el profesional responsable, de especialidad en ingeniería geotécnica.

### **1.7.1. ROTURA Y REPOSICIÓN DE PAVIMENTOS PARA INSTALACIÓN DE SERVICIOS PÚBLICOS.**

#### **OBJETO**

Este Capítulo tiene por objeto regular los aspectos técnicos relacionados con la rotura y reposición de pavimentos, con la finalidad de conservar la infraestructura urbana, mantener el orden, la circulación y el tránsito, así como uniformizar los criterios de diseño y constructivos de los pavimentos afectados.

#### **RESPONSABILIDADES**

Las empresas de servicios públicos, que realicen obras de envergadura que afecten a cualquiera de los pavimentos considerados en esta Norma, tienen la obligación de presentar en las municipalidades la “Programación Anual de Ejecución de Obras en Áreas de Dominio Público”, correspondientes al ejercicio del año siguiente, hasta la fecha que indiquen las respectivas Ordenanzas Municipales y en ausencia de éstas hasta el 31 de diciembre de cada año. Esta exigencia no es aplicable a obras de emergencia y a las obras para atender solicitudes de los clientes. Las municipalidades deberán actualizar esta Programación trimestralmente, comprendiendo las obras de mantenimiento, ampliación o construcción de obras nuevas, incluyendo los estudios básicos, planos, especificaciones técnicas, y los plazos previstos para las intervenciones programadas.

Las empresas de servicios públicos, así como cualquier otra persona natural o jurídica que realicen obras que afecten a cualquiera de los pavimentos considerados en esta Norma, tienen la obligación de presentar en las respectivas municipalidades, los Expedientes Técnicos de las obras por ejecutar conteniendo por lo menos:

- Memoria Descriptiva, incluyendo el Estudio de Suelos, el Diseño de Pavimentos según lo indicado en 1.5, señalización y plan de vías alternas. Este requisito no aplica para obras con longitudes menores de 100 m.
- Especificaciones Técnicas.
- Planos.
- Metrados y Presupuestos.
- Cronograma de Ejecución de Obra.
- Anexos.

Las municipalidades son las encargadas de revisar y aprobar los Expedientes Técnicos, autorizar la ejecución de las obras, velar por el cumplimiento de la presente Norma y además comprobar que las obras han sido ejecutadas de acuerdo con los planos y especificaciones técnicas del Proyecto aprobado.

### **ROTURA DE PAVIMENTOS**

Previamente a la rotura de pavimentos, la zona de trabajo debe estar perfectamente señalizada incluyendo a las vías alternas de ser el caso.

La rotura parcial de pavimentos debe hacerse adoptando formas geométricas regulares con ángulos rectos y bordes perpendiculares a la superficie. Para el corte se debe emplear **disco diamantado**.

Solamente se usará equipo **rompe-pavimento** en labores de demolición.

Los desmontes provenientes de la rotura de pavimentos deben eliminarse de la zona de trabajo antes de proceder con las excavaciones, con el objeto de evitar la contaminación de los suelos de relleno con desmontes.

## **EXCAVACIÓN**

No deben excavar las zanjas con demasiada anticipación a los trabajos motivo del Expediente Técnico.

Para profundidades mayores de 1,50 m, el PR del EMS, deberá indicar si se requiere o no entibar las paredes de las zanjas con el objeto de evitar que colapsen. El diseño del sistema de sostenimiento debe ser parte del Expediente Técnico.

Las operaciones de excavación no deberán iniciarse mientras no se cuente con un Plan de Desvío y Señalización comprobado. El material excedente de cualquier partida, deberá eliminarse fuera de la obra en un plazo máximo de 48 horas.

## **RELLENO Y COMPACTACIÓN**

Los fines esenciales de un buen relleno son:

- a) Proporcionar un lecho apropiado para el apoyo y confinamiento de los servicios públicos.
- b) Proporcionar por encima de los servicios públicos, un material que sirva para transmitir adecuadamente las cargas vehiculares a las capas inferiores, sin dañar los servicios, ni provocar hundimientos en el pavimento.

El relleno debe seguir a la instalación de los servicios públicos tan cerca como sea posible. En todos los casos debe programarse los trabajos de tal manera que los procesos de excavación, colocación de los servicios públicos y relleno, queden limitados a distancias cortas, que permitan colocarlos con la misma velocidad con que se abren las zanjas.

Los rellenos en general se clasifican en tres grupos. El PR incluirá en su proyecto las características de cada uno de ellos.

- a) Cama de Apoyo: Es aquella que soporta directamente a los servicios públicos (cables, tuberías o ductos) y generalmente es un suelo granular, uniforme, libre de gravas, piedras y materiales vegetales. Se requiere que en operación tenga una densidad de por lo menos el 90% de su Máxima Densidad Seca Teórica obtenida en el ensayo Proctor Modificado (NTP 339.141:1999).

- b) Relleno de confinamiento: Es el que va alrededor de los servicios públicos y hasta una altura variable entre 15 cm y 20 cm por encima de ellos. Generalmente es de material seleccionado similar al de la Cama de Apoyo, el que se coloca por capas para permitir su apisonado alrededor de cables, tuberías o ductos. Se requiere que tenga una densidad de por lo menos el 90% de su Máxima Densidad Seca Teórica obtenida en el ensayo Proctor Modificado (NTP 339.141:1999).
- c) Relleno masivo: Llegará hasta el nivel de la sub-rasante del pavimento existente. Podrá ser hecho con material propio, es decir con el extraído de la excavación, con o sin selección previa, o con material de préstamo, definido por el PR. Se coloca por capas de espesor compactado a humedad óptima dependiente del tipo de suelo y del equipo empleado en la compactación. Se requiere que tenga una densidad de por lo menos el 90% de su Máxima Densidad Seca Teórica obtenida en el ensayo Proctor Modificado (NTP 339.141:1999) para suelos predominantemente cohesivos y del 95% de su Máxima Densidad Seca Teórica obtenida en el ensayo Proctor Modificado (NTP 339.141:1999) para los suelos predominantemente granulares.

Todo relleno se controlará por cada capa compactada, a razón de un control por cada 50 m. Excepto en los casos en que el espesor de la capa compactada sea menor de 15 cm, donde el control se hará cada dos o tres capas, según sea el caso. Si la obra tiene menos de 50 m, los controles se harán a razón de dos por cada capa compactada distribuyéndolos en tresbolillo entre dos capas sucesivas cualesquiera. En el caso de suelos arenosos el PR podrá proponer otros sistemas de control de la compactación.

### **REPOSICIÓN DE PAVIMENTOS**

La reposición de los pavimentos afectados debe efectuarse con materiales de las mismas características que el pavimento original, excepto en el caso de los pavimentos de concreto



hidráulico rehabilitados con una sobre capa asfáltica de superficie, en que a criterio del PR se podrá hacer la reposición con un pavimento de concreto asfáltico, que tenga el mismo Número Estructural que el pavimento mixto existente.

Se debe tener claro que la reposición del pavimento incluye no solo la carpeta, sino también la base y la sub-base existente.

Las mezclas asfálticas para reposiciones deberán ser preferentemente en caliente. Donde el Proyecto considere mezclas en frío, estas deben ser hechas con asfalto emulsificador.

En cualquier caso, la superficie de la reposición deberá quedar enrasada con la superficie del pavimento existente, sin depresiones ni sobre elevaciones.

#### **CONTROL DE CALIDAD**

Se tomarán las pruebas y se ejecutarán los mismos tipos de ensayos y con las mismas frecuencias indicados en el Capítulo 3 para pavimentos nuevos.

### **1.8. ESTUDIOS HIDRÁULICOS**

Los estudios hidráulicos se efectuaran de acuerdo a la Norma OS.060. Drenaje Pluvial Urbano, debiendo el proyectista, ya sea para el caso de drenaje urbano mayor y menor, demostrar que los sistemas existentes y/o los proyectados podrán evacuar las aguas pluviales que se presenten, de acuerdo a la zona de intervención.

El estudio deberá tener el siguiente contenido:

- Aspectos generales
- Descripción de la zona de estudio
- Hidrología e Hidráulica del diseño
- Consideraciones del análisis
- Cálculo de los elementos del sistema de drenaje
- Conclusiones y recomendaciones

En caso de que se cuente con un proyecto integral de drenaje pluvial, éste planteamiento deberá ser coherente con este Plan, caso contrario, el planteamiento deberá contar con el visto bueno de la Municipalidad

Deberá tenerse especial cuidado en cuanto al destino pluvial de las aguas pluviales, si el cuerpo receptor es un colector de desagüe requerirá la autorización de la entidad prestadora de servicio de agua y alcantarillado del lugar; si es a un río o una acequia, deberá contar con las autorizaciones correspondientes (Autoridad Nacional de Agua) y con elementos que garanticen que no se producirá contaminación por este concepto.

