



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

“Diseño de barrera de seguridad rígida para vehículos de alto tonelaje en la
carretera Conococha - Yanacancha, Ancash – 2019”

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

Ingeniero Civil

AUTOR:

Br. Atachagua Matias, David Abrahan (ORCID: 0000-0002-7500-5792)

ASESORA:

Mg. Ing. Arriola Moscoso, Cecilia (ORCID: 0000-0003-2497-294X)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño de infraestructura vial

LIMA – PERÚ

2019

DEDICATORIA

Esta investigación va dedicada:

Por primero, a Dios por haberme guiado en todo mi camino. Así mismo a mis padres por su ayuda en todos los aspectos y de la misma forma a mis hermanos que de una manera u otra fueron partícipes para llegar a este punto.

AGRADECIMIENTO

Por primero, a Dios por haber brindado las fuerzas para poder levantarme cada día a seguir avanzando.

Luego a mis padres ya que sin ellos no hubiera podido realizar esta meta, por haberme dado los ánimos y apoyo en todo este largo camino y mis hermanos.

Página del jurado

DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD

Yo Atachagua Matias, David Abrahan con DNI N° 76805363 a efecto de cumplir con las disposiciones vigentes consideradas en el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad César Vallejo, Facultad de Ingeniería, Escuela Académico profesional de Ingeniería Civil, declaro bajo juramento que toda la documentación que acompaño es veraz y auténtica.

Así mismo, declaro también bajo juramento que todos los datos e información que se muestra en la presente tesis son auténticos y veraces.

En tal sentido asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento y omisión tanto de los documentos como de la información aportada, por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas de la Universidad César Vallejo.

Lima, 12 de diciembre del 2019

Atachagua Matias, David Abrahan

DNI: 76805363



ÍNDICE

CARÁTULA.....	i
DEDICATORIA.....	ii
AGRADECIMIENTO.....	iii
PÁGINA DEL JURADO.	iv
DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD.....	v
ÍNDICE	vi
ÍNDICE DE TABLAS.....	vii
ÍNDICE DE FIGURAS	viii
RESUMEN.....	x
ABSTRACT.....	xi
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. MÉTODO.....	23
2.1 Tipo y diseño de investigación.....	23
2.2 Operacionalización de variables.....	24
2.3 Población, muestra y muestreo.....	26
2.4 Técnicas e instrumento de recolección de datos, validez y confiabilidad.....	27
2.5 Procedimientos.....	29
2.6 Método de análisis de datos.....	30
2.7 Aspectos éticos.....	30
III. RESULTADOS.....	31
IV. DISCUSIÓN.....	64
V. CONCLUSIONES.....	66
VI. RECOMENDACIONES.....	68
REFERENCIAS.....	69
ANEXOS.....	73

Índice de tablas

Tabla 1. Conteo de fatalidades.....	4
Tabla 2. Clases y tipos de vehículos.....	11
Tabla 3. Ensayos según el tipo de vehículo	11
Tabla 4. Severidad de accidente según la norma une 1317	12
Tabla 5. Pesos y madias	13
Tabla 6. Fuerza y diseño para las barreras de tráfico vehicular	19
Tabla 7. Operacionalización variables	25
Tabla 8. Nivel de validez	29
Tabla 9. Observación de expertos	29
Tabla 10. Capacidad de carga Mercedes Benz	33
Tabla 11. Capacidad de cargas Scania P460.....	34
Tabla 12. Capacidad de cargas Scania NTG-P 450.....	35
Tabla 13. Datos principales 1	37
Tabla 14. Datos principales 2	39
Tabla 15. Datos principales 3	41
Tabla 16. Resultados obtenidos.....	43
Tabla 17. Resultados de esfuerzos internos	58
Tabla 18. Área de acero de la pantalla	59
Tabla 19. Cuadro de operacionalización de variables	73
Tabla 20. Matriz de consistencia	74

Índice de figuras

Figura 1	Accidentes de tránsito del 2006 al 2017.....	2
Figura2	Evolución de los siniestros con víctimas en los últimos 06 años.....	3
Figura 3	Progresivas del Km 57+400 al Km 57+400: Posición de la carretera antes de la curva.....	4
Figura 4	Progresivas del Km 57+350 al Km 57+400: Posición de la carretera después de la curva.....	5
Figura 5	Progresivas del Km 57+350 al Km 57+400: Posición en planta y ubicación de la barrera.....	5
Figura 6	Energía cinética y el nivel de contención.....	12
Figura 7	Diagrama de velocidad de aplicaciones de carga.....	14
Figura 8	Dimensiones de la barrera.....	15
Figura 9	Dimensiones de la barrera	16
Figura 10	Análisis por líneas de fluencia de un muro de concreto para el impacto en un segmento 1	18
Figura 11	Análisis por líneas de fluencia de un muro de concreto para el impacto en un segmento 2.....	18
Figura 12	Lugar de extracción del suelo 1.....	31
Figura 13	Lugar de extracción del suelo 2.....	32
Figura 14	Lugar de extracción del suelo 3.....	32
Figura 15	Longitudes del vehículo.....	33
Figura 16	Scania P460 CB8x4 EHZ: Camión para trabajos en mina.....	34
Figura 17	Longitud de Scania NTG-P 450.....	35
Figura 18	Potencia vehicular torque y en frenos.....	35
Figura 19	Lugar de extracción del suelo 4.....	36
Figura 20	Lugar de extracción del suelo 5.....	36
Figura 21	Coefficiente de rigidez del vehículo 1.....	38
Figura 22	Coefficiente de rigidez del vehículo 2.....	40

Figura 23	Coeficiente de rigidez del vehículo 3.....	42
Figura 24	Diseño propuesto 1.....	44
Figura 25	Diseño propuesto 2.....	55
Figura 26	Modela de la barrera en el sap2000.....	57
Figura 27	Resultados del esfuerzo de la barrera en el sap2000 1.....	57
Figura 28	Diagrama de esfuerzos internos.....	58
Figura 29	Resultados del esfuerzo de la barrera en el sap2000 2.....	59
Figura 30	Resultados del esfuerzo de la barrera en el sap2000 3.....	60

RESUMEN

La presente tesis, titulado: “Diseño de barrera de seguridad rígida para vehículos de alto tonelaje en la carretera Conococha - Yanacancha, Ancash – 2019” tuvo como objetivo en diseñar barrera de seguridad rígida para vehículos de alto tonelaje en la carretera Conococha – Yanacancha, así mismo en la teoría relacionado al tema se especificó las capacidades de carga de los vehículos de alto tonelaje, el diseño de la barrera de seguridad rígida y la simulación de la barrera en el programa sap2000, se estableciendo para poder obtener impacto vehiculares, el dimensionamiento y el comportamiento estructural, en lo cual esta tesis llevo a tener un tipo de investigación aplicada, un nivel correlacional-experimental, con un diseño experimental teniendo una población infinita y para la muestra se tomó 3 tipos de vehículos con mayor transitabilidad en la zona para realizar los ensayos de impacto, respecto al instrumento de recolección de datos que se empleó poder llegar a obtener los resultados de los vehículos que se tomó para los ensayos. Los resultados que se obtuvieron fueron la fuerza de impacto vehicular en donde el vehículo Mercedes-Benz Actros 3344K 6x4 genero una fuerza de impacto de 1571.11 KN (kilo newton), el vehículo Scania NTG-P 450 genero un fuerza de impacto de 1735.00 KN (kilo newton) y el vehículo Scania P460 CB8x4 EHZ genero un fuerza de impacto de 1868.65 KN (kilo newton), en donde se consideró el más crítico. Estableciendo un diseño orientado por el modelo new jersey modificando su altura de 1.40m (metros) y su ancho de 3m (metros), con un coeficiente de concreto de 280kg/cm² y con un coeficiente de acero de 4200kg/cm², siendo el acero de refuerzo horizontal de ½” @15cm y acero vertical de 1” @15cm, teniendo como resultado del cálculo de resistencia AASHTO de 212.02 Tn (toneladas), siendo la resistencia mayor a la fuerza de impacto, optimizando el diseño de la barrera. Así mismo teniendo el comportamiento estructural de la barrera, Se observar que los esfuerzo interno más crítico se encuentra en la altura de 1.00 metros teniendo como resultado de (-0.0977 Tonf-m/m), de la cual demuestra que la barrera siendo sometido al impacto vehicular de con fuerza de 190.55 tonf-m, sobre pasando a la barrera en un 0.05%, donde se podría interpretar que al ejercerse el impacto podría ocasionar peques fisuras en la barrera,

Palabras claves: Diseño, barrera de seguridad, vehículos de alto tonelaje.

ABSTRACT

This thesis, entitled: "Design of a rigid safety barrier for high tonnage vehicles on the Conococha - Yanacancha, Ancash - 2019 road", aimed at designing a rigid safety barrier for high tonnage vehicles on the Conococha - Yanacancha highway, Likewise, in the theory related to the subject, the load capacities of high tonnage vehicles, the design of the rigid safety barrier and the simulation of the barrier in the sap2000 program were specified, being established to be able to obtain vehicle impact, sizing and the structural behavior, in which this thesis came to have a type of applied research, a correlational-experimental level, with an experimental design having an infinite population and for the sample 3 types of vehicles with greater passability were taken in the area to carry out the impact tests, with respect to the data collection instrument that was used to reach To obtain the results of the vehicles that were taken for the tests. The results obtained were the vehicle impact force where the Mercedes-Benz Actros 3344K 6x4 vehicle generated an impact force of 1571.11 KN (kilo Newton), the Scania NTG-P 450 vehicle generated an impact force of 1735.00 KN (kilo Newton) and the Scania P460 CB8x4 EHZ vehicle generated an impact force of 1868.65 KN (kilo Newton), where it was considered the most critical. Establishing a design oriented by the new jersey model modifying its height of 1.40m (meters) and its width of 3m (meters), with a concrete coefficient of 280kg / cm² and with a steel coefficient of 4200kg / cm², being the steel of horizontal reinforcement of ½ " @ 15cm and vertical steel of 1" @ 15cm, resulting in the calculation of AASHTO resistance of 212.02 Tn (tons), the resistance being greater than the impact force, optimizing the design of the barrier. Also having the structural behavior of the barrier, It is observed that the most critical internal effort is at the height of 1.00 meters resulting in (-0.0977 Tonf-m / m), which demonstrates that the barrier being subjected to vehicular impact with a force of 190.55 tonf-m, over passing the barrier in 0.05%, where it could be interpreted that when the impact is exerted it could cause small cracks in the barrier,

Keywords: Design, safety barrier, high tonnage vehicles.

I. INTRODUCCIÓN

Desde una perspectiva mundial, cada día aumenta el tráfico vehicular y los desplazamientos, tanto de usuarios particulares, como de transporte público. Sin embargo, las autopistas construidas, infraestructura vial de carreteras y señales de seguridad vial, a pesar de cumplir con la normativa vigente siguen ocurriendo accidentes volviéndole insuficiente ante tránsito.

Todo accidente de tránsito, que sea debidamente registrado en carreteras, en la actualidad, es concebido como una problemática de sumo interés en todo el mundo. Ello se debe al incremento que se registra anualmente, en distintos países, desde una visión global. En efecto, cada uno de ellos tiene como objetivo lograr la eliminación o la minimización del problema vinculado con la seguridad vial, por medio de acciones preventivas, en relación con los accidentes de tránsito y/o la disminución de las consecuencias que afectan la integridad de los individuos.

Sin embargo, según una publicación auspiciada por el BID y la Asociación Española de la Carretera (2016), La Década de la Seguridad Vial, 2011-2020, proclamada por las Naciones Unidas y la Organización Mundial de la Salud, ha servido para concentrar los esfuerzos de las instituciones de gobierno, la academia, la sociedad y la industria en busca de acciones que contribuyan a mitigar el flagelo que representa la accidentalidad vial sobre los seres humanos y la economía en todos los países del mundo. Cada año, en América Latina y el Caribe, la accidentalidad vial resulta en más de 100.000 muertes y 5.000.000 de víctimas; un impacto en términos de años perdidos por muerte prematura (p .3).

Un porcentaje muy elevado de los accidentes de tránsito se genera por la incidencia de la acción del hombre. Dentro de este contexto, se vuelve central llevar a cabo la optimización del estado de los vehículos, así como su infraestructura integral. Así, se podrá contribuir con la reducción de accidentes y sus consecuencias negativas. Desde la perspectiva de la Norma Europea EN 1317, se pueden mencionar distintas clases de barreras de seguridad. Cada una de ellas posee características específicas en función de la especificidad de la vía. Se deben tener en cuenta: la carretera, su ubicación geográfica, el trazado, las especificaciones del vehículo, la velocidad de circulación, la presencia o ausencia de estructuras, que pueden ser definidas como vulnerables, zonas peligrosas, delimitación de obstáculos en las cercanías de la calzada.