### **1.8.1. CAPTACIÓN EN ZONA VEHICULAR - PISTA**

Para la evacuación de las aguas pluviales en calzadas, veredas y las provenientes de las viviendas se tendrá en cuenta las siguientes consideraciones:

#### **Orientación del Flujo**

En el diseño de pistas se deberá prever pendientes longitudinales (Sl) y transversales (St) a fin de facilitar la concentración del agua que incide sobre el pavimento hacia los extremos o bordes de la calzada.

- Las pendientes a considerar son:
- Pendiente Longitudinal (Sl) > 0,5%.
- Pendiente Transversal (St) de 2% a 4%

#### **Captación y Transporte de aguas Pluviales de calzada y aceras**

La evacuación de las aguas que discurren sobre la calzada y aceras se realizará mediante cunetas, las que conducen el flujo hacia las zonas bajas donde los sumideros captarán el agua para conducirla en dirección a las alcantarillas pluviales de la ciudad.

**Las cunetas construidas para este fin podrán tener las siguientes secciones transversales.**

- Sección Circular.
- Sección Triangular.
- Sección Trapezoidal.
- Sección Compuesta.
- Sección en V.

#### **Determinación de la capacidad de la cuneta**

La capacidad de las cunetas depende de su sección transversal, pendiente y rugosidad del material con que se construyan.

La capacidad de conducción se hará en general utilizando la Ecuación de Manning.

La sección transversal de las cunetas generalmente tiene una forma de triángulo rectángulo con el sardinel formando el lado vertical del triángulo. La hipotenusa puede ser parte de la pendiente recta desde la corona del pavimento y puede ser compuesta de dos líneas rectas. La figura 2 muestra las características de tres tipos de cuneta de sección triangular y las ecuaciones que gobiernan el caudal que por ellas discurre, utilizando la ecuación de Manning.

- El ancho máximo  $T$  de la superficie del agua sobre la pista será:
- En vías principales de alto tránsito: Igual al ancho de la berma.
- En vías secundarias de bajo tránsito: Igual a la mitad de la calzada.

## **1.9. ESTUDIO DE TRÁFICO**

La necesidad de información del tráfico se define desde dos puntos de vista: el diseño estructural del pavimento y el de la capacidad de los tramos viales para conocer hasta que límites de volúmenes de tráfico puede estimarse crecerá la demanda que afectará a la estructura vial durante el periodo del análisis vial adoptado para un estudio.

- El estudio de tráfico deberá proporcionar la información del índice medio diario anual (IMDA) para cada tramo vial materia de un estudio. Es conveniente para ello que los Términos de Referencia de cada estudio ya proporcionen la identificación de los tramos homogéneos.
- Para cada uno de los tramos además de la demanda volumétrica actual deberá conocerse la clasificación por tipo de vehículos.
- La información directa requerida para los estudios del tráfico en principio y salvo necesidades con objetivos más precisos o distintos, se conformará con muestreos orientados a calcular el IMDA del tramo, empezando por la demanda volumétrica actual de los flujos clasificados por tipo de vehículos en cada sentido de tráfico. La

demanda de Carga por Eje, y la presión de los neumáticos en el caso de vehículos pesados (camiones y ómnibus) guarda relación directa con el deterioro del pavimento. Contando con la referencia regional previamente descrita, en términos generales será suficiente realizar las nuevas investigaciones puntuales por tramo en sólo dos días, teniendo en cuenta que el tráfico esté bajo condición normal. Uno de los días corresponde a un día laborable típico y el otro un día sábado. Los términos de referencia del estudio deberán precisar si el caso amerita estudiar durante más días o en periodos climáticos distintos, dependiendo del conocimiento previo de la demanda que tenga la Autoridad Competente.

- En los casos en que hubiera una fuente de información continua, precisa o que los flujos fueran muy pequeños, deberá justificarse adecuadamente la elección del tamaño la muestra.

Así mismo, en cuanto a la Demanda Proyectada, la información levantada servirá de un lado como base para el estudio de la proyección de la demanda para el periodo de análisis; y en este contexto, para establecer el número de Ejes Equivalentes (ESAL) de diseño para el pavimento.

Hay que tener presente que los pavimentos urbanos obedecen, más que por un tema de cargas, es por un tema de servicios dentro de las habilitaciones urbanas. Por ello, si el conteo efectuado resulta menor que el mínimo (50 veh/día), se tomará el mínimo para el diseño.

A continuación se presentan los criterios para determinar el tráfico que soportará una vía durante su periodo de vida útil y en el carril de diseño. Es fundamental conocer el tipo de vehículo, el número de veces que pasa y el peso por eje de ese tipo de vehículo.

### **1.9.1. DEFINICIONES**

#### **a) TIPOS DE EJE**

- Eje sencillo: es un eje con una o dos ruedas sencillas en sus extremas.
- Eje tándem: son dos ejes sencillos con ruedas dobles en los extremos.

- Eje tridem: son tres ejes sencillos con ruedas dobles en los extremos.

**Volumen del tránsito:** es el número de vehículos que pasan por un punto o un carril durante una unidad de tiempo. Sus unidades son vehículos/día, vehículos/hora, etc.

**Índice Medio Diario (IMD):** es el promedio del número de vehículos que pasan por un punto durante un periodo de tiempo. Según el periodo de análisis para medir el volumen, podrá ser Índice Medio Diario Anual (IMDA), Índice Medio Diario Mensual (IMDM) o Índice de Medio Diario Semanal (IMDS).

Por ejemplo, de un aforo realizado durante una semana se obtuvieron los siguientes resultados:

- Peso Vehicular: (D.S. N°034-2001-MTC Reglamento Nacional de Vehículos)

El peso máximo por eje independiente o grupos de ejes permitidos a los vehículos para su circulación por las vías de nuestro país es la siguiente:

- El peso bruto vehicular máximo es de 48,000 kg

### **Periodo de Diseño**

El pavimento puede ser diseñado para soportar el efecto acumulativo del tránsito durante cualquier periodo de tiempo. El periodo seleccionado en años, para el cual se diseña el pavimento, se denomina periodo de diseño.

### **Carril de Diseño**

Para calles de dos carriles, el carril de diseño puede ser cualquiera de los dos; pero para calles de más de dos carriles generalmente es el carril externo. Las Recomendaciones del Instituto de Asfalto y la AASHTO son las siguientes:

- Para Instituto de Asfalto
- Para AASHTO
- Parte del conteo en ambas direcciones, el factor direccional recomendado es de 50%. El tráfico en un sentido se separa para el carril de diseño según la recomendación:

### **Crecimiento del tránsito**

El pavimento debe ser diseñado para servir adecuadamente la demanda del tránsito durante un periodo de años, por lo tanto, el crecimiento del tránsito se debe anticipar. El crecimiento puede considerarse como el factor de crecimiento.

#### **b) Estimación de ESAL**

El tránsito proveniente del conteo vehicular debe ser dividido para el carril de diseño. El volumen de tránsito del carril de diseño, se convierte a un determinado número de ESAL (equivalente single axle load, que es el parámetro usado en el diseño de la estructura del pavimento. El ESAL es un eje estándar compuesto por un eje sencillo con dos ruedas en los extremos.

El ESAL pesa 18,000 lb ó 8 tn, o 80 KN, y se considera quien ejerce un efecto dañino sobre el pavimento.

#### **c) Factor de Equivalencia de Carga (FEC)**

Con el objeto de evaluar el efecto dañino en el pavimento de las cargas diferentes a un eje estándar, se han considerado factores de equivalencia de carga por eje. Estos valores se obtuvieron a partir de los resultados experimentales de la AASHTO Road Test. La siguiente tabla muestra los factores de equivalencia de carga publicado en la Guía AASHTO.

#### **d) Factor Camión (FC)**

Se entiende por factor camión al número de aplicaciones de ejes estándar de 80 KN correspondiente al paso de un vehículo. Corresponde a la suma de los factores de equivalencia de carga de los ejes de un camión en el pavimento, como por ejemplo:

Se puede emplear el D.S. N°034-2001-MTC del 25.07.2001, página 207449 de El Peruano. En el Capítulo VII se publican las dimensiones y pesos por eje de vehículos pesados. Los autos no se incluyen en esa norma, porque el paso de un vehículo ejerce un daño no significativo en el pavimento.

## **1.10.PLAN DE SEGURIDAD Y SALUD EN OBRA**

La pérdida de salud de los trabajadores, en forma de lesiones, incapacidades permanentes o muertes producidas por los accidentes, no es la única consecuencia de unas deficientes condiciones de seguridad en las obras de construcción. La falta de una gestión adecuada de la seguridad y salud del trabajo en las obras supone también aumentos importantes en los costos de producción, pérdidas de productividad y de calidad, e incumplimientos en los plazos de entrega de la obra terminada; todo lo cual, en definitiva, se traduce en pérdidas de competitividad para las empresas del sector.

El tema de la seguridad y salud en la construcción no es solamente importante por ser ésta una actividad especialmente peligrosa sino también, y sobre todo, porque la prevención de los accidentes de trabajo en las obras exige de una gran especificidad, tanto por la naturaleza particular del trabajo de construcción, como por el carácter temporal de las obras del sector.

La Norma Técnica de Edificación G050 sobre Seguridad en la Construcción vigente en el Perú indica que toda obra debe contar con un Plan de Seguridad y Salud en el trabajo (PSS) que contenga los mecanismos técnicos y administrativos necesarios para garantizar la integridad física y salud de los trabajadores y de terceras personas, durante la ejecución de las actividades previstas en el contrato de obra y trabajos adicionales que se deriven del contrato principal.

El Plan de Seguridad y Salud debe integrarse al proceso de construcción de la obra, desde la concepción del presupuesto, el cual debe incluir una partida específica denominada - Seguridad y Salud en la que se estimará el costo de las actividades y recursos que corresponden al desarrollo, implementación y administración del Plan de Seguridad y Salud en el trabajo.

El contenido mínimo del Plan es:

- Objetivo del plan.
- Descripción del sistema de gestión de seguridad y salud a implementar.
- Responsabilidades en la implementación y ejecución del Plan.

- Elementos del Plan.
- Identificación de requisitos legales y contractuales.
- Análisis de riesgos, identificación de peligros, evaluación de riesgos y acciones preventivas.
- Planos para instalación de protecciones colectivas para todo el proyecto.
- Procedimientos de trabajo para las actividades de Obra con énfasis en las de alto riesgo.
- Capacitación y sensibilización del personal de Obra – Programa de Capacitación.
- Gestión de no conformidades – Programa de Inspecciones.
- Objetivos y metas de mejora en seguridad y salud.
- Plan de respuestas ante emergencias.
  - Aseguramiento de la implementación del Plan.
  - Mecanismos de supervisión y control.
  - Presupuesto para la implementación del Plan.
  - Conclusiones.

### **1.11.DISEÑO DE PAVIMENTOS URBANOS**

Un pavimento urbano es aquella estructura diseñada y construida sobre una vía urbana, con el fin de resistir el efecto de las cargas estáticas y dinámicas impuestas por el tránsito vehicular tránsito peatonal y los efectos del ambiente durante un período de tiempo determinado, puede estar compuesta por una o más capas de materiales de calidades diferentes ubicados entre el nivel de subrasante y rasante.

El diseño de pavimentos urbanos es el proceso por el cual los componentes estructurales (capa de rodadura, base, sub base, subrasante) de una vía urbana son determinados tomando en consideración la naturaleza de la sub-rasante, las consideraciones ambientales, densidad y composición del tráfico, diseño vial según el Plan de Desarrollo Urbano y las condiciones de mantenimiento.

La Norma Técnica CE.010 Pavimentos Urbanos, (RNE), dispone en su Capítulo 4 y Anexos B, D y F criterios para este diseño, los que el proyectista está obligado a cumplir.



Las fases para el diseño del pavimento urbano son:

- Estudio de la subrasante.
- Selección del tipo de pavimento según condiciones de terreno y servicio.
- Disponibilidad y cumplimiento de requisitos de los materiales.
- Estudio del tráfico.
- Estimación de los espesores de cada capa de la estructura del pavimento.
- Análisis del ciclo de vida (incluido mantenimiento y tipo de ejecución)
- Determinación de espesores finales.

El proyectista es responsable de que el pavimento urbano cumpla durante su vida útil las siguientes funciones:

Proporcionar a los peatones circulación segura, cómoda y confortable sin demoras excesivas.

Proporcionar a los vehículos acceso entre dos puntos bajo cualquier condición de clima.

Reducir y distribuir la carga de tráfico para que esta no dañe la subrasante.

Cumplir requerimientos medio ambientales y estéticos concordantes al diseño vial urbano.

Limitar el ruido y la contaminación del aire.

Ofrecer una mejora en la calidad de vida en la población promoviendo su desarrollo.

Los requisitos que debe cumplir una estructura de pavimento, cualquiera que este sea, son:

- Tener suficiente espesor para que la intensidad de las cargas y presiones sea tolerable por la subrasante, sin deformaciones excesivas.
- Tener resistencia suficiente de los componentes para asumir los esfuerzos impuestos por el tráfico peatonal y vehicular y el clima.
- Suficiente espesor para proteger a la subrasante.
- El material del pavimento debe ser impermeable a la penetración del agua superficial que pudiera debilitar la subrasante y

consecuentemente el pavimento o en su defecto facilitar la circulación del agua disminuyendo su permanencia en la estructura.

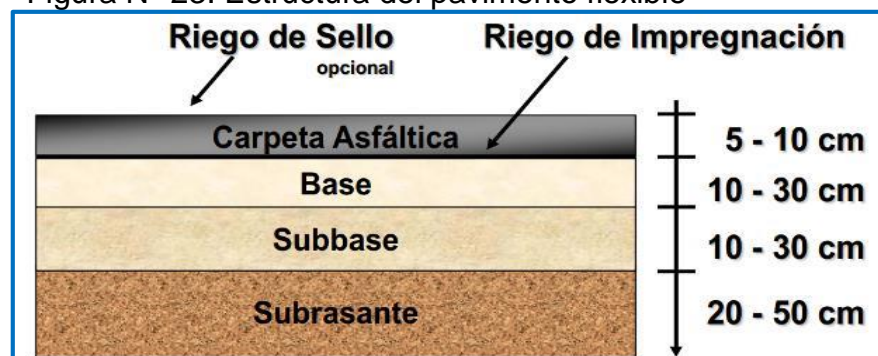
- La superficie del pavimento debe ser resistente al deslizamiento.

La presente guía proporciona a continuación algunos alcances complementarios para la estimación de los espesores de las capas de la estructura de los pavimentos urbanos, a fin de que sean utilizados conjuntamente con la Norma CE 0.10.

### 1.11.1. DISEÑO DE PAVIMENTO FLEXIBLE

Los pavimentos asfálticos son sistemas de capas con mejores materiales en la parte superior donde la intensidad de los esfuerzos son altos y materiales de calidad menor en la parte inferior, donde la intensidad de los esfuerzos es baja.

Figura N° 23. Estructura del pavimento flexible



Fuente: Manual Completo de Diseño de Pavimentos Facultad de ciencias y tecnología.

Esta Guía ha propone el diseño de pavimento flexible con mezcla asfáltica en caliente a través de dos métodos:

- El Método del Instituto de Asfalto cuyo desarrollo se propone en el Anexo B de la Norma CE 010 Pavimentos Urbanos
- El Método AASHTO-93, cuyos aspectos más relevantes son expuestos en esta Guía como alternativa de diseño y que se sustenta en la "Guide for Design of Pavaments Structures 1993" de la American Association of State Highway and Transportation Officials.

## MÉTODO AASHTO 93

### Ecuación básica de Diseño:

La ecuación de diseño empírica propuesta por AASHTO para el diseño de la estructura de un pavimento flexible es la siguiente:

Figura N° 24. Ecuación de Método AASHTO 93

$$\log_{10}(W_{18}) = Z_R S_o + 9.36 \log_{10}(SN+1) - 0.20 + \frac{\log_{10} \left[ \frac{\Delta PSI}{4.2 - 1.5} \right]}{0.40 + \frac{1094}{(SN+1)^{5.19}}} + 2.32 \log_{10}(M_R) - 8.07$$

Fuente: Manual Completo de Diseño de Pavimentos Facultad de ciencias y tecnología.

Donde:

**J**: Número estructural requerido por la sección de la carretera

**W18**: número de ejes equivalentes de 80 kN (18000 lb) en el periodo de diseño.

**ZR**: desviación estándar normal (depende de la confiabilidad R de diseño).

**So**: error estándar por efecto del tráfico y comportamiento.

**ΔPSI**: variación del índice de serviciabilidad

**MR**: módulo resiliente de la subrasante medido en psi

El propósito del método es el cálculo del Número Estructural (SN) que haga válida la expresión anterior.

Para objeto de este guía se tomará como periodo de diseño 10 años, por tratarse vías urbanas de bajo volumen de tránsito. El proyectista podrá emplear otro valor siempre que lo justifique.

- Requisitos Calidad De Base Y Sub Base Granular.

Cuadro N° 26. Requerimientos de calidad para bases y sub bases granulares.