Según Albitre (2010), Las barreras de seguridad vial tienen por función primordial reencauzar a los vehículos que salen de la calzada, permitiendo al conductor retomar el control del vehículo y regresar al cauce normal de circulación del tránsito, y si esto no es posible, minimizar el nivel de daño causado por el accidente (p. 11).

En el Perú, la infraestructura inherente al transporte público, conformada por el sistema aeroportuario, férreo, de hidrobías y de carreteras, implica un esfuerzo y voluntad política de sus gobernantes, en relación con la aplicación de políticas de carácter público local, por medio de la participación de la sociedad, la gestión de índole local en el ámbito de la seguridad vial, la descentralización e ingeniería.

Según Valverde González (2011), las estadísticas nacionales e internacionales, los sucesos que se conocen como “accidentes por salirse de la vía”, son aquellos accidentes viales que ocurre cuando un vehículo se sale de la superficie de circulación de la carretera y colisiona con algún objeto fijo, vuelca o atropella a un tercero en el margen de la carretera, producen más del 30 % de las muertes en carretera. Por esta razón, mejoramiento y acondicionamiento de los bordes de la red de carreteras es una implementación muy efectiva para poder reducir las víctimas que cobran los accidentes de tránsito.

En la figura 1, se puede apreciar los accidentes de tránsito desde el año 2006 hasta el 2017, extraídos de las Estadística de la Policía General del Perú, mostrando que el año 2013 tuvo un porcentaje de accidentes en la red vial urbana y en el año 2017 fue incrementando los accidentes en la red vial no urbana (carretera).

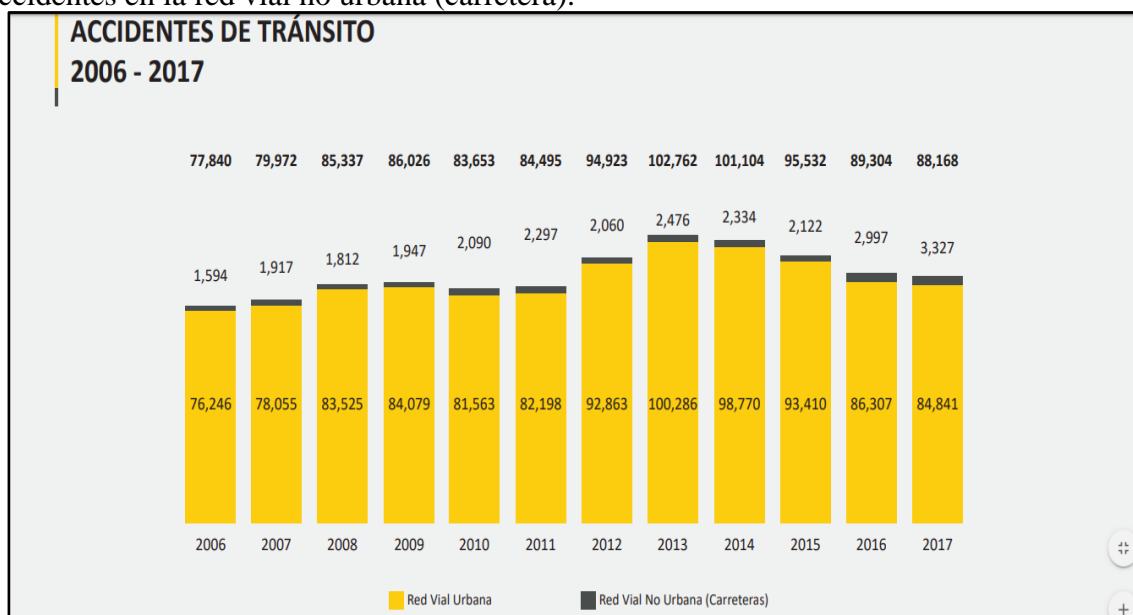


Figura 1. Accidentes de tránsito del 2006 al 2017

Fuente: Policía Nacional del Perú - Dirección de Estadística.

En la carretera Conococha -Yanacancha, prevalece una amplia variedad de factores, los que pueden ocasionar accidentes de tránsito por situaciones que están íntimamente vinculadas con el diseño vial, la predominancia de curvas con alto nivel de peligrosidad, presencia de precipicios lindantes a la vía o la ausencia de señales en tramos riesgosos. A su vez, se pueden mencionar elementos vinculados con vehículos de alto tonelaje, así como la falta de mantenimiento de sus componentes, como, por ejemplo: los frenos, problemas con la dirección y/o suspensión; las luces; el limpiaparabrisas; entre otros.

En la figura N° 2, se aprecian la cantidad de accidentes y víctimas por año, que han sido registrados desde el año 2012 hasta el año 2017, siendo una cantidad donde se puede considerar realizar un estudio para mejorar la situación.

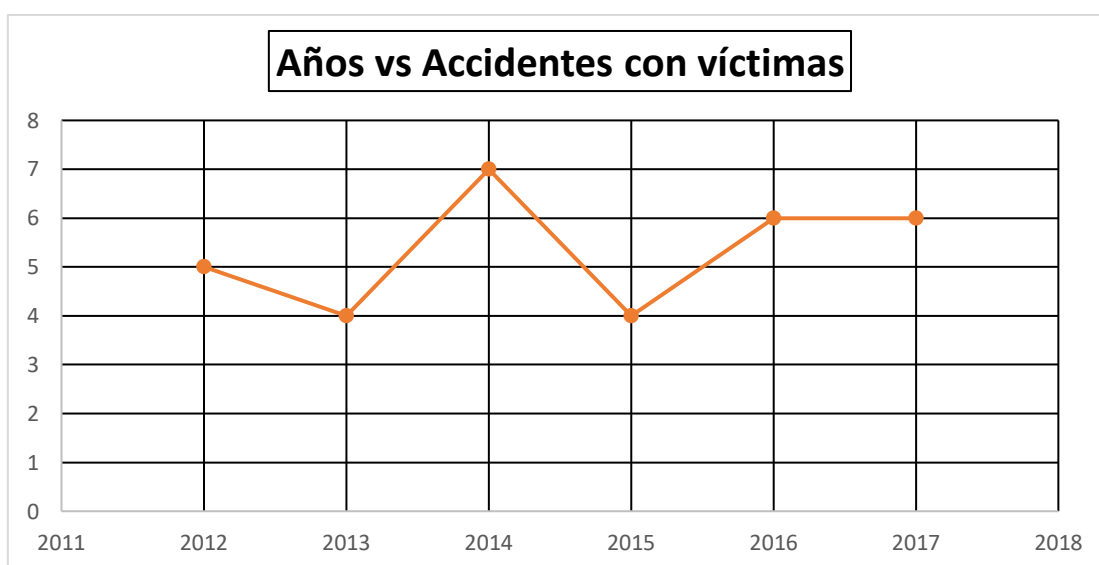


Figura 2. Evolución de los siniestros con víctimas en los últimos 06 años

Fuente: Policía Nacional del Perú - Dirección de Estadística

En el tabla N°1, encontraremos el conteo de fatalidades siendo registrados en la zona de estudio en la carretera Conococha - Yanacancha, específicamente, en la sección comprendida entre los kilómetros 0+000 y 122+200, existen barreras de seguridad en la mayor parte de las áreas de peligro y de curvas. No obstante, todavía prevalecen 4 sitios que poseen un alto índice y potencial de accidentabilidad. En esos lugares, es imprescindible llevar a cabo la colocación de mecanismos que estén certificados para la contención de vehículos pesados. En el Figura se pueden apreciar los accidentes con víctimas mortales por año, durante los últimos seis años:

Tabla 01. Conteo de fatalidades

Fecha de accidente de tránsito	Tipo de accidentes (mayo y menor incidencia)	Lugar del accidente	Fallecidos	Heridos
04/06/2016	Atropello	14+000	x	
10/12/2016	Despiste	15+300		x
08/05/2017	Despiste y choque	20+200	x	
14/07/2017	Choque frontal	25+600	x	
29/02/2016	Choque	34+360	x	
30/06/2016	Despiste	54+500		x
04/01/2017	Volcadura	57+200		x
25/06/2016	Despiste y volcadura	63+000		x
13/11/2017	Choque	65+200	x	
19/02/2017	Despiste	72+000		x
09/02/2016	Despiste	75+000	x	
Total			6	5

Fuente: Policía Nacional del Perú - Dirección de Estadística.

En la figura N° 3, se aprecia la zona de estudio seleccionada siendo la más crítica, la imagen captada se encuentra en el área antes de iniciar en la curva siendo la progresiva del Km 57+400, en donde el vehículo se encuentra descendiendo desde la zona minera hacia Conocochoa.



Figura 3. Progresivas del Km 57+400, Posición de la carretera antes de la curva.

Fuente: Google maps.

En la figura N° 4 se puede apreciar el área después de curva, la zona en donde se encuentra un alto nivel de riesgo, teniendo una pendiente con una inclinación aproximada de 16%, en

una curva muy cerrada con un radio aproximado de 13m, encontrando en curva un abismo de una altura de 50 m aproximados.



Figura 4. Progresivas del Km 57+350, Posición de la carretera después de la curva.

Fuente: Google maps.

En la figura N° 5 viene a ser una imagen en planta, que se puede apreciar el área donde se debería ir colocado la barrare de propuesta en el proyecto y el recorrido que realizan los vehículos.



Figura 5. Progresivas del Km 57+350 al Km 57+400: Posición en planta y ubicación de la barrare.

Fuente: Google maps

Luego de revisión de bibliografía, tanto escrita, como online, se presentarán algunos de los trabajos que se pueden tomar en consideración. Así, se formulará una línea base, enfocada a la presente investigación, tomando en consideración situaciones problemáticas que acontecen en el Perú.

Aquellos de los estudios que abordan temáticas sobre diseño de infraestructura vial, referido a barreras de seguridad vial para vehículos de alto tonelaje son los siguientes:

García (2018) “**Análisis comparativo de diseño de concreto armado y diseño combinado para optimizar la superestructura del paso a desnivel, vía de evitamiento y la prolongación Bolognesi, Chiclayo – Perú**”. Como **objetivo** de realizo un análisis comparativo de un diseño de concreto armado y un diseño combinado para mejorar la superestructura del paso a desnivel, teniendo como **resultado** que ambos diseños tienen sus ventajas y desventajas tanto como en la ejecución, el tiempo, el costo y el mantenimiento, el diseño combinado presenta un menor costo y tiempo de ejecución pero en el costo del mantenimiento frente a un diseño de concreto armado que viene siendo más costoso en su ejecución pero en el mantenimiento el costo es menor porque no es muy constante.

Villar (2015) “**Comparación del comportamiento estructural de muros de contención en voladizo y con contrafuertes**”. El **objetivo** de esta investigación es de demostrar la comparación de respuesta estructural de los muros de contención en voladizo con los muros de contención con contrafuertes sometidos a las mismas solicitaciones de carga y condiciones de terreno, de lo cual se obtuvo como resultado que los desplazamientos máximos laterales de los muros de contención en voladizo fueron mayores que de los muros de contención con contrafuertes. Llegando a la conclusión como los muros de contención en voladizo pues presentaron menores desplazamientos, esfuerzos internos y momentos de volteo en todas las alturas analizadas y que los muros de contención con contrafuertes presentan un mejor comportamiento estructural que.

Raichuín (2012). “**Implementación de los manuales para realizar auditorías en seguridad vial en un tramo de la ruta 257 CH en la región de Magallanes y Antártica Chilena**”. Tiene como **objetivo** implementar y aplicar dos manuales para realizar auditorías en seguridad vial: uno es el Manual de Carretera Vol. 6 y el otro es el Manual Guía para realizar Auditorías en Seguridad Vial de la Comisión Nacional de Seguridad del Tránsito (CONASET), teniendo como **resultados** se lograr aplicar los dos manuales propuestos en el trabajo en varias condiciones climáticas, dejando en claro que las preguntas son completamente compatibles con las vías existentes en la XII región de Magallanes y Antártica Chilena; y se confeccionó una lista donde se identificaron los problemas que existen en la vía.

Pesántez, (2014). “**Propuesta para la implementación de estaciones de peaje en el proyecto ruta viva 'Vía de integración de los valles' y conexión al nuevo aeropuerto de Quito**”. Tuvo como **objetivo** de analizar una metodología para aplicar en “Vía de Integración de los Valles” implementando estaciones de peaje en el proyecto Ruta Viva y conexión al nuevo Aeropuerto de Quito, que permita la operación y mantenimiento de dicha infraestructura teniendo como **resultados** el sistema de peaje con tecnología *Free Flow* para el Proyecto Ruta Viva es eficiente para el tiempo horizonte de estudio (2015-2030), con 12 pódicos, ubicados a lo largo de la vía.

Panadero (1014). “*Nueva disposición de sistemas de contención de vehículos en medianas de autovía*”. Tiene como **objetivo** de analizar las ventajas y limitaciones que se puede encontrar disponible en la barrera próxima al eje de la mediana sobre cómo actúan los vehículos, al circular por la mediana y mostrando la instalación producida en la obra de la autovía A-40, Tramo: Villarrubia de Santiago-Santa Cruz de la Zarza, resaltando los contenidos más llamativos y novedosos, para que se puedan plasmar y mejorar a los cursos relacionados y las normativas de aplicación, teniendo como **resultados** de que se incrementan las probabilidades de impedir accidentes, debido a que se halla distante de la calzada y como consecuencia de ello, el conductor vehicular que excede el espacio de la vía por somnolencia y/o distracción podría corregir su trayectoria con anterioridad a la colisión con la barrera.

Cañas (2016). “*Diseño de una nueva barrera continua de hormigón in situ*”. Este proyecto trata de evitar que los vehículos se salgan de las vías de la carretera, cuyas consecuencias pueden ocurrir en persona con heridas graves o mortales. Tiene la finalidad que a través del sistema de contención rígida se pueda minimizar esta clase de accidentes se disponen, para ayudar a redirigir o amortiguar los despistes del vehículo de la vía. Además, ayudando a corregir dicha errores siendo imprescindible un correcto acondicionamiento de la carretera en todos los sentidos y de la colaboración de todos los actores implicados. A causas de lo imprescindible que son los accidentes tiene como **objetivo** de disminuirlos en el año 2010, a nivel europeo, se redactó la norma EN 1317 que clasifica los sistemas de contención en 3 clases (A, B y C) según su nivel de severidad de impacto. Teniendo como **resultado** de obtener dos perfiles de barrera de hormigón in situ de clase B. Estas dos soluciones han sido posibles gracias a la obtención de la mejor forma geométrica de perfil propuesta y de recurrir a varias medidas que conducen a un aumento de la deflexión dinámica de la barrera. Además,

las dos barreras son resistentes frente al impacto de un vehículo del ensayo TB11 con factores de seguridad por encima de dos.

Bravo y Vintilla (2015). *“Análisis de barandas de seguridad en carreteras de la provincia del Azuay”*. Tiene como **objetivo** de realizar un análisis de las barandas de seguridad en carreteras de la provincia del Azuay, con la finalidad de determinar si estos elementos de seguridad cumplen o no con los requerimientos establecidos en la norma técnica ecuatoriana de fabricación”. Teniendo como **Resultados** mediante un análisis físico-visual, se determinaron y verificaron las medidas de los elementos de la baranda de seguridad seleccionada; se puede concluir que de acuerdo a la normativa ecuatoriana vigente INEN2473:2013, el barandal no cumple con los requerimientos dimensionales establecidos; el alto de la sección transversal tiene una medida nominal de 340 mm, muy por encima de los 311 mm, con tolerancia de ± 15 ; la altura de sujeción con respecto al suelo es de 604 mm, diferente a los 460 mm establecidos en la norma.

Freitas (2016). *Dispositivos de Segurança em Infraestruturas Rodoviárias Critérios de Aplicação*. Tiene Como **objetivo** de promover una infraestructura más segura capaz de reducir la gravedad de. Se pretende, por lo tanto, seleccionar e implementar los dispositivos correctamente, teniendo siempre en cuenta de definir criterios para la aplicación de dispositivos de seguridad asociados con infraestructuras viales es esencial. Teniendo como **Resultado** el análisis de la documentación nacional y otros países europeos. Esta información se complementó con la observación de casos prácticos, situaciones en la red vial nacional, donde se registraron los dispositivos.

Prasanna (2013). *“Dynamics and safety assessment of a truck impact onto various types of roadside concrete barriers on curved roads”*. Teniendo como **objetivo** de realizar un estudio es analizar el desempeño de seguridad del diseño de la barrera desplegado en los caminos de las carreteras. Al tener muchos diseños diferentes de carreteras, es imposible tener un tipo similar de barreras en las carreteras en todos los lugares. Algunas barreras funcionarán mejor en diseños de carreteras particulares y otras no. Por lo tanto, aquí se realiza un estudio detallado para analizar y documentar el comportamiento de los vehículos después del impacto en diferentes tipos de barreras de diseño en diferentes condiciones de la carretera. Se realiza un análisis de elementos finitos utilizando el código de elementos finitos (FE) LS-DYNA con una herramienta de modelado HYPERMESH. Los resultados analíticos de la simulación se comparan con los resultados de las pruebas de la literatura. A

continuación, se estudia la influencia de muchos parámetros diferentes, como la curvatura de la carretera, la pendiente en el diseño de la barrera, la velocidad del vehículo, etc., en la seguridad de los ocupantes. Los **resultados** de este estudio indican que a pesar de que el diseño de la barrera de Nueva Jersey aumenta la elevación del vehículo y la velocidad de impacto de los ocupantes, se asegura de que el vehículo no salte de la barrera y entre al otro lado del tráfico. El estudio también identifica que el ángulo de impacto es más crítico que la curvatura de la carretera.

Silva (2017). *Segurança Rodoviária – Legislação e Boas Práticas em Meio Urbano*. Tiene como **objetivo** es la aplicación de metodologías de intervención en infraestructura. La información descentralizada es uno de los factores que también contribuye a la aplicabilidad limitada de la legislación. En consecuencia, no tiene sentido recopilar y catalogar legislación y guías de buenas prácticas sobre movilidad y movilidad segura. La movilidad en áreas urbanas considera varios factores, tales como: gestión territorial, usuarios vulnerables, señalización, movilidad eléctrica, vigilancia, campañas de sensibilización y varios otros factores. Con el **resultado** de que en el lugar donde la construcción de toda la información legislativa y bibliográfica para los centros de recolección, a través de la plataforma de consulta accesible, las garantías, el SER qua favor o la razón para investigar y / o declarar a través del usuario asumió el control.

Cobeñas (2012). *“Sistemas de Contención Vehicular”*. Tiene como **objetivo** de analizar las diversas maneras que existen los sistemas de contención vehicular para que la seguridad hacia las vías sea mayor y causar menores lesiones a los conductores y a los ocupantes que se encuentran en los vehículos. Para tal motivo, se realizó una revisión de Manuales de Diseño, Recomendaciones y Normas Internaciones. Teniendo como **resultados** el terminal abatido y esviado, explicitado en la Norma Peruana (MTC, 2008), se emplea en tramos específicos de la Panamericana Sur, sitio en el que se han realizado algunas modificaciones parciales o se han cambiado los guardavías durante el transcurso de los últimos años. No obstante, el resto de las barreras de seguridad solamente poseen terminales “cola de pez”. Estas se encuentran mal utilizadas, por el caudal de tránsito en doble dirección que tiene la carretera en cuestión.

Garrafa (2012). *“Evaluación de Riesgos en el Transporte Ferroviario de Sustancias Químicas Peligrosas en Zonas Urbanas de Lima y Callao. Primera Respuesta de Emergencia”*. Tiene como **objetivo** de poder precisar el nivel de riesgo en el transporte

ferroviario de sustancias químicas peligrosas en zonas urbanas de Lima y Callao, según el método de identificación de peligros”. Teniendo como resultados en función de la evaluación IPER, se ha constatado que aquellas tareas efectuadas en las operaciones del transporte ferroviario tienen un 9 % de nivel de riesgo importante. Además, se verificaron 3 riesgos de carácter crítico. El primero de ellos, específicamente, en el tramo en ruta, producido por descarrilamientos. Ello se debe a diversas fallas operacionales, intrusiones vehiculares y peatonales. Por su parte, el segundo riesgo reside en la imprudencia de los conductores y peatones. Por último, el tercero se refiere a la inspección de unidades férreas que se han descarrilado.

Castillo (2013). “*Análisis de Riesgo de Seguridad Vial en la nueva carretera Costanera en el tramo Pueblo Nuevo (Ciudad de Ilo) - Fundición. Southern Peru Copper Corporation (SPCC)*”. Tiene como **objetivo** de identificar los peligros y determinar los niveles de riesgo de Seguridad vial en la nueva carretera Costanera en el Tramo Pueblo Nuevo, Fundición. Teniendo como **resultados** de a partir de la evaluación inicial, se verifica que el 64 % constituye riesgos de bajo nivel de peligrosidad; el 32 %, nivel moderado; y solamente, el 4 % implica riesgos de alto nivel. Es importante mencionar que los riesgos bajos están relacionados con problemas en las vías; los moderados con factores, tanto ambientales, así como vehiculares. Por otro lado, dos moderados y un riesgo alto están vinculados con el factor humano.

Directiva N° 007-2008-mtc/02 Sistema de contención de vehículos tipo barreras de seguridad. Tiene como **objetivo** de diseño, uso, instalación y mantenimiento de los sistemas de contención de vehículos del tipo barreras de seguridad. Aporta a la sociedad con los sistemas de contención de vehículos que sean aptas para cubrir las necesidades de los transportistas.

Aportes significativos que construyeron el concepto de la cantidad de movimiento lineal desde los griegos hasta el siglo XVII. La mecánica clásica viene ase unos de los problemas más estudiado, surgiendo de los vehículos automovilísticos que genero el concepto de la cantidad de movimiento. La clasificación de los conceptos físicos se generó gracias a las muchas discusiones y experiencias. Para el impulso y la cantidad de movimiento se dio hace muchos años atrás buscando soluciones a los vehículos que impacta, tomando en cuenta su masa, su velocidad y ángulo de impacto, para poder saber la fuerza de reacción que tendrá para que pueda absorber la energía impactada.

Para el desarrollo del impacto vehicular se basará a través de las normativas y las fichas técnicas de los vehículos para poder obtener las capacidades de carga siendo los datos como la masa y la velocidad.

La norma UNE 1317, viene hacer una norma europea que se basa en la especificación de los métodos de ensayo de impacto y para los criterios que debe cumplir el producto de sistema de contención para carreteras; exponiendo una serie de requisitos para el comportamiento ante impacto de las barreras de seguridad como las clases de contención, anchuras de trabajo, intrusión del vehículo y niveles de severidad del impacto; detallando los requisitos para el comportamiento de los atenuadores de impactos con los vehículos (Chang. 2010, p. 15).

En la tabla N° 2 se podrá apreciar los tipos de vehículos determinadas por clases sostenido a través de las condiciones de ensayos para el impacto, que en su generalidad se considera tres tipos de vehículos como los ligeros, autobuses y articulado. Así mismo En la tabla N° 3 se aprecia los ensayos realizados según el tipo de vehículo específico por su velocidad, ángulo de impacto y su peso.

Tabla 02. *Clases y tipos de vehículos*

Clase	Tipos de vehículo	Condiciones del ensayo de choque		
		Masa del vehículo (kg)	Velocidad (km/h)	Ángulo (°)
L1	Ligero	1500	80	20
L2			110	
M	Autobús	13000	70	
P	articulado	38000	65	

Fuente: aplicación del grupo de normas une en 1317 y marcado ce, para el lanzamiento de una nueva gama de sistema de contención de vehículos de hormigón prefabricado.

Tabla 03. *Ensayos según el tipo de vehículo*

Ensayo	Velocidad de impacto (km/h)	Ángulo de impacto	Peso del vehículo	Tipo de vehículo
TB 11	100	20	900	Coche
TB 21	80	8	1 300	Coche
TB 22	80	15	1 300	Coche
TB 31	80	20	1 500	Coche
TB 32	110	20	1 500	Coche
TB 41	70	8	10 000	Vehículo rígido pesado
TB 42	70	15	10 000	Vehículo rígido pesado
TB 51	70	20	13 000	Autobús
TB 61	80	20	16 000	Vehículo rígido pesado
TB 71	65	20	30 000	Vehículo rígido pesado
TB 81	65	20	38 000	Vehículo articulado pesado

Fuente: aplicación del grupo de normas UNE en 1317 y marcado ce, para el lanzamiento de una nueva gama de sistema de contención de vehículos de hormigón prefabricado.

En la tabla N°4, se podrá apreciar la severidad de los accidentes indicando los tipos de ensayos según el orden de circulación 321 de 1995, realizando las recomendaciones sobre sistema de contención de vehículos y norma técnica UNE 1317.