Tabla V-3 Requerimientos de calidad para bases y sub bases granulares		
Ensayo	Sub base	Base
CBR mínimo	20	80
Límite líquido, máximo	25	25
Índice de Plasticidad, máximo	6%	NP
Equivalente de arena, mínimo	25	35
Pasante mall N°200, máximo	12	7

Fuente: ingeniería de transporte (Ingeniero Julio B. Nakandakare Santana)

### Transito

El diseño considera el número de ejes equivalentes (ESAL) para el periodo de diseño seleccionado (W18) en el carril de diseño. A partir del conteo vehicular y conversión a ejes equivalentes, el proyectista deberá afectar el ESAL en ambas direcciones por factores direccionales y de carril (si son más de dos), aplicando la siguiente ecuación:

$$W18 = DD \times DL \times w18$$

Donde

DD: Factor de distribución direccional. Tomar 0.5 (50%)

DL: Factor de distribución por carril

**w18:** Tráfico total en ambas direcciones para el periodo de diseño.

Cuadro N° 27. ESAL en carril de diseño

N° carriles en una dirección	%ESAL en carril diseño
1	100
2	80-100
3	60-80
4	50-75

Fuente: ingeniería de transporte (ingeniero Julio B. Nakandakare Santana)

### **Factor de Confiabilidad (R)**

Es una medida que incorpora algún grado de certeza en el proceso de diseño para asegurar que los diferentes parámetros alcancen el periodo de diseño.

Para pavimentos urbanos locales tomar 80%.

### **Desviación Estándar Normal (ZR)**

La desviación estándar normal está en función de la confiabilidad del proyecto R. Para una confiabilidad de 80% utilizar  $ZR = -0.841$

### **Efectos medioambientales**

El medio ambiente puede afectar el comportamiento del pavimento de diferentes maneras. Las variaciones térmicas y de humedad afecta la resistencia, durabilidad y capacidad de transporte de carga. Otro impacto medioambiental importante es el efecto directo del congelamiento, deshielo y desintegración en la subrasante. Por ello, antes de elegir este tipo de pavimento, debe evaluarse si se adecua a las condiciones geográficas y climáticas de la zona.

### **Pérdida de serviciabilidad**

La serviciabilidad se define como la calidad del servicio del pavimento.

El PSI corresponde al Índice de Serviciabilidad Presente que varía desde 0 (vía imposible de transitar) a 5 (vía perfecta).

El PSI se obtiene midiendo la rugosidad y daño (agrietamiento, parchado y deformación permanente) en un tiempo en particular durante la vida de servicio del pavimento. La rugosidad es el factor dominante para estimar el PSI del pavimento.

La AASHTO 93 usa la relación total del Índice de Serviciabilidad ( $\Delta PSI$ ) como criterio de diseño, y que se define como:

$$\Delta PSI = p_o - p_t$$

Donde

**P<sub>o</sub>**: índice de serviciabilidad inicial. Tomar 4

**P<sub>t</sub>**: índice de serviciabilidad final, que es el más bajo índice tolerante antes de la rehabilitación. Tomar 2

### **Módulo resiliente efectivo del suelo**

Las propiedades mecánicas del suelo de la subrasante se caracterizan en AASHTO 93 por el módulo resiliente MR, que mide las propiedades mecánicas reconociendo sus características no lineales. El módulo resiliente se correlaciona con el CBR, mediante la siguiente ecuación:

$$\begin{aligned} \text{MR (psi)} &= 1500 \times \text{CBR} \\ \text{MR (KPa)} &= 10342 \times \text{CBR} \end{aligned}$$

Esta ecuación es razonable para suelos de graduación fina con  $\text{CBR} < 10\%$

### **Cálculo del Número Estructural (SN)**

El diseño del pavimento depende del tráfico esperado durante la vida de servicio y la confiabilidad de su comportamiento.

### **Estimación de los espesores del pavimento**

El Número Estructural (SN) requerido por el proyecto se convierte en espesores de carpeta asfáltica, base y sub base, mediante coeficientes de capa que representan la resistencia relativa de los materiales de cada capa.

La ecuación de diseño es:

Donde:

$$\text{SN} = a_1 \cdot D_1 + a_2 \cdot D_2 \cdot m_2 + a_3 \cdot D_3 \cdot m_3$$

**a<sub>i</sub>**: coeficiente de la capa i (pulg)

**D<sub>i</sub>**: espesor de la capa i (pulg)

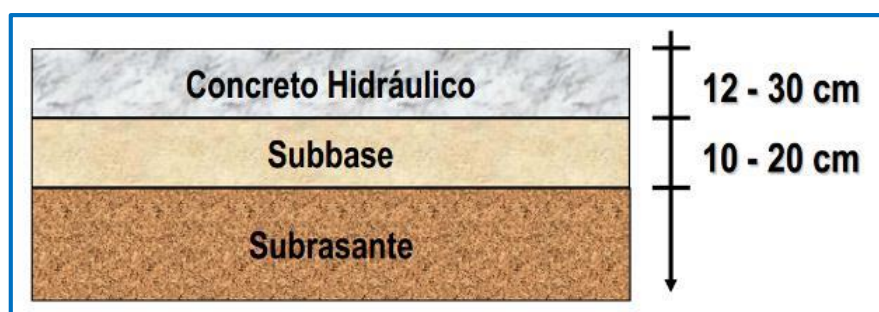
**m<sub>i</sub>**: coeficiente de drenaje de la capa i (adimensional)

Los subíndices 1, 2 y 3 se refieren a la capa de carpeta asfáltica, base y subbase (si se aplica) respectivamente. Los coeficientes de capa dependen del módulo resiliente del suelo (NR), se determinan empleando los conceptos de esfuerzo-deformación de un sistema multicapa.

### 1.11.2. DISEÑO DE PAVIMENTO RÍGIDO

Un pavimento de concreto o pavimento rígido consiste básicamente en una losa de concreto simple o armado, apoyada directamente sobre una base o subbase. La losa, debido a su rigidez y alto módulo de elasticidad, absorbe gran parte de los esfuerzos que se ejercen sobre el pavimento lo que produce una buena distribución de las cargas de rueda, dando como resultado tensiones muy bajas en la Subrasante.

Figura N° 25. Diseño de Pavimento Rígido



Fuente: Manual Completo de Diseño de Pavimentos Facultad de ciencias y tecnología.

Los pavimentos de concreto hidráulico pueden ser clasificados en cuatro tipos: (Huang, 2004)

- Pavimento de concreto de junta simple (JPCP jointed plain concrete pavement)
- Pavimento de concreto reforzado con juntas (JRCP jointed reinforced concrete pavement)
- Pavimentos de concreto con refuerzo continuo (CRCP continuous reinforced concrete pavement) y
- Pavimentos de concreto pre-esforzado (PCP prestressed concrete pavement)

Esta Guía ha propone el diseño de pavimento flexible con mezcla asfáltica en caliente a través de dos métodos:

- El Método del PCA cuyo desarrollo se propone en el Anexo D de la Norma CE 010 Pavimentos Urbanos
- El Método AASHTO-93, cuyos aspectos más relevantes son expuestos en esta Guía como alternativa de diseño y que se sustenta en la "Guide for Design of Pavaments Structures

1993” de la American Association of State Highway and Transportation Officials

De acuerdo al procedimiento constructivo el vaciado del concreto del pavimento se hará de manera continua dejando juntas de transversales de construcción por cada cuatro bloques. Las juntas transversales de contracción se harán mediante corte con disco a una profundidad de 1.5 cm. La junta longitudinal corresponde a una junta de construcción.

### MÉTODO AASHTO 93

Ecuación básica de Diseño:

Figura N° 26. Ecuación Método AASHTO 93 para Pavimento Rígido.

$$\text{Log } W_{18} = Z_R S_0 + 7.35 \log(D+1) - 0.06 + \frac{\log\left(\frac{\Delta\text{PSI}}{4.5-1.5}\right)}{\frac{1.624 \times 10^7}{(D+1)^{8.46}}} + (4.22 - 0.32P_t) \log \left[ \frac{S'_c C_d (D^{0.75} - 1.132)}{215.63 J \left[ D^{0.75} - \frac{18.42}{\left[\frac{E_c}{k}\right]^{0.25}} \right]} \right]$$

Fuente: Manual Completo de Diseño de Pavimentos Facultad de ciencias y tecnología.

La ecuación de diseño empírica propuesta por AASHTO para el diseño de la estructura de un pavimento flexible es la siguiente:

Donde:

D: espesor del pavimento

W18: número de ejes equivalentes de 80 kN (18000 lb) en el periodo de diseño

ZR: desviación estándar normal (depende de la confiabilidad R de diseño).

So: desviación estándar normal por efecto del tráfico y comportamiento.

ΔPSI: variación del índice de serviciabilidad

Pt= Serviciabilidad final.

S'c = Módulo de rotura del concreto en psi.



J= Coeficiente de transferencia de carga.

Cd= Coeficiente de drenaje.

Ec= Módulo de elasticidad del concreto, en psi.

K = Módulo de reacción de la subrasante (coeficiente de balastro), en pci (psi/pulg).

El propósito del método es el cálculo del Espesor del Pavimento (D) que haga válida la expresión anterior.

### **VARIABLES DE DISEÑO**

#### **Periodo de Diseño**

Se consideran dos variables

- La vida útil se refiere al tiempo transcurrido entre la puesta en operación y el momento en el que el pavimento requiera rehabilitarse, es decir, cuando éste alcanza un grado de serviciabilidad mínimo.
- El período de análisis se refiere al período de tiempo para el cual va a ser conducido el análisis, es decir, el tiempo que puede ser cubierto por cualquier estrategia de diseño.

Para efectos de diseño se considera el período de vida útil, mientras que el período de análisis se utiliza para la comparación de alternativas de diseño, es decir, para el análisis económico del proyecto.

Cuadro N° 28. Periodo de Vida Útil

Condiciones de Carreteras	Período de Análisis
Vías urbanas con alto volumen	30-50
Vías rurales con alto volumen	20-50
Pavimentadas con bajo volumen	15-25
Superficie granular con bajo volumen	10-20

Fuente: Manual Completo de Diseño de Pavimentos Facultad de ciencias y tecnología.

Para objeto de este guía se tomará como periodo de diseño 20 años, por tratarse vías urbanas de bajo volumen de tránsito. El proyectista podrá emplear otro valor siempre que lo justifique.

## TRÁNSITO

La metodología AASHTO considera la vida útil de un pavimento relacionada al número de repeticiones de carga que podrá soportar el pavimento antes de llegar a las condiciones de servicio final predeterminadas para la vía. El método AASHTO utiliza en su formulación el número de repeticiones esperadas de carga de Ejes Equivalentes de 18 kips (8.2Ton) también conocidos como ESAL's.

A partir del conteo vehicular y conversión a ejes equivalentes, el proyectista deberá afectar el ESAL en ambas direcciones por factores direccionales y de carril (si son más de dos), aplicando la siguiente ecuación:

$$W18 = DD \times DL \times w18$$

Donde

DD: Factor de distribución direccional. Tomar 0.5 (50%)

DL: Factor de distribución por carril

w18: Tráfico total en ambas direcciones para el periodo de diseño

### **Factor de Confiabilidad (R)**

Es una medida que incorpora algún grado de certeza en el proceso de diseño para asegurar que los diferentes parámetros alcancen el periodo de diseño.

Para pavimentos urbanos locales tomar 80%

### **Desviación Estándar Normal (ZR)**

La desviación estándar normal está en función de la confiabilidad del proyecto R. Para una confiabilidad de 80% utilizar  $ZR = -0.841$

### **Efectos medioambientales**

El medio ambiente puede afectar el comportamiento del pavimento de diferentes maneras. Las variaciones térmicas y de humedad afecta la resistencia, durabilidad y capacidad de transporte de carga. Otro impacto medioambiental importante es el efecto directo del congelamiento, deshielo y desintegración en la subrasante. Por ello, antes de elegir este tipo de pavimento, debe evaluarse si se adecua a las condiciones geográficas y climáticas de la zona.

### **Pérdida de serviciabilidad**

La serviciabilidad se define como la calidad del servicio del pavimento.

El PSI corresponde al Índice de Serviciabilidad Presente que varía desde 0 (vía imposible de transitar) a 5 (vía perfecta).

El PSI se obtiene midiendo la rugosidad y daño (agrietamiento, parchado y deformación permanente) en un tiempo en particular durante la vida de servicio del pavimento. La rugosidad es el factor dominante para estimar el PSI del pavimento.

La AASHTO 93 usa la relación total del Índice de Serviciabilidad ( $\Delta$ PSI) como criterio de diseño, y que se define como:

$$\Delta\text{PSI} = p_o - p_t$$

Donde:

P<sub>o</sub>: índice de serviciabilidad inicial.

P<sub>t</sub>: índice de serviciabilidad final, que es el más bajo índice tolerante antes de la rehabilitación.

### **Módulo de rotura del concreto (S'c)**

Es un parámetro muy importante como variable de entrada para el diseño de pavimentos rígidos, ya que va a controlar el agrietamiento por fatiga del pavimento, originado por las cargas repetitivas de los vehículos. Se le conoce también como resistencia a la tracción del concreto por flexión.

SE calcula a través de la resistencia a compresión del concreto:

$$S'c \text{ (psi)} = 10 \sqrt{f'c} \text{ (f'c en psi)}$$

### **Coefficiente de transferencia de carga (J)**

Es la capacidad que tiene una losa del pavimento de transmitir las fuerzas cortantes con sus losas adyacentes, con el objetivo de minimizar las deformaciones y los esfuerzos en la estructura del pavimento. Mientras mejor sea la transferencia de cargas, mejor será el comportamiento de las losas del pavimento.

Las cargas de tránsito deben ser transmitidas de una manera eficiente de una losa a la siguiente para minimizar las deflexiones en las juntas. Las deflexiones excesivas producen bombeo de la

subbase y posteriormente rotura de la losa de concreto. El mecanismo de transferencia de carga en la junta transversal entre losa y losa se lleva a efecto de las siguientes maneras:

- Junta con dispositivos de transferencia de carga (pasadores de varilla lisa de acero) con o sin malla de refuerzo por temperatura.
- Losa vaciada monolíticamente con refuerzo continuo, (acero de refuerzo de varilla corrugada armada en ambas direcciones).
- Junta transversal provocada por aserrado cuya transferencia de carga se lleva a efecto a través del rozamiento entre los agregados.

$$LT_{\delta} = \frac{(\delta_{\text{no cargada}})}{\delta_{\text{cargada}}}$$

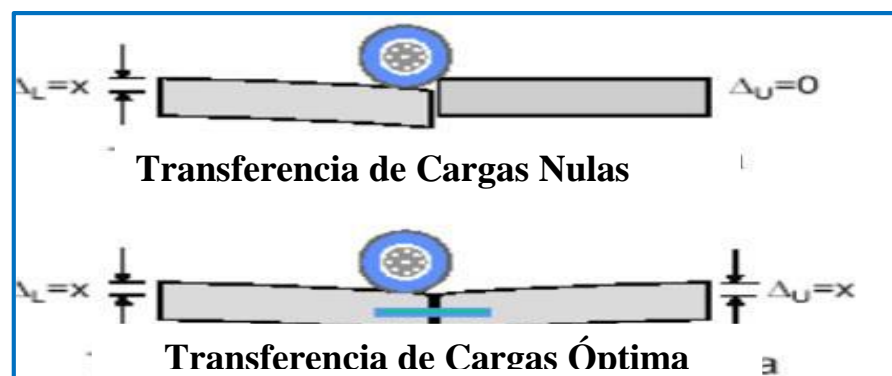
Donde:

$LT_{\delta}$  = transferencia de cargas por deformaciones.

$\delta_{\text{no cargada}}$  = deflexión de la losa adyacente no cargada.

$\delta_{\text{cargada}}$  = deflexión de la losa cargada.

**Figura N° 27. Transferencia de cargas**



Fuente: INGENIERÍA DE TRANSPORTES -Ing. Julio B.

Nakandakare Santana

Cuadro N° 29. La transferencia de cargas por deformaciones

Soporte lateral	Si	No	Si	No	Si	No	Tipo
	Con pasadores con o sin refuerzo de temperatura		Con refuerzo continuo		Sin pasadores (fricción entre agregados)		
Hasta 0.3	2.7	3.2	2.8	3.2	-	-	Calles y caminos vecinales
0.3 – 1	2.7	3.2	3.0	3.4	-	-	
1 – 3	2.7	3.2	3.1	3.6	-	-	
3 – 10	2.7	3.2	3.2	3.8	2.5	2.9	Caminos principales v autopistas
10 – 30	2.7	3.2	3.4	4.1	2.6	3.0	
más de 30	2.7	3.2	3.6	4.3	2.6	3.1	

Fuente: INGENIERÍA DE TRANSPORTES -Ing. Julio B.

Nakandakare Santana

### Coefficiente de drenaje (Cd)

En cualquier tipo de pavimento, el drenaje es un factor importante en su comportamiento a lo largo de su vida útil, y por lo tanto, en el diseño del mismo. Se puede evaluar mediante el coeficiente de drenaje (Cd) el cual depende de:

- Calidad del drenaje.

Viene determinado por el tiempo que tarda el agua infiltrada en ser evacuada de la estructura del pavimento.

- Exposición a la saturación.

Es el porcentaje de tiempo durante el año en que un pavimento está expuesto a niveles de humedad que se aproximan a la saturación. Este valor depende de la precipitación media anual y de las condiciones del drenaje. Para el caso se definen varias condiciones del drenaje combinando todas las variables que interviene para llegar a determinar el coeficiente de drenaje Cd, se llega a los valores de la siguiente Tabla:

Cuadro N° 30. Tiempo en que tarda el agua en ser evacuado

Calidad del drenaje	Porcentaje del tiempo en que la estructura del pavimento esta expuesta a niveles de humedad próximos a la saturación			
	Menos del 1%	1% - 5%	5% - 25%	más del 25%
<b>Excelente</b>	1.25 - 1.20	1.20 - 1.15	1.15 - 1.10	1.10
<b>Buena</b>	1.20 - 1.15	1.15 - 1.10	1.10 - 1.00	1.00
<b>Mediana</b>	1.15 - 1.10	1.10 - 1.00	1.00 - 0.90	0.90
<b>Mala</b>	1.10 - 1.00	1.00 - 0.90	0.90 - 0.80	0.80
<b>Muy mala</b>	1.00 - 0.90	0.90 - 0.80	0.80 - 0.70	0.70

Calidad de drenaje	Tiempo en que tarde el agua en ser evacuada
<b>Excelente</b>	El suelo libera el 50% de agua en 2 horas
<b>Bueno</b>	El suelo libera el 50% de agua en 1 día
<b>Mediano</b>	El suelo libera el 50% de agua libre en 7 días
<b>Malo</b>	El suelo libera el 50% de agua libre en 1 mes
<b>Muy malo</b>	El agua no evacua

Fuente: Manual Completo de Diseño de Pavimentos Facultad de ciencias y tecnología.