Tabla 04. Severidad de accidente según la norma une 1317

Tipos de accidentes	OC 321/95	EN 1317-2	Parámetros de ensayos
Muy grave	P	H4b	Camión articulado 38,000 kg
			65 km/h
			20°
Grave	M	H2	Autocar 13,000 kg
			70 km/h
			20°
Normal	L1	N1	Turismo 1,500 kg
			80 km/h
			20°
	L2	N2	Turismo 1,500 kg
			110 km/h
			20°

Fuente: aplicación del grupo de normas UNE en 1317 y marcado ce, para el lanzamiento de una nueva gama de sistema de contención de vehículos de hormigón prefabricado.

En el gráfico de energía cinética y el nivel de contención se puede apreciar que el nivel de contención de la norma UNE1317 y la norma americana NCHRP350 siendo el más crítico más crítico el ensayo H4b la cual no llega el a la capacidad que se va a utilizar en este proyecto pero sostiene como referencia de la figura N° 6.

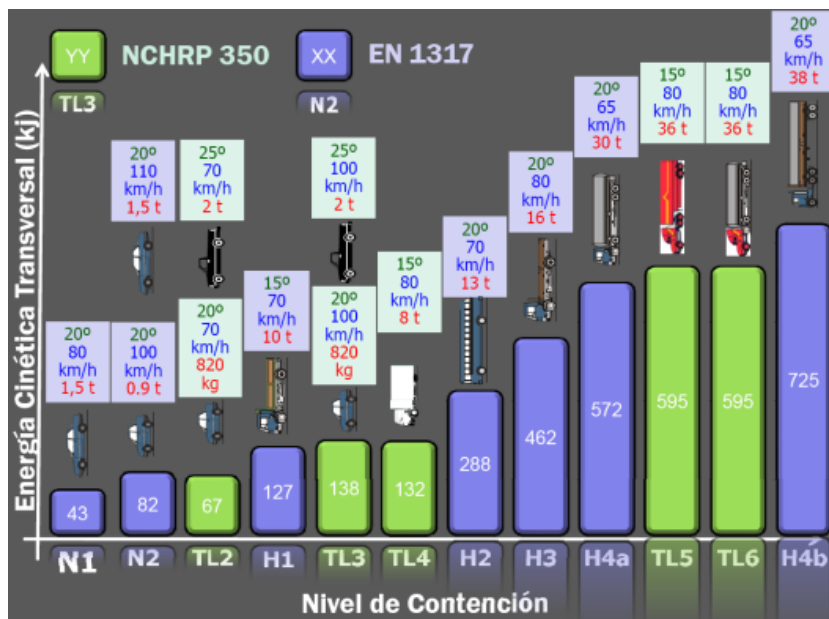


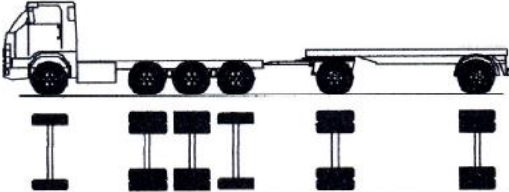
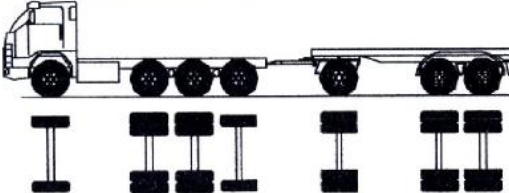
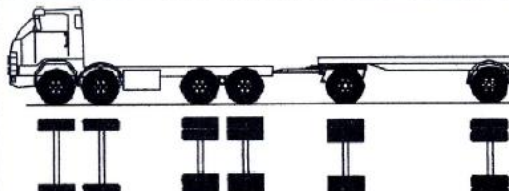
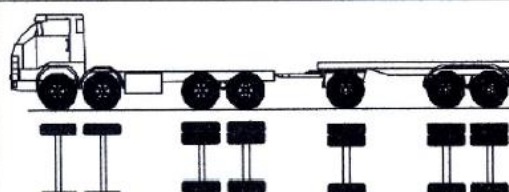
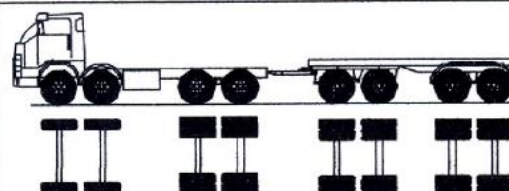
Figura 6. Energía cinética y el nivel de contención.

Fuente: Metodología para el diseño y colocación de barreras de protección.

Los vehículos de alto tonelaje están diseñados mayormente para zonas mineras o proyectos de construcción, que cumplen la función de transportar materias con gran capacidad de carga. Se analiza el tipo de vehículo que transita por la zona de estudio resaltando su peso propio del vehículo y su peso neto. En el desempeño del vehículo se va a basar por su velocidad haciendo referencia cuando se encuentra en vehículo sin carga y cuando se encuentre cargado.

En la tabla N°5, de peso y medidas de los vehículos que señala el reglamento nacional de vehículos, podemos resaltar los pesos brutos máximos de cada vehículo según la cantidad de ejes, que se puede considerar en los vehículos que se toman como ensayo del proyecto.

Tabla 5. Pesos y medidas.

Configuración vehicular	Descripción gráfica de los vehículos	Long. Máx. (m)	Peso máximo (t)				Peso bruto máx. (t)	
			Eje Delant	Conjunto de ejes posteriores				
				1º	2º	3º		4º
C4R2		23,00	7	23 ⁽¹⁾	11	11	---	48 ⁽²⁾
C4R3		23,00	7	23 ⁽¹⁾	11	18	---	48 ⁽²⁾
8x4R2		23,00	7+7 ⁽⁵⁾	18	11	11	---	48 ⁽²⁾
8x4R3		23,00	7+7 ⁽⁵⁾	18	11	18	---	48 ⁽²⁾
8x4R4		23,00	7+7 ⁽⁵⁾	18	18	18	---	48 ⁽²⁾

Fuente: reglamento nacional de vehículos.

En el cálculo de la fuerza de impacto está basado en el método experimental de Olson, Post y mcFarland creado en 1970 por Olson, Post y macfarland publicado en NCHRP Report 86, Tentative Service Requirements for Bridge Rail Systems se obtienen las fuerzas de impacto contra las barreras.

Las cargas de impacto vehicular aplicado en la mayoría de normativas y recomendaciones, dan valores para tener en cuenta esta la fuerza del vehículo que va hacer empleado sobre la barrera. Para esto se tendrán que determinar el componente transversal de la velocidad de impacto (V_n), se consideran se considera como dato a la velocidad del vehículo (v) y el ángulo de impacto (Θ), siendo aplicado en la siguiente formula.

$$v_n = v e * \sin \theta \quad \text{Ecuación (1)}$$

Para Guerra (2012, p. 54), en el Anejo C de dicho documento se dan las bases a modo informativo para cálculos dinámicos en el caso de cargas de impacto. En el caso de impactos sobre barreras de contención rígidas, es decir, esta se mantiene sin deformar durante el impacto, y el vehículo se deforma linealmente durante el choque. La siguiente expresión nos da la máxima fuerza en KN:

$$F_{max} = v * \sqrt{k * m} \quad \text{Ecuación (2)}$$

En la figura N° 7, se puede efectuar que (k) es la rigidez efectiva del vehículo, que se puede obtener entre el ratio de la fuerza y la deformación producida, siendo (m) la masa del vehículo y (v) la velocidad con la que circula los vehículos.

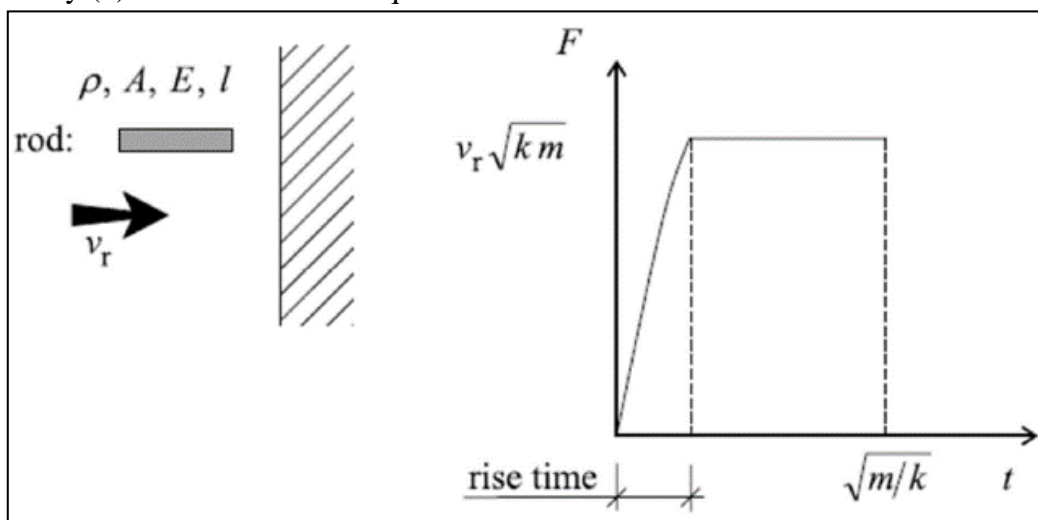


Figura 7. Diagrama de velocidad de aplicaciones de carga
Fuente. Proyecto, dimensionamiento de barreras de hormigón tipo new jersey.

Para poder obtener el dimensionamiento de la barrera se basó en la Norma Técnica Peruana 339.222:2008 Sistemas Viales de Contención de Vehículos, lo cual sostiene tres perfiles basados en la barrera New Jersey: el tradicional, el perfil F y el perfil mejorado. El perfil de la barrera New Jersey, está compuesto por tres tramos, cada uno de los cuales tiene una función específica en su comportamiento.

En la figura N° 8, se puede observar que en el tramo inferior es un plano vertical con una altura de 75 ± 10 mm, medidos a partir del nivel de la rasante (pavimento). Posteriormente a la colocación de una sobre capa en la vía, este tramo inferior puede incrementarse hasta una altura de 150 mm, sin que por ello modifique el comportamiento de los vehículos que chocan contra la barrera. Sin embargo, hay que tener en cuenta que cualquier reducción de la altura de este tramo por debajo de 65 mm puede alterar negativamente su comportamiento. Tramo intermedio: Es un plano de transición localizado inmediatamente sobre el tramo vertical. Tiene una inclinación de 55° con respecto a la horizontal, y unas proyecciones de 250 mm sobre la vertical y de 175 mm sobre la horizontal. Es favorable que esté unido al tramo interior mediante una transición circular de 200 mm de radio (Norma Técnica Peruana 339.222, 2008, p.3).

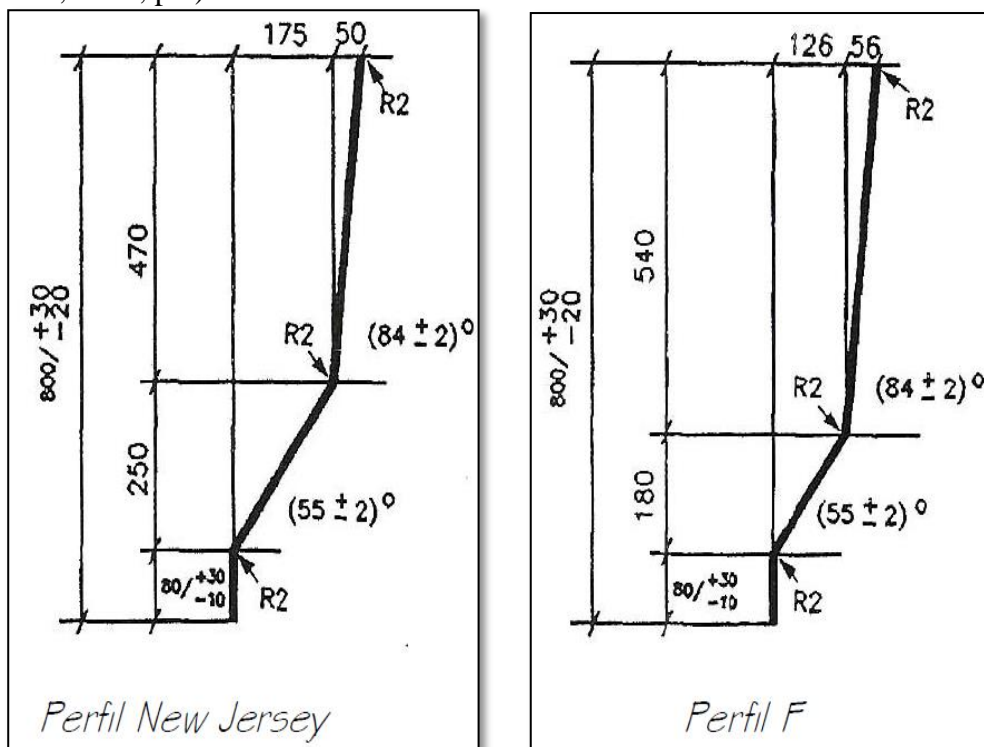


Figura 8. Dimensiones de barreras.

Fuente: Metodología para el diseño y colocación de barreras de protección

En la figura N° 9, se ve la diferencia entre los perfiles anteriores en el tramo superior, que es un plano que tiene una inclinación de 84° con respecto a la horizontal y se prolonga hasta completar los 800 mm de altura de la barrera sobre el nivel de la rasante. También resulta conveniente que esté unido al anterior mediante una transición circular de 200 mm de radio. (Norma Técnica Peruana 339.222, 2008, p.3).

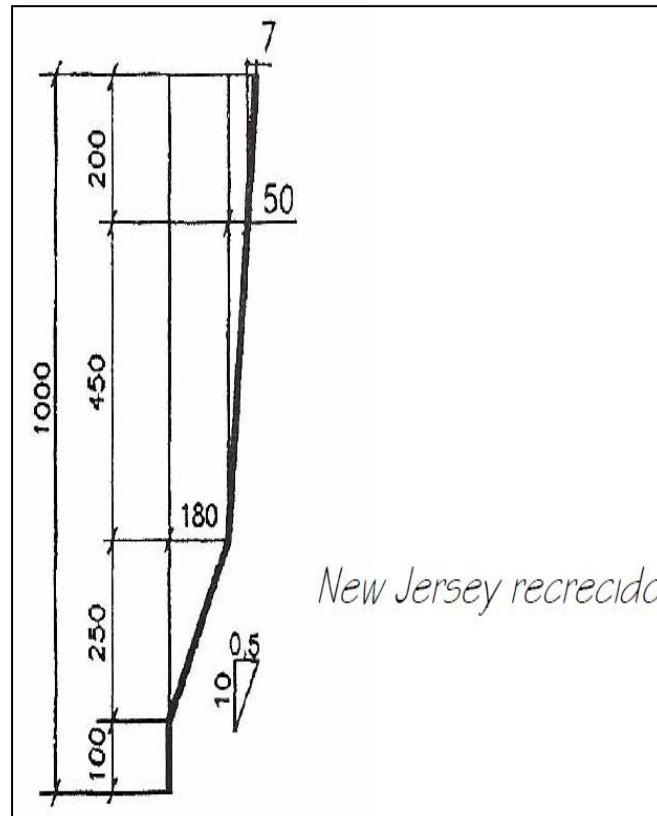


Figura 9. Dimensiones de barreras.

Fuente: Metodología para el diseño y colocación de barreras de protección

Al analizar el comportamiento de la barrera al momento del choque, la rueda frontal del vehículo se pone en contacto con la parte vertical, de 7,5 cm de altura, que tiende a frenar y enderezar el vehículo. La rueda asciende por la cara inclinada 55° , y una o ambas ruedas y el costado del vehículo son levantados hasta 26 cm por encima de la calzada. Esta elevación absorbe la energía del impacto y, equilibra el momento de vuelco mediante la compresión de la suspensión del vehículo. Con pequeños ángulos de impacto, esto sucede sin que la carrocería golpee la barrera. Si la velocidad del vehículo y el ángulo de impacto son suficientemente altos, la rueda continúa ascendiendo por encima del talud de 55° y se pone en contacto con la parte superior casi vertical de la barrera. Esto completa el frenado y el encauzamiento del vehículo, rediriéndolo al carril contiguo a la barrera, paralelamente a

ésta. De acuerdo con el esquema de interacción vehículo-barrera, una barrera con perfil New Jersey que sea adecuada en términos estructurales absorberá la energía producida durante el impacto y posteriormente encauzará el vehículo. Sin embargo, para que esto se realice de manera satisfactoria, los parámetros de la trayectoria del vehículo y la disipación de energía deben estar dentro de los límites permisibles para sus ocupantes. (Norma Técnica Peruana 339.222, 2008, p.4).

Las fuerzas que son generadas en el impacto contra una barrera generan una cantidad de energía cinética consecuentemente grande, para generar la eficiencia y que el vehículo sufra menores daños posible se requiere que la barrera absorba el impacto y disipe esa energía producida, lo que depende de la velocidad, el ángulo de incidencia y el peso del vehículo. Esta última se puede determinar realizando un cálculo de los componentes en las direcciones paralela y perpendicular a la barrera. En el proceso de la colisión que el vehículo no ha podido aplicar los frenos, el rozamiento que ejercerá paralela a la barrera producirá la disipación de la energía y de las llantas con el pavimento, la carrocería del vehículo que choca estará en contacto con la barrera hasta el momento en que éste sea encauzado, esto sucede en la mayoría de los diseños de barreras. (Norma Técnica Peruana 339.222, 2008, p.4).

En la segunda área de la barrera de concreto que contiene un ángulo de incidencia pequeños, en la colisión con el vehículo el único contacto puede ser el de la llanta delantera del lado correspondiente. Ha medida que ésta subiendo la llanta y cambia de dirección debido a la menor pendiente del tramo de transición, así va fluyendo la fuerza de fricción entre el vehículo y la barrera se origina

Cuando la barrera ejerce la retención del vehículo, el componente de la energía total perpendicular a la barrera deberá ser absorbida. Esto se lleva a cabo a través de la deformación elástica y plástica que pueda ocasionar en la barrera o en el vehículo. En este sistema rígido el impacto que es ejercido sobre la barrera no es absorbida en su totalidad, ya que el diseño que sostiene absorbe en pequeñas cantidades en su ficción como en el suelo, en su área intermedia y en el área superior con la carrocería ya que debe absorberse toda la energía producida.

En la actualidad el modo de rotura aceptado para una barrera de hormigón sometida al impacto de un vehículo se basa en las directrices planteadas, este cálculo de rotura se basa

en el método de las líneas de rotura, basándose en encontrar el valor de carga, mediante la suposición de una forma de rotura, que produce el fallo de la estructura.

En la figura N° 10, se presenta el patrón de rotura propuesto en ella se observa una rotura con forma triangular tomando dos líneas oblicuas simétricas que parten desde la base de la barrera hacia la coronación de la misma, cuyo centro coincide con el punto medio de la carga lineal uniformemente repartida (f_R) en coronación con una determinada longitud de aplicación (L_f). Asimismo, en la figura N° 11, se verán las direcciones de los momentos que se aplicarán en la barrera. (AASHTO LFRD, 2012, p. 1319).

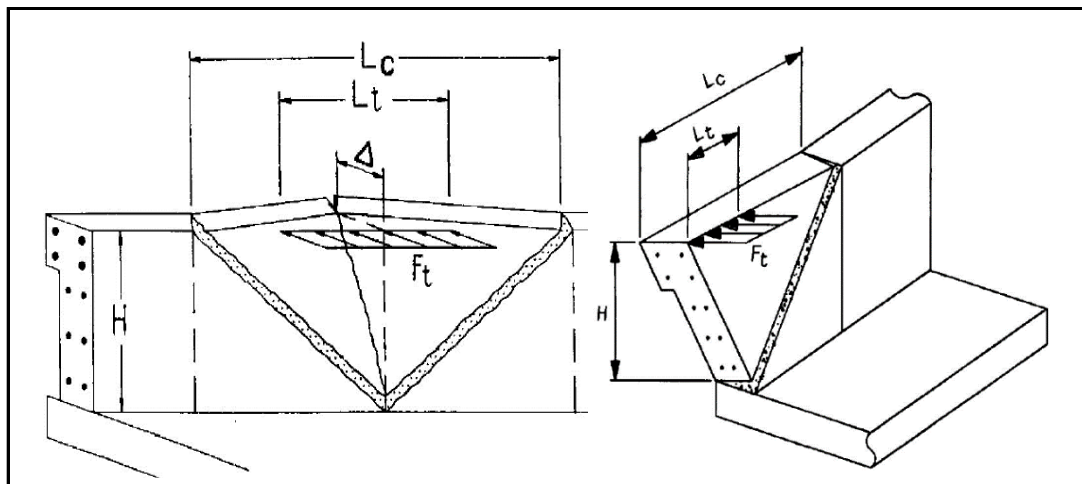


Figura 10. Análisis por líneas de fluencia de un muro de concreto para el impacto en un segmento 1.

Fuente: Metodología para el diseño y colocación de barreras de protección

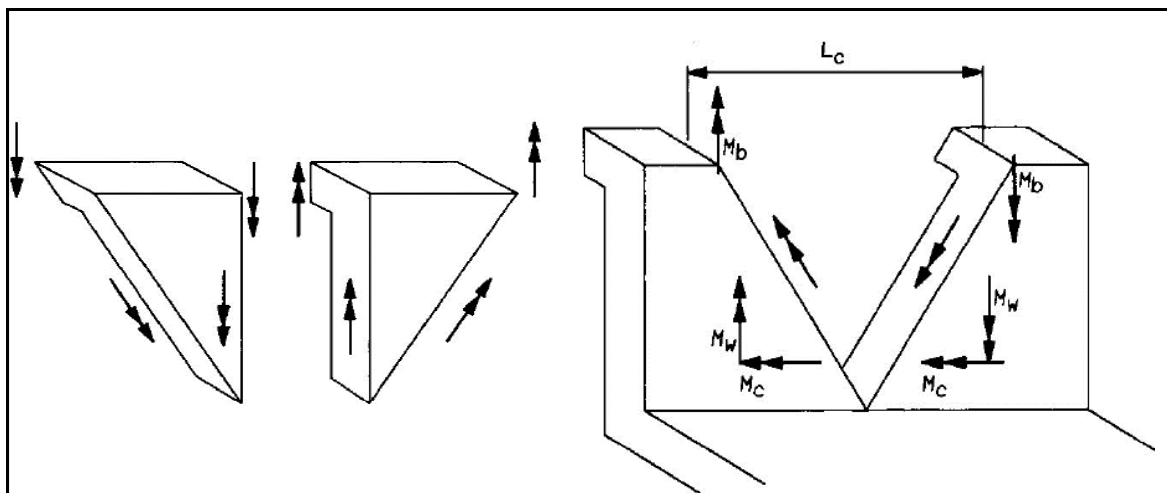


Figura 11. Análisis por líneas de fluencia de un muro de concreto para el impacto en un segmento 2.

Fuente: Metodología para el diseño y colocación de barreras de protección

En los criterios de selección para el nivel de ensayo contiene 6 niveles, la cual el diseño de la barrera se basa en el nivel 6 señalando que generalmente aceptable para aplicaciones en las cuales se anticipa la presencia de camiones tipo tanque o cisterna u otros vehículos similares de centro de gravedad elevado, particularmente cuando este tráfico se combina con condiciones desfavorables del sitio de emplazamiento.

En la tabla N° 6, veremos las especificaciones de diseño para barreras de concreto en las fuerzas de diseño para las barreras para tráfico vehicular en la referida Especificación AASHTO señala:

Tabla 06. Fuerza de diseño para las barreras de tráfico vehicular

Fuerza de diseño y simbología	Niveles de ensayo para las barandas					
	TL-1	TL-2	TL-3	TL-4	TL-5	TL-6
Transversal F_t (N)	60,000	120,000	240,000	240,000	550,000	780,000
Longitudinal F_l (N)	20,000	40,000	80,000	80,000	183,000	260,000
Vertical descendente F_v (N)	20,000	20,000	20,000	80,000	355,000	355,000
$L_t - L_l$ (mm)	1220	1220	1220	1070	2440	2440
L_v (mm)	5500	5500	5500	5500	12,200	12,200
H_e (min) (mm)	460	510	610	810	1070	1420
Mínima altura del riel H (mm)	685	685	685	810	1070	2290

Fuente: Metodología para el diseño y colocación de barreras de protección

Para las barreras o parapetos de hormigón armado y pretensado se pueden utilizar análisis por líneas de fluencia y diseño por resistencia. La resistencia nominal de la baranda frente a la carga transversal R_w , se puede determinar utilizando un enfoque por líneas de fluencia para impactos dentro de un segmento de muro:

$$R_w = \left(\frac{2}{2L_c - L_t} \right) \left(8M_b + 8M_w + \frac{M_c L_w^2}{H} \right) \quad \text{Ecuación (1)}$$

La longitud crítica de muro en la cual se produce el mecanismo de la línea de fluencia, L_c , se deberá tomar como:

$$L_c = \frac{L_t}{2} + \sqrt{\left(\frac{L_t}{2} \right)^2 + \frac{8H(M_b + M_w)}{M_c}} \quad \text{Ecuación (1)}$$

Donde (F_t) es la fuerza transversal actuando en la parte superior de un muro de hormigón que está en kilogramos, (H) es la altura del muro en la medida en metros, (L_c) es la longitud crítica del patrón de falla por líneas de fluencia en la medida en metros, (L_t) es la longitud

de distribución longitudinal de la fuerza de impacto en la medida en metros, (R_w) es la resistencia transversal total de la baranda que está en kilogramos, (M_b) es la resistencia flexional adicional de la viga acumulativa con M_w , si corresponde, en la parte superior del muro estando en logramos por metros, (M_c) es la resistencia flexional de los muros en voladizo respecto de un eje paralelo al eje longitudinal del puente (kg-m/m), (M_w) es la resistencia flexional del muro respecto de su eje vertical (kg-m/m). Para poder ser utilizados en las expresiones anteriores, M_c y M_w no deberían variar significativamente con la altura del muro. En otros casos se debería realizar un análisis riguroso mediante líneas de fluencia.