### **Módulo de Elasticidad del concreto (Ec)**

El módulo de elasticidad del concreto (Ec) está relacionado con su módulo de ruptura y se determina correlacionándolo con su resistencia a la compresión (f'c). Esto es:

$$E_c = 21000 \sqrt{f'c}$$

### **Módulo de reacción de la subrasante (K)**

La resistencia a la subrasante se obtiene mediante el módulo de reacción del suelo (K) por medio de la prueba de placa. El módulo de reacción del suelo corresponde a la capacidad portante que tiene el terreno natural en donde se apoyará el pavimento.

El valor de k, es usualmente estimado por correlación a una prueba simple, tal como la Relación de Soporte de California (CBR).

### **Cálculo del espesor del pavimento (D)**

El espesor del pavimento depende del tráfico esperado durante la vida de servicio y la confiabilidad de su comportamiento.

### **Estimación de los espesores del pavimento**

Se obtienen directamente empleando la nomografía correspondiente.

## **1.12. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS**

Según con el D.S. N°184-2008-EF (Anexo de definiciones N° 21) se define especificaciones técnicas como: "Descripciones elaboradas por la entidad de las características fundamentales de los bienes o suministros a adquirir.

La estructura de una especificación técnica es la que sigue:

- Descripción de los trabajos.  
Alcances de la partida (del inicio al término).

- **Métodos de construcción.**  
Corresponde al proceso constructivo de la partida (secuencia de actividades señalando el uso de mano de obra y equipos determinados). El proyectista define la tecnología para ejecutar este trabajo según la magnitud del trabajo y/o condiciones de la zona. Este método constructivo debe ser recogido por el análisis de precios unitarios, implementado por el Contratista en Obra y controlado por el Supervisor.
- **Calidad de los materiales.**  
Según Art. 11º D.S.Nº 184-2008-EF en las especificaciones no se pueden precisar marcas. Precisar la norma nacional o internacional que debe cumplir el material. Considerar materiales que existan en el mercado.
- **Sistema de control de calidad.**  
Establecer las pruebas o ensayos técnicos a los cuales deben someterse determinados materiales o producto. Deberá establecer la frecuencia y cantidad de los ensayos (TDR). Su costo deberá considerarse en los Gastos Generales del proyecto.
- **Método de medición.**  
Corresponde al momento en que el Inspector o Supervisor valoriza o paga por el trabajo ejecutado. Hay varias formas o momentos en que se mide un trabajo, por lo cual debe ser analizado por el Consultor:
  - Medición al momento del suministro del material o equipamiento.
  - Medición al momento de colocación o montaje.
  - Medición al momento del suministro y su colocación o montaje.
  - Medición al momento del suministro, colocación o montaje, y prueba de funcionamiento.
  - Medición al momento de la pruebas.
- **Condiciones de pago.**  
Establece lo que incluye el pago a efectuar en correspondencia con el método de medición y unidad de partida (paga por m, m2, m3, kg, und, etc.) Cada partida que conforma el presupuesto de Obra debe contener sus respectivas especificaciones y debe ser coherente con la codificación empleada para el presupuesto y los metrados.

### **1.13.METRADOS**

El D.S.Nº184-2008-EF Anexo de Definiciones Nº31 define al metrado como el cálculo o cuantificación por partidas de la cantidad de obra a ejecutar.

Partida es cada una de las partes o rubros en que se divide una obra con el fin de poder determinar el todo. Para el metrado se requiere un estudio integral de los planos y especificaciones técnicas, aplicación de la normatividad vigente y establecer un orden y sistema a metrar.

Es necesario que los metrados se realicen de la manera más ordenada, transparente y clara posible.

a) Resumen de Metrados.

Se consignarán la relación de partidas con sus respectivo metrado.

b) Planilla de metrados.

Para el cálculo de los metrados se usará el siguiente formato.

b) Metrado para el acero.

Se calculará el metrado de fierro según el siguiente formato.

c) Metrado de movimiento de tierras.

Se empleará el siguiente formato.

### **1.14.PRESUPUESTO DE OBRA**

El presupuesto de obra lo definen como la tasación o estimación económica "a priori" de un producto o servicio. Se basa en la previsión del total de los costos involucrados en la obra de construcción incrementados con el margen de beneficio que se tenga previsto.

El presupuesto de obra tienen como finalidad dar una idea aproximada y lo más real posible del importe de la ejecución del proyecto, no indica los gastos de explotación ni los gastos de la amortización de la inversión una vez ejecutada.

Para conocer el presupuesto de obra de un proyecto se deben seguir los siguientes pasos básicos a nivel general son:

- Registrar y detallar las distintas unidades de obra que intervengan en el proyecto.
- Hacer las mediciones y anotaciones de cada unidad de obra.
- Conocer el precio unitario de cada unidad de obra.



- Multiplicar el precio unitario de cada unidad por su medición respectiva.

En los artículos 13º, 14º, 16º del D.S. N°184-2008-EF se establecen los alcances normativos sobre el valor referencial, que para efectos de Obra corresponde al presupuesto de Obra.

Un Presupuesto de Obra es la determinación del valor económico y comprende los siguientes parámetros.

- Las partidas que se necesitan codificadas.
- Los metrados de cada una de esas partidas sustentadas.
- Los costos unitarios de cada una de ellas revisados.
- Los porcentajes de Gastos Generales sustentados.
- La Utilidad estimada (No en Obras por Adm. Directa).
- El impuesto IGV (en caso de ser Obra por Contrata).

La fase se estructura según una secuencia del proceso constructivo de Obra, con el fin de verificar si están todas las partidas necesarias para alcanzar el 100% de cada Fase o componente, y para poder controlar el avance durante la ejecución de Obra.

Para convocar a un Proceso de Selección, el Valor Referencial. no tendrá más de 6 meses En anexos se presenta la relación de partidas básicas que deben incluirse en el Expediente Técnico, en el caso de que la Municipalidad proponga una nueva partida, para incluirla previamente deberá sustentarla y contar con la conformidad del Ing. Revisor.

- Resumen del Presupuesto.
- Estructura de Costo de Gastos Generales.
- Los Costos Indirectos son dos: Gastos Generales y Utilidad.

Las Obras Por Contrata como Por Administración Directa tienen Gastos Generales (fijos y variables), pero difieren en una serie de conceptos o rubros.

Los GG dependen del tipo y magnitud de la obra, de donde los gastos deben calcularse o analizarse (no son un % dado).

## **GASTOS GENERALES**

El artículo 2º del D.S. N°011-79-VC del 1.3.79 define los Gastos Generales como aquellos que debe efectuar el Contratista durante la

construcción, derivados de la propia actividad empresarial del mismo, por lo cual no pueden ser incluidos dentro de las partidas de Obra.

El D.S. N°184-2008-EF, Anexo de Definiciones, numeral 27, dice: “son aquellos costos indirectos que el contratista debe efectuar para la ejecución de la prestación a su cargo, derivados de su propia actividad empresarial, por lo que no pueden ser incluidos dentro de las partidas de las obras o de los costos directos del servicio”.

Estos gastos se dividen en:

#### A. Gastos Generales Fijos

El numeral 28 del Anexo de Definiciones del D.S. N°184-2008-EF establece que: son los GG no relacionados con el tiempo de ejecución de obra, en que sólo se incurren una vez, no volviendo a gastarse aunque la obra se amplíe en su plazo original.

#### B. Gastos Generales Variables

El numeral 29 del Anexo de definiciones del D.S. N°184-2008-EF establece que los GG relacionados con el tiempo de ejecución de la obra o variables, son aquellos que dada su naturaleza siguen existiendo o permanecen a lo largo de todo el plazo de obra incluida su eventual ampliación.

### **UTILIDAD**

El artículo 2º del D.S. N°011-79-VC indica que la utilidad es el monto que percibe el Contratista por ejecutar la Obra.

El porcentaje a considerar es variable, y no depende ni del tipo ni de la magnitud de la Obra, sin embargo, la suma de la utilidad más los gastos generales no deberán exceder el 15%

### **Estructura de Costos de Supervisión de Obra**

Es necesario, que se incluya en el expediente Técnico la estructura de costos correspondiente a los gastos que va a incurrir el Supervisor de Obra, a fin de prever los recursos financieros para su contratación.