El análisis estructural tiene la función de contrastar los resultados de la resistencia se ha utilizado un programa comercial de elementos finitos SAP2000. Para realizar el análisis se ha considerado que la barrera esta empotrada en el suelo y lateralmente debido al efecto que hace la gran longitud de la misma. La longitud de estudio son 3 metros.

Los elementos que están en contacto con la carga se han considerado completamente elásticos. Se han utilizado elementos Shell de Riedlin-Mindlin, que tienen en cuenta la deformación por cortante, estos son especialmente útiles para este caso ya que la relación entre el canto y la altura de la barrera es muy pequeña.

El SAP2000 es un programa que ha sido creado para calcular de estructuras basándose a través del método de los elementos finitos (MEF). El nombre proviene de sus iniciales inglesas (Structural Analysis Program), que significa “Programa de Análisis Estructural”. El SAP2000 posibilita el desarrollo de interfaz gráfico 3D, el que está dirigido a objetos. Asimismo, se puede llevar a cabo integralmente la modelación, análisis y dimensionamiento de diversas problemáticas de ingeniería estructural. (Sap 2000 spain. 2015)

Los resultados del programa se basan a través del análisis lineal de los métodos lineales siendo los usados típicamente, ya que la precisión en los resultados de los análisis arroja valores aceptables. También el análisis dinámico que involucra el análisis de fuerzas, desplazamientos, velocidades y aceleraciones, que acontecen en una estructura o procesos como efecto de los desplazamientos y deformaciones que suceden a nivel estructural o del mecanismo. También el estudio del dominio de la frecuencia, el componente de barra, Shell (cáscara) y sólido, el dimensionamiento de hormigón, verificación de estructuras metálicas y dimensionamiento de armadura para componentes Shell.

Formulación del problema en función de la temática planteada, a continuación, se explicitarán los problemas de la investigación. Problema general: ¿Cuál es el diseño de la barrera de seguridad rígida para vehículos de alto tonelaje en la carretera Conococha - Yanacancha?

Teniendo como problemas específico ¿Cuáles son las cargas de impacto vehicular para el diseño de la barrera de seguridad rígida para vehículos de alto tonelaje?, ¿Cuál es el dimensionamiento de la barrera de seguridad rígida para vehículos de alto tonelaje? Y ¿Cuál es el comportamiento estructural de la barrera de seguridad rígida para vehículos de alto tonelaje?

La justificación de la presente investigación es de que la barrera de seguridad que existe en la zona de investigación no son las adecuadas para soportar a la capacidad de los vehículos que transitan, por ello se han generado muchos accidentes gran parte por vehículos que tienen una masa de 41 a 58 toneladas. Por ello generara un diseño de barrera de seguridad rígida de concreto armado para que pueda soportar el impacto de vehículos de tal magnitud y además que a pesar de que soporta el impacto vehicular siga habilitado para su funcionamiento. Viene hacer un beneficio para evitar que los vehículos se salgan de la carretera salvaguardando las vidas de los tripulantes, disminuyendo los daños que puedan ocurrir en el accidente. También disminuye la deformación de los vehículos generando menos costo en su reparación y volviendo estar habilitado para su funcionamiento.

Desde la perspectiva teórica, se pudo conocer a mayor profundidad del tema que respecta a las barreras de seguridad para poder generar un nuevo diseño a través de la fuerza de impacto basándose por la norma europea UNE 1317, a través del euro código 1 anejo C, realizado a través de muchos ensayos a escala real. El modo de rotura de la barrera basándose en la proposición de nuevo diseño siguiendo como guía a la norma técnica peruana 339.222:2008, después sometiendo a un cálculo de resistencia de concreto armado basándose en norma AASHTO.

En la justificación practica basándose en los objetivos de estudio realizados por las normas, se podrá obtener las fuerzas de impacto de los vehículos, después poder plantear un nuevo diseño de barrera para poder saber su resistencia, haciendo ajustes para sea optima ante la fuerza de impacto y luego simulándolo en un programa de elementos finitos y poder saber su comportamiento de la estructura.

Con respecto a la justificación económica, esta investigación influye a que los vehículos de alto tonelaje no se deformen en gran manera, ya que la barrera absorberá la fuerza de impacto reduciendo pedias humanas y materiales. En otra parte las barreras de concreto armado se diseñarán para que cuando sufra el impacto la barrera siga en funcionamiento disminuyendo los gastos en mantenimiento muy seguido.

Respecto a la justificación ambiental la barrera al no permitir que los vehículos no se despisten ocasionando terribles accidentes produciéndose un incendio viéndose perjudicado la atmosfera y la flora.

Hipótesis general: El diseño de barrera de seguridad rígida es óptimo considerando la capacidad de carga crítica para vehículos de alto tonelaje en la carretera Conococha – Yanacancha.

Como hipótesis específicas: Las cargas críticas de impacto vehicular determinan el diseño óptimo de la barrera de seguridad rígida para vehículos de alto tonelaje, A través del dimensionamiento se determina el diseño óptimo de la barrera de seguridad rígida para vehículos de alto tonelaje y por último la barrera de seguridad rígida tiene un comportamiento estructural optimo considerando en el diseño la capacidad de carga critica de vehículos de alto tonelaje.

Objetivo general: Diseñar barrera de seguridad rígida para vehículos de alto tonelaje en la carretera Conococha – Yanacancha.

Objetivos específicos: Determinar las cargas de impacto vehicular para el diseño de barrera de seguridad rígida para vehículos de alto tonelaje, determinar el dimensionamiento de la barrera de seguridad rígida para vehículos de alto tonelaje y analizar el comportamiento estructural de la barrera de seguridad rígida para vehículos de alto tonelaje.

II. MÉTODO

2.1 Tipo y diseño de investigación

Tipo de investigación

Este análisis es aplicativo y tiene como objetivo alcanzar la identificación de una problemática y la determinación de una solución. Ello, teniendo en cuenta la realidad del problema siendo los accidentes provocados por los despistes de los vehículos pesados produciendo que los vehículos se salgan de la carretera ocasionando accidentes mortales y pérdidas materiales. Determinando un nuevo diseño de barrera para que pueda absorber el impacto y haciendo que los vehículos se re direccionen.

Diseño de la investigación

Para la presente investigación, se procede a emplear el diseño experimental de tipo cuasi experimental, aplicada y transversal, demostrando la existencia de la relación que existe entre las dos variables.

Hedrick (1993) menciona: La realización del diseño de investigación de manera experimental se llega a manipular las variables en donde la investigación generalmente es de forma cuantitativa. (p.58).

El propósito principal es lograr la identificación de los accidentes, las zonas más críticas de ocurrencia y los tipos de vehículos que transitan por la zona de estudio para poder diseñar la barrera por el cálculo de resistencia y se simulará en el software para determinar su comportamiento estructural.

Enfoque de la investigación

El enfoque con respecto a la tesis fue de forma cuantitativo siendo que la investigación se basó en el empleo de resultados en base a números y estudios. Según Hernández (2014) infiere que: Una investigación de forma cuantitativa realiza la aplicación de apuntes, y justificación con referencia a evaluaciones numerales, con objetivo de demostrar nuevas leyes (p.18).

Nivel de investigación

La tesis mantiene el nivel de investigación de manera correlacional-experimental porque se relacionaron la variable dependiente e independiente y el empleo de diversos ensayos a través de fórmulas creados por diversos ensayos para la obtención de los resultados. Al

respecto Hernández (2014) señala: Una investigación de forma correlacional significa que tiene relación entre dos temas o variables con muestras o condiciones específicas (p.95).

2.2 Operacionalización de las variables

Vehículos de alto tonelaje

El transporte de material excavado, agregados y materiales de construcción, así como la movilización a obra de otros equipos, son trabajos exigentes que estas unidades pueden cumplir eficientemente, debido a que cuentan con un diseño estructural robusto y altas velocidades tanto en carretera como en trocha. Y es que el uso de camiones volquetes como una unidad de transporte primario proporciona un alto grado de flexibilidad, soporte y rendimiento en las condiciones más difíciles.

Diseño de la barrera de seguridad rígida

Toda estructura suficientemente rígida para no deformarse de manera substancial, ante el impacto vehicular de la clase para la que fue diseñada.

La barrera de seguridad rígida está diseñada para soportar el impacto vehículos pesados más crítico y poder re direccionar en su trayecto.

Tabla 07: Operacionalización variables

Diseño de barrera de seguridad rígida para vehículos de alto tonelaje en la carretera Conococha - Yanacancha, Ancash – 2019.

VARIABLES	Def. Conceptual	Def. Operacional	Dimensiones	Indicadores	Metodología de la investigación
Variable independiente	Los vehículos de alto tonelaje están diseñados mayormente para zonas mineras o proyectos de construcción, que cumplen la función de transportar materias con gran capacidad de carga.	Las capacidades del vehículo de alto tonelaje se basarán por su ficha técnica de fabricación.	Capacidades de carga	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Peso ➤ Desempeño (velocidad) 	Método: Método científico
Vehículos de alto tonelaje					Enfoque: Cuantitativo
Variable dependiente	Toda estructura suficientemente rígida para no deformarse de manera substancial, ante el impacto vehicular de la clase para la que fue diseñada.	El diseño de la barrera se obtendrá a través del impacto vehicular para calcular la resistencia y el dimensionamiento y ser verificado a través de programas de elementos finitos.	Cargas de impacto vehicular	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Masa ➤ Velocidad ➤ Angulo de impacto ➤ Longitud critica 	Tipo de investigación: Aplicada
Diseño de la barrera de seguridad rígida			Dimensionamiento de la barrera	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Cálculo de resistencia de la barrera 	Nivel de investigación: Explicativa
			Análisis estructural con software	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Resistencia a la compresión ➤ Resistencia de deflexión 	Diseño de investigación: Cuasi experimental

Fuente: Elaboración propia.

2.3 Población, muestra y muestreo

Población

En el espacio de la estadística su población en su mayoría es conocido también como universo poblacional, de lo cual esta integrados tales como persona, animales o cosas que tienen características comunes entre ellos, viniendo a ser un grupo de elementos finitos o infinitos (Valderrama, 2013, p.63)

Esta investigación está enfocada en diseñar barrera de contención en las zonas más críticas en la carretera Conococha – Yanacancha, ya que viene siendo una zona minera encontrándose la mina Antamina y la Unidad de Mineras Huanzala, la cual transportan materiales excavados siendo vehículos muy pesados.

Las zonas críticas que podemos encontrar en los siguientes tramos tal como es señalado en el plano de ubicación (ver anexo 03).

- Conococha – Yanacancha, Km 57+350m
- Conococha – Yanacancha, Km 61+520m
- Conococha – Yanacancha, Km 62+580m
- Conococha – Yanacancha, Km 62+970m

Muestra

La muestra fue basada seleccionando la zona más crítica y los vehículos de mayor transitabilidad y mayor capacidad de carga,

La zona seleccionada se encuentra en una altitud de 4564 msnm, con un pavimento rígido, en una curva, un radio aproximado de 14 a 16 metros, una pendiente de 16 a 18%, con un abismo de 40 a 50 metros aproximados y una zona de neblina que perjudica la visibilidad del conductor.

Muestreo

La presente investigación tuvo un muestreo de manera no probabilística ya que, se realizó con ensayos por diferentes tipos de vehículos la cual no se seleccionó al azar sino el más crítico que afectara más a la barrera. También la zona de estudio por las diferentes características que lo hace más vulnerable. La selección de los componentes no requiere de la probabilidad más bien del origen referente a la situación de la investigación. (Hernandez, 2010, p 176).

2.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad

Técnicas de recolección de datos

El problema: se verifico los accidentes que ocurrían en la zona minera por no contar con las barreras apropiadas ya que no soportaban la fuerza de impacto que ejercía el vehículo

Barrera: se obtuvo información sobre las barreras de contención vehicular de la cual se puedo utilizar con guía para poder determinar el diseño por su dimensionamiento y por los tipos de material.

Tipos de vehículos: se verifico los tipos de vehículos que transitan por la zona de estudio, porque es un dato fundamental para poder determinar su capacidad de masa según su ficha técnica y poder determinar su fuerza de impacto.

También se tomó la bibliografía de trabajos, tesis y papers con investigaciones similares y las Normas Europeas UNE-EN 1317, la Norma Técnica Peruana 339.222: 2008. Barreras de concreto pre fabricados y la norma ASSHTO de ingeniería de seguridad vial.

La recopilación de datos y muestras de las actuales barreras de seguridad, existentes en la ruta Cono cocha – Yanacancha, se hará a través de observación, que incluye fotos, formatos y tablas.

Instrumento de investigación

Para adquirir los resultados y resolver las problemáticas planteadas en la investigación se realizaron ensayos en el cálculo de impacto vehicular con los datos de recolección de vehículos de mayor transitabilidad y mayor carga crítica. Se realiza una propuesta de diseño de barrera considerando sus alturas, sus ángulos de inclinación y la longitud permisible de la parte superior. A través de la norma ASSHTO se realiza el cálculo de resistencia del concreto armado para después poder determinar su comportamiento de la estructura a través del programa de elementos infinitos.

Se utilizaron las siguientes técnicas de campo:

1º. Cálculo de impacto vehicular:

Al realizar el cálculo de impacto vehicular se tuvo que guiar a través de la norma ENU 1317, el tipo de cálculo guiado por anejo c euro código 1, utilizando los datos como masa, velocidad y Angulo de impacto.

2º. Diseño de la barrera:

Se realiza una propuesta de diseño de barrera considerando las dimensiones, sus ángulos de pendientes, el coeficiente de concreto y la distribución del acero.

3º. Cálculo de diseño:

Se realiza el cálculo de diseño en la barrera de seguridad rígida de concreto armado, teniendo en cuenta el modo de rotura para el cálculo de compresión

4º. Simulación:

Después de haber obtenido el diseño óptimo, según sus dimensiones y la resistencia de carga de impacto, se realizará la simulación a través del programa Sap2000. Así, se modelará la barrera de contención vehicular.

Instrumento de recolección de datos

Para poder medir la variable Riesgos de accidentes en carretera, se utilizó una ficha técnica que mantiene las verificaciones de los riesgos, un formato en donde se registran los accidentes ocurridos en la zona que se está siendo evaluada.

Para medir la variable Barreras de seguridad rígidas para vehículos de alto tonelaje, se realizarán cálculos estructurales, teniendo en cuenta la norma UNE 1317, y el programa Sap2000 para llevar a cabo la verificación de su consistencia.

Validez del instrumento

La validez de la investigación viene hacer un proceso de forma primordial, en donde este tipo de validación influye dependiendo del instrumento que se empleó, como en el caso de este estudio es basado en ensayos a través de cálculos realizados por la norma europea UNE 1317 con el euro código 1 anejo C, para determinar el cálculo de impacto. A través de la norma ASSHTO calcular la resistencia de la barrera de concreto armado para determinar la resistencia a flexión alrededor de un eje vertical de la barrera, la resistencia en flexión alrededor de un eje longitudinal, la longitud crítica de la línea de rotura según el patrón de falla y la resistencia nominal a la carga transversal. Finalmente poder saber el comportamiento de la barrera y determinar su resistencia a presión y flexión. La cual se presente ante ingenieros civiles, siendo expertos en la materia que a través de la calificación se determinara cuan confiable es el instrumento del proyecto.

Confiabilidad del instrumento

En la tabla 8 veremos el nivel de validez de la investigación que se sostendrá a través de resultados óptimos y con claridad para brindarle consistencia al proyecto realizado. Así mismo en la tabla número 9 se ve el resultado obtenido a través de la calificación de los expertos que han realizado la observación del proyecto.

Tabla 08. Nivel de validez

NIVEL	VALIDEZ
0.81-1.00	Alta validez
0.61-0.80	Mediana validez
0.41-0.60	Moderada validez
0.21-0.40	Poca validez
0.00-0.20	No tiene validez

Fuente: elaboración propia

Tabla 09. Observación de expertos

Expertos ingenieros civiles	Opiniones de expertos
	Evaluación
José I. Benites Zúñiga	1
Ricardo Alfredo Guerra Coronel	1
Santos R. Padilla Pichen	0.85
PROMEDIO DE VALORIZACIÓN	0.95

Fuente: elaboración propia

El proyecto de investigación realizado, generó un grado de confiabilidad por expertos con el grado de ingenieros civiles con el promedio de 0.95 encontrándose en el nivel de 0.81-1.00 con alta validez considerando el proyecto de investigación apto para su desempeño.

2.5 Procedimiento

Se realiza el cálculo de impacto con los tres vehículos tomado como muestra para el ensayo con la norma EN 1317, a través del código europeo obtenido por los ensayos a escala real. Luego se realiza una propuesta de diseño de una barrera óptima, considerando las dimensiones, sus ángulos de inclinación, el coeficiente de concreto y la distribución del acero, procediendo a realizar el cálculo del diseño de la barrera estructural a través del módulo de rotura, análisis por líneas de fluencia y diseño por resistencia. Así mismo se realiza la simulación de la barrera en el programa de elementos finitos sap2000, para poder obtener resultados del comportamiento estructural de la barrera.

2.6 Métodos de análisis de datos

Como la investigación que se llevó a cabo fue de enfoque cuantitativo por lo mencionado anteriormente, se llevó a cabo en base a los análisis de datos que dio los resultados en los ensayos de impacto vehicular, determinando lo que significa estos resultados en la conclusiones respectivas, ya que viene siendo una investigación de forma experimental que tendrá como función de soportar el impacto vehicular más críticos y luego verificando su comportamiento en la resistencia de compresión y flexión.

2.7 Aspectos éticos

Para poder realizar el avance de la investigación, se hizo la recopilación de información y datos de personas que colaboran en la empresa Antamina; y se investigaron los accidentes ocurridos en la carretera Conococha –Yanacancha. Ello se realizó bajo los siguientes criterios:

- La privacidad de los trabajadores que colaboraron en la obtención la información fue respetada.
- Con la Norma ISO 690, se respetó los derechos de los autores citados.
- Se mantiene en confiabilidad de la información recopilada, ya que solamente se utilizó para el proyecto en cuestión.

III. RESULTADOS

3.1. Descripción de la zona de estudio:

Proyecto: “**Diseño de barrera de seguridad rígida para vehículos de alto tonelaje en la carretera Coccocha - Yanacancha, Ancash – 2019**”

Ubicación: se encuentra ubicado en la localidad de Conococha.

- Distrito : Recuay
- Provincia : Recuay
- Departamento: Ancash



Figura 12. Lugar de extracción del suelo.

Fuente: Google Maps

En la figura 12 se aprecia la zona del proyecto que contiene un área aproximadamente de 30m². Se encuentra ubicado a 57+300 metros de la localidad de Conococha con las coordenadas UTM de 8909240 N y 271487 E, con coordenadas geográficas de 9°51'40" S 77°05'03" O y una altitud de 4564 msnm. Las vías de acceso que conecta la carretera de Conococha conectan con las siguientes minerías. Así mismo en la figura número 13 se precian las conexiones que tiene la zona del proyecto a las empresas mineras.

- Tiene la conexión desde Conococha hacia la minería Antamina que cuenta con una longitud de 112 km
- Tiene la conexión desde Conococha hacia la unidad de minería de Huanzala que cuenta con una longitud de 74.8 km.



Figura 13. Lugar de extracción del suelo.
Fuente: Google Maps

Temperatura: Se encuentra con un clima de parcialmente nublado con 7°C

En la figura 14 se realiza la descripción de la carretera que pasa por el área del proyecto está realizada con pavimento rígido una calzada de 10m, dos carriles de 4m y dos arcenes de 1 m. Se encuentra ubicado en una zona peligrosa al transcurso de la curva cerrada con un radio aproximado de 12 a 14 m.



Figura 14. Lugar de extracción del suelo.
Fuente: Google Maps

Descripción vehicular:

La gran cantidad de vehículos que transitan en la carretera Conococha-Yanacancha son vehiculos de carga pesadas, debido a que son zonas mineras como Antamina y unidad de minería de Huanzala.

Vehículos pesados:

Mercedes-Benz Actros 3344K 6x4:

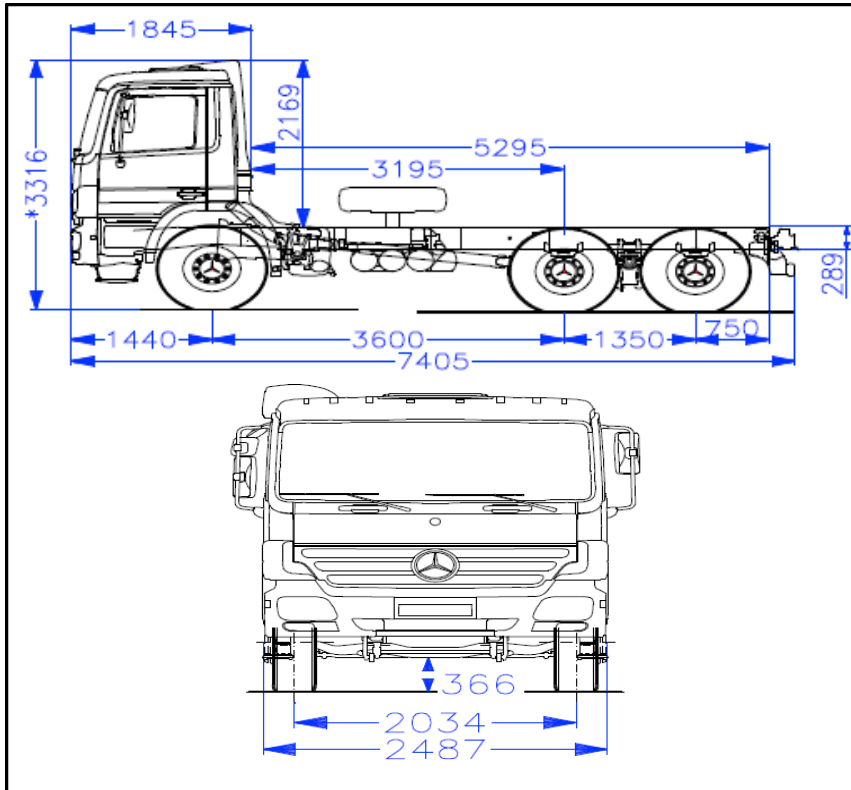


Figura 15. Longitudes del vehículo

Fuente: mercedes cad

En figura N° 15, encontramos la descripción longitudinal del vehículo seleccionado para la prueba de impacto tanto como su longitud y su ancho, pero lo más importante es la altura de la estructura que área contacto con la barrera que es 0.97 m, aproximado a un metro. Así mismo en la tabla N° 10, observamos si descripción de su peso.

Tabla 10. Capacidad de carga Mercedes Benz

Capacidad de carga: Mercedes-Benz Actros 3344K 6x4	
Peso de chasis	9 000 kg
Carga útil	32 000 kg
Capacidad técnica	41 000 kg

Fuente: mercedes cad

Scania P460 CB8x4 EHZ: vehículo utilizado para trabajos mineros

En la figura N°16, se encuentra el vehículo Scania que debido a su alta capacidad de carga, a su longitud, altura y un motor de alto poder con una transmisión de la misma marca puede soportar hasta 50 toneladas.



Figura 16. Scania P460 CB8x4 EHZ: Camión para trabajos en mina.
Fuente: Scania p460

Scania a pesar de contar con un gran poder en el motor también tiene un sistema de minimizar el consumo de combustible y un tanque de combustible de 200 litros mejorando su rendimiento en el tiempo y minimizando los costos. Cuenta con las suspensiones necesarias para soportar el peso de hasta 50 toneladas. En la parte delantera, la suspensión está compuesta por muelles parabólicos que resisten 18 Tn, mientras que posterior es del mismo tipo y soporta hasta 32 Tn, como podemos observar en la tabla N° 11.

Tabla 11. Capacidad de cargas Scania P460.