El supervisor de Obra será el profesional contratado por la Entidad para garantizar la correcta ejecución de la obra, por ello su labor es fundamental para el éxito, y en ese sentido, se le debe proveer de los elementos necesario que le permitan ejecutar correctamente su labor.

Se empleará el siguiente formato:

### **Cálculo del Flete Terrestre**

En los casos que se requiera la compra de insumos fuera de la jurisdicción donde se ejecute la Obra, y requiera ser transportados vía terrestre, se tendrá que estimar el costo por flete terrestre, el cual dependerá del número de kilos a transportar. Se utilizará el siguiente formato.

### **Cálculo de la Movilización y Desmovilización**

Así mismo, los proyectos viales requieren de la movilización y desmovilización de los equipos y maquinarias que van a intervenir en la Obra. Para ello, se requiere estimar el valor de su desplazamiento. Para ello, se empleará el siguiente formato:

## **1.15. ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

### **1.15.1. COSTOS DE MANO DE OBRA**

Está definido por dos parámetros

- El costo por hora (h-h) de un obrero de construcción civil.  
En Obras Por Contrata se considera el Régimen Laboral de Construcción Civil que establece 3 categorías: operario, oficial y peón

El costo es diferente de un lugar a otro del país en función a: Ubicación de la Obra y Magnitud de la misma. Para efectos de la presente guía los costos de mano de obra serán de acuerdo a lo establecido por los Gobiernos Regionales en cada jurisdicción, en caso de no contar con este elemento, se tomarán los costos establecidos por el régimen Laboral de Construcción Civil

En algunos análisis de costos se considera al Capataz, el mismo que no es incluido en el Régimen Laboral de Construcción Civil. Se considera del 10% al 20% más del costo h-h del operario.

El Maestro de Obra tampoco figura en este Régimen. Este costo no corresponde a los costos directos sino a los indirectos (Gastos Generales).

- Rendimientos

Sobre rendimientos lo único normado a la fecha son los “Rendimientos Mínimos Oficiales de Mano de Obra en Edificación, aprobados mediante Resolución Ministerial N°175 del 09.04.68.

Para calcular la cantidad del recurso de mano de obra por unidad de partida, se aplica  $N^{\circ}$  de obrero  $\times$  8/rendimiento.

Para efectos de la presente guía se propone los siguientes rendimientos que se incluyen en anexos. En caso de que la Municipalidad plantee rendimientos diferentes a los aquí propuestos, deberán ser debidamente sustentados.

#### **1.15.2. COSTO DE LOS MATERIALES**

Estos costos se sustentarán mediante cotizaciones.

#### **1.15.3. COSTO DE LOS EQUIPOS**

Deberán sustentarse mediante cotizaciones, en caso de utilizarse equipo alquilado, o en su defecto, presentar la estructura de costo por hora hombre en caso de emplearse equipo propio.

#### **1.15.4. COSTO DE HERRAMIENTAS**

Teniendo en consideración que el proceso constructivo de cualquier obra requiere herramientas menores de diversos tipos: picos, lampas, carretillas, las cuales son suministradas por el Contratista, este debe incluir su depreciación dentro de los costos directos.

La práctica establece este costo como un porcentaje del costo de mano de obra. El porcentaje a considerar será del 3%.

Igualmente el consultor debe evaluar en qué partidas debe o no incluir este punto (partidas que usen estas herramientas).

### **1.15.5. CARACTERÍSTICAS DE LOS ANÁLISIS DE COSTOS**

Deberá seguir una secuencia lógica de la construcción, y contar con una codificación compatible con las demás partes del Expediente Técnico.

A continuación se presenta los análisis de costos de las partidas de mayor influencia que deberá tomarse para el desarrollo de los expediente técnicos. En caso de que la Municipalidad presenta una estructura de costos diferente a la aquí mostrada, deberá sustentarla y contar con la conformidad del Ing. Revisor.

### **1.16. FÓRMULA POLINÓMICA**

Es la representación matemática de la estructura de costos de un Presupuesto y está constituida por la sumatoria de términos, denominados monomios, que consideran la participación o incidencia de los principales recursos (MO, materiales, equipos, GG) dentro del costo o presupuesto total de Obra.

Para su elaboración se requieren los metrados del Presupuesto de Obra y el Análisis de Costos Unitarios.

El D.S. N°011-79-VC determina que las fórmulas polinómicas de las Obras Por Contrata deben cumplir con lo siguiente:

- Número máximo de monomios = 8.
- Cada monomio (a excepción de los monomios de mano de obra y GGU) pueden contener como máximo 3 índices unificados, esto porque en la obra hay diversidad de materiales. (4 monomios x 3 materiales = 12 materiales).
- Los coeficientes de incidencia de cada monomio debe ser como mínimo 5%. Aquellos con incidencia inferior se reagrupan dentro de otros índices, como máximo 3.
- La sumatoria de coeficientes de incidencia debe ser 1.
- Se recomienda verificar que los códigos que se utilizan en la fórmula polinómica estén vigentes y corresponda a este recurso.
- Como máximo 4 fórmulas polinómicas por cada Presupuesto de Obra.

## 1.17. CRONOGRAMAS

### a) Cronograma de Ejecución de Obras

En términos estrictamente técnicos, el Cronograma General de Actividades se desprende de la Programación Pert CPM, pero también es posible formular el Cronograma, representándolo como el Diagrama Gantt de Barras.

En una Obra debe haber tantos cronogramas de obra como fórmulas polinómicas.

Debe concordar en el plazo de obra determinado, pudiendo establecerse en periodos semanales, quincenales o mensuales. Debe concordar con el monto de Obra. Se debe estructurar por fases (proceso constructivo). La duración de la actividad se calcula dividiendo el metrado de la partida entre su rendimiento.

### b) Calendario de Adquisición de Materiales

El requerimiento de materiales, mano de obra y equipo será obtenido en función al análisis de costos unitarios y metrados. Su calendarización debe estar de acuerdo al Cronograma Valorizado de Ejecución de Obra.

### c) Calendario de Avance de Obra Valorizado

Es la programación de actividades durante un periodo determinado, la misma que toma como referencia el Cronograma General de Actividades, con la diferencia que en éste se expresa financieramente, siguiendo en forma técnica y lógica la secuencia de los procesos constructivos.

Son la representación en dos dimensiones de elementos de tres dimensiones y contienen los diseños que se ejecutarán en Obra, debiendo tener la información suficiente que posibilite sin duda alguna ejecutar las citadas obras.

## 1.18.PANEL FOTOGRÁFICO

Figura N° 28. Reductor de velocidad tipo resalto



Fuente: Propia

Figura N° 29. Reductor de velocidad tipo resalto antes de una curva sinuosa.



Fuente: Propia



Figura N° 30. Señal de proximidad de reductor de velocidad tipo resalto



Fuente: Propia

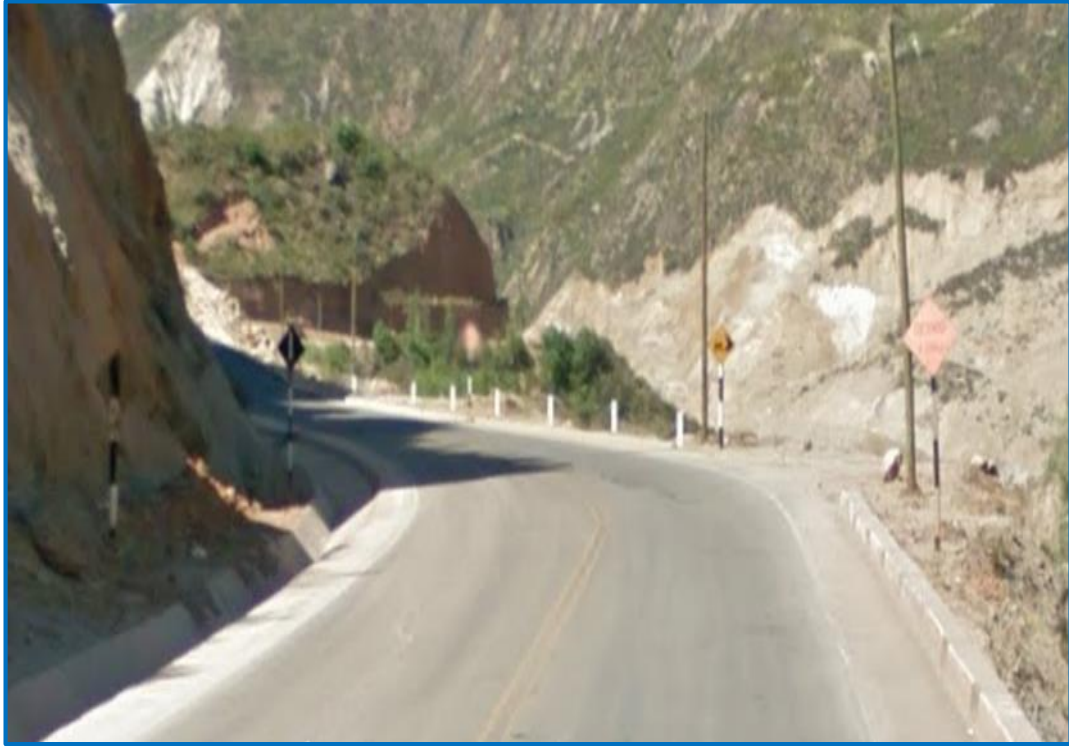
Figura N° 31. Señal de velocidad máxima permitida



Fuente: Propia

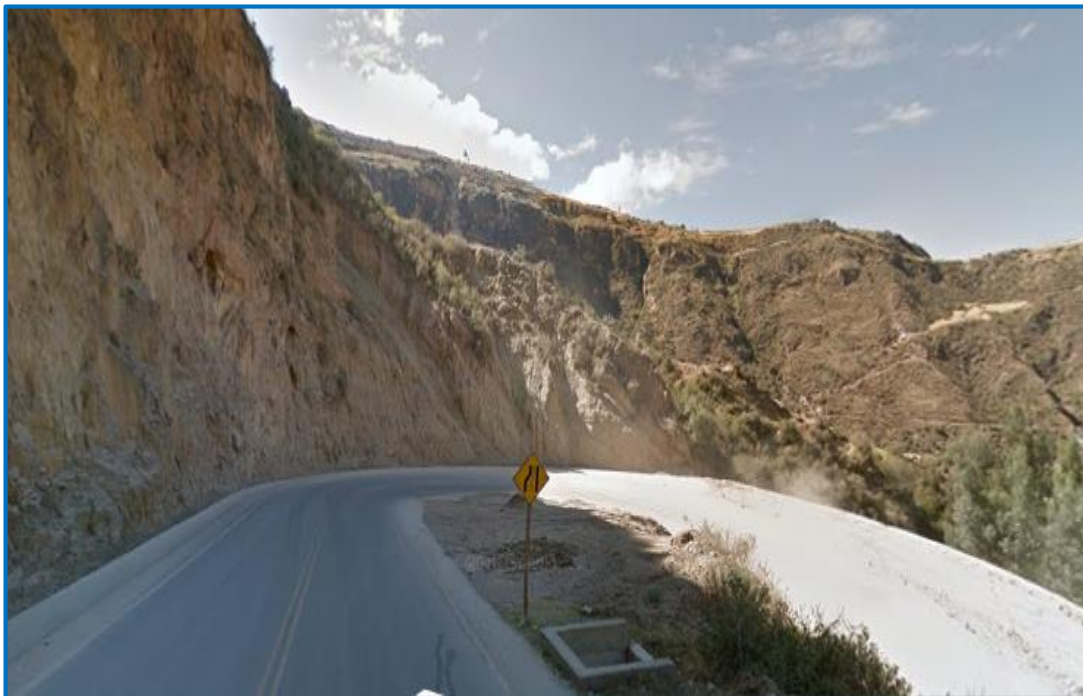


Figura N° 32. Curva con pendiente pronunciada



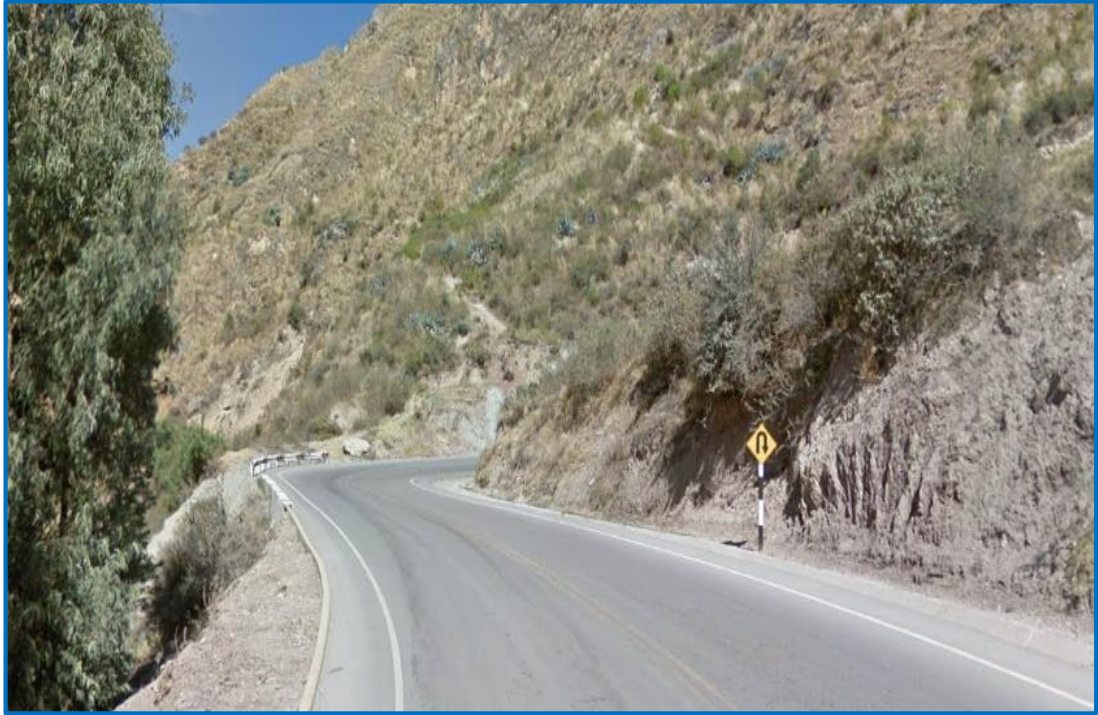
Fuente: Propia

Figura N° 33. Señal reducción de calzada al lado izquierdo



Fuente: Propia

Figura N° 34. Señal curva en U a la derecha



Fuente: Propia

Figura N° 35. Señal de prohibido adelanto



Fuente: Propia



Figura N° 36. Señalización de falla geológica



Fuente: Propia

Figura N° 37. Curvas sinuosas



Fuente: Propia

Figura N° 38. Señal de curva izquierda



Fuente: Propia

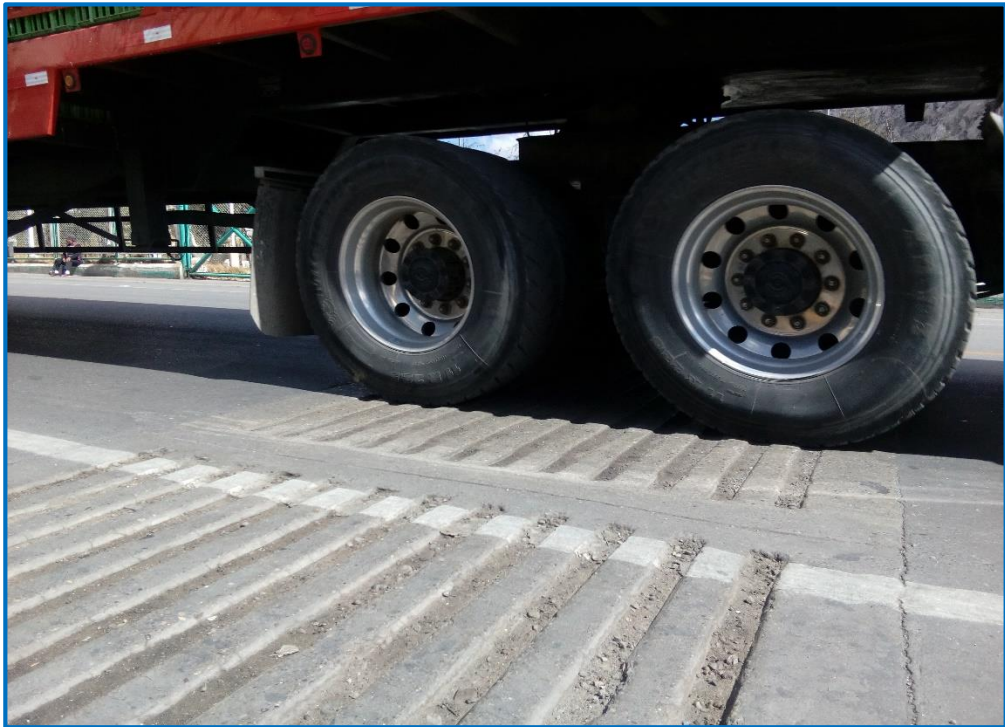
Figura N° 39. Señal empalme en el ángulo recto con vía lateral a la derecha



Fuente: Propia



Figura N° 40. Visualización de Sonorizador con Vehículos Pesados



Fuente: Propia

Figura N° 41. Visualización de Sonorizador con Vehículos Ligero



Fuente: Propia