Capacidad de carga: Scania P460	
Peso de chasis	11 973 kg
Carga útil	38 027 kg
Capacidad técnica	50 000 kg

Fuente: Scania p460

Scania NTG-P 450:

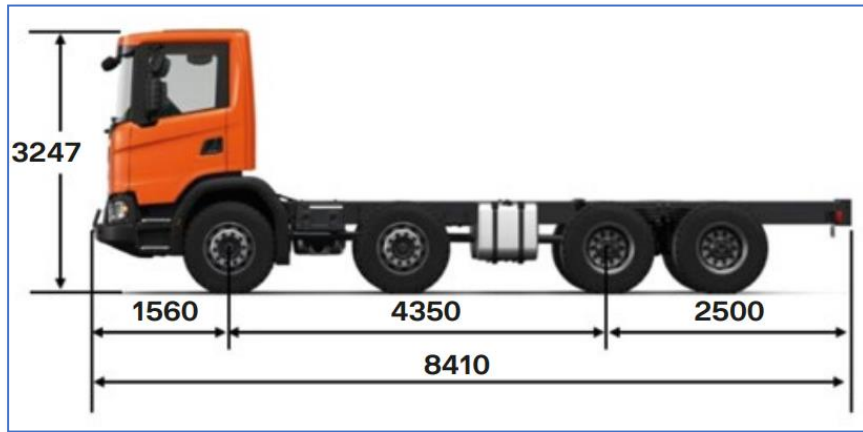


Figura 17. Longitud de Scania NTG-P 450

Fuente: Scania min.

En la figura N°17, encontramos al vehículo Scania NTG-P 450 que cuenta con sus dimensiones en su longitud y en su altura que también tiene su chasis principal se encuentra a una altura de 1m, ya que ella área el contacto con la barrera. Así mismo en la tabla 12 veremos sus descripciones de peso y capacidad de carga y en la figura 18 veremos su capacidad en la aceleración en potencia y torque, a través de un diagrama que señala un buen rendimiento.

Tabla 12. Capacidad de carga Scania NTG-P 450.

Capacidad de carga: Scania NTG-P 450	
Peso de chasis	12 600 kg
Carga útil	45 400 kg
Capacidad técnica	58 000 kg

Fuente: Scania min.

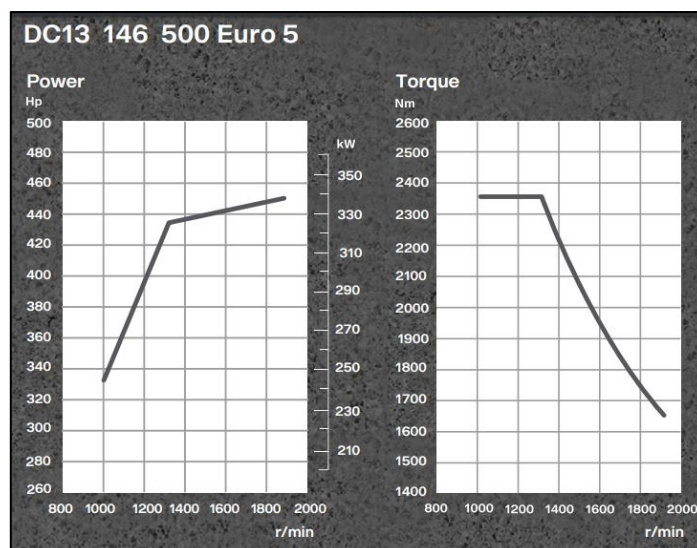


Figura 18. Potencia vehicular torque y en frenos

Fuente: Scania min.

3.2 Trabajos preliminares

Para la ubicación de la estructura del proyecto se tiene que tener en cuenta el tipo de suelo, su consistencia y su capacidad para poder soportar la estructura de la barrera, de tal manera se realizó una calicata, con personal y las herramientas necesarias para extraer la muestra como se muestra en la figura N°19.



Figura 19. Lugar de extracción del suelo.

Fuente: foto propia

En la figura N°20, se muestra la extracción de la muestra se tuvo que realizar la limpieza para una mejor área laboral, se realizó el trazo del área siendo de 1m², luego se comenzó la extracción de las tres muestras siendo de diferentes niveles, la primera de 0.5 metros, la segunda de 1 metro y ultima de 1.5 metros de altura, luego llevó al laboratorio para poder determinar la capacidad portante del suelo y ver su resistencia.



Figura 20. Lugar de extracción del suelo.

Fuente: foto propia

3.3 ANÁLISIS DE RESULTADOS:

3.3.1 Cargas de impacto vehicular para el diseño de barrera de seguridad rígida para vehículos de alto tonelaje:

Se realiza un ensayo para cada tipo de vehículo, teniendo en cuenta los datos necesarios para poder obtener la fuerza de impacto.

La velocidad crítica para los vehículos de alta capacidad de carga se obtuvo a través de la norma europea ENU1317 y la norma americana NCHRP 350, a través de sus ensayos realizados a escala real. Un que la ficha técnica del vehículo señala que cuando el vehículo se encuentra con su capacidad máxima adquiere el 40.8% de su velocidad máxima, pero al encontrarse el impacto del vehículo contra la barrera con una pendiente desfavorable su velocidad aumenta por lo cual estoy tomando la velocidad crítica según la norma.

El ángulo de impacto crítico es obtenido de la norma a través de los múltiples ensayos realizados a escala real. Tomando en cuenta su velocidad máxima y la carga, al aumenta el ángulo de impacto el vehículo tiende al volteo.

La capacidad del vehículo se obtuvo de las fichas técnicas de cada vehículo ya que las nomás no consideramos dentro de ensayos realizados, tal como se muestra en la tabla N°13.

ENSAYO # 1:

VEHÍCULO: Mercedes-Benz Actros 3344K 6x4:

Tabla 13. *Datos principales*

Nombre de datos	Símbolo	datos	Dato específico
Masa	m	41 Tn	41 000 kg
Velocidad	v	65 kn/h	18.055 m/s
Angulo	θ	20°	20°

Fuente: elaboración propia

a. Componente transversal de la velocidad de impacto:

Para poder determinar el comportamiento transversal de la velocidad de impacto se requiere la velocidad a máxima capacidad en metros por segundos y también el ángulo de impacto en su capacidad crítica.

$$\diamond V = 18.055 \text{ m/s}$$

$$\diamond \theta = 20^\circ$$

$$V_n = v_e * \sin(\theta)$$

$$V_n = 18.055 * \sin(20^\circ)$$

$$\mathbf{V_n = 6.175 \text{ m/s}}$$

b. Coeficiente de rigidez del vehículo:

Tanto v como m están normalizados por la norma EN1317, el problema está para encontrar la rigidez del vehículo, normalmente es difícil de encontrar la información de los vehículos. En este caso se ha optado por la curva que aparece, se trata de un vehículo utilitario Chrysler y tiene la siguiente forma:

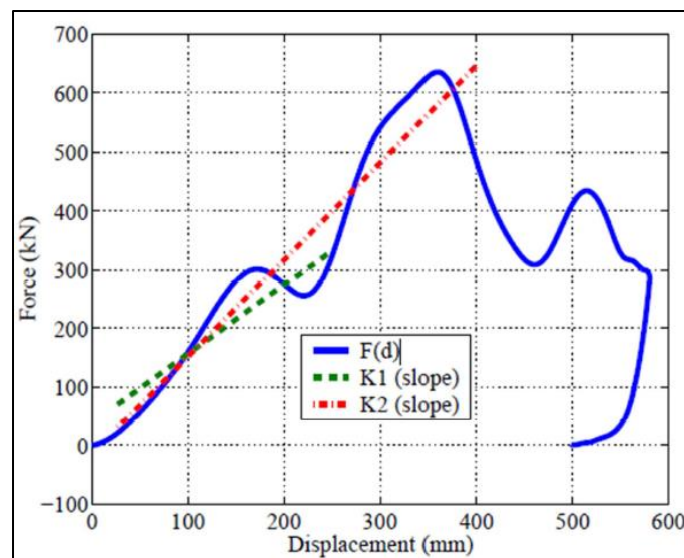


Figura21. Coeficiente de rigidez del vehículo.

Se utiliza de forma simplificada, que para cualquier desplazamiento que tengamos la pendiente es K1:

$$K1 = \left(\frac{\Delta f}{\Delta d} \right) = \frac{\text{KN}}{\text{mm}}$$

$$K1 = \left(\frac{\Delta f}{\Delta d} \right) = \frac{600 \text{ KN}}{380 \text{ mm}}$$

$$\mathbf{K1 = \left(\frac{\Delta f}{\Delta d} \right) = 1.5789 \frac{\text{KN}}{\text{mm}}}$$

c. Fuerza de impacto:

Para poder determinar la fuerza de impacto vehicular se requiere el componente transversal de la velocidad de impacto y el coeficiente de rigidez del vehículo.

$$m = 41\,000 \text{ kg}$$

$$V_n = 6.175 \text{ m/s}$$

$$K_1 = 1.5789 \text{ Kn/mm}$$

$$F_{max} = v * \sqrt{k * m}$$

$$F_{max} = 6.175 * \sqrt{1.5789 * 41\,000}$$

$$\mathbf{F_{max} = 1571.11 \text{ KN}}$$

ENSAYO # 2:

VEHÍCULO: Scania P460 CB8x4 EHZ:

Tabla 14. *Datos principales*

Nombre de datos	Símbolo	datos	Dato específico
Masa	m	50 Tn	50 000 kg
Velocidad	v	65 kn/h	18.055 m/s
Angulo	θ	20°	20°

Fuente: elaboración propia

a. Componente transversal de la velocidad de impacto:

Para poder determinar el comportamiento transversal de la velocidad de impacto se requiere la velocidad máxima en su máxima capacidad y también el ángulo de impacto en su capacidad crítica.

$$\diamond V = 18.055 \text{ m/s}$$

$$\diamond \theta = 20^\circ$$

$$V_n = v_e * \sin(\theta)$$

$$V_n = 18.055 * \sin(20^\circ)$$

$$V_n = 6.175 \text{ m/s}$$

b. Coeficiente de rigidez del vehículo:

Tanto v como m están normalizados por la norma EN1317, el problema está para encontrar la rigidez del vehículo, normalmente es difícil de encontrar la información de los vehículos. En este caso se ha optado por la curva que aparece, se trata de un vehículo utilitario Chrysler y tiene la siguiente forma:

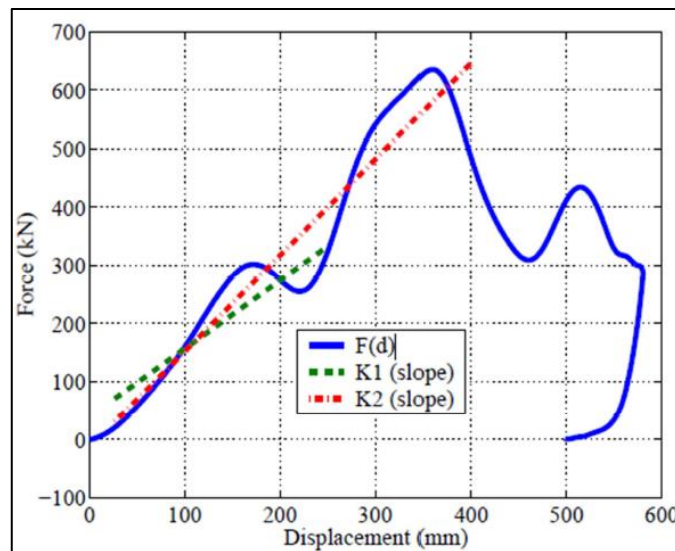


Figura22. Coeficiente de rigidez del vehículo.

Se utiliza de forma simplificada, que para cualquier desplazamiento que tengamos la pendiente es K1:

$$K1 = \left(\frac{\Delta f}{\Delta d} \right) = \frac{\text{KN}}{\text{mm}}$$

$$K1 = \left(\frac{\Delta f}{\Delta d} \right) = \frac{600 \text{ KN}}{380 \text{ mm}}$$

$$K1 = \left(\frac{\Delta f}{\Delta d} \right) = 1.5789 \frac{\text{KN}}{\text{mm}}$$

c. Fuerza de impacto:

Para poder determinar la fuerza de impacto vehicular se requiere el componente transversal de la velocidad de impacto y el coeficiente de rigidez del vehículo.

$$m = 50\,000 \text{ kg}$$

$$V_n = 6.175 \text{ m/s}$$

$$K_1 = 1.5789 \text{ Kn/mm}$$

$$F_{max} = v * \sqrt{k * m}$$

$$F_{max} = 6.175 * \sqrt{1.5789 * 50\,000}$$

$$\mathbf{F_{max} = 1735.00 \text{ Tn}}$$

ENSAYO # 3:

VEHÍCULO: Scania NTG- 450:

Tabla 15. *Datos principales*

Nombre de datos	Símbolo	datos	Dato específico
Masa	m	58 Tn	58 000 kg
Velocidad	v	65 kn/h	18.055 m/s
Ángulo	θ	20°	20°

Fuente: elaboración propia

a. Componente transversal de la velocidad de impacto:

Para poder determinar el comportamiento transversal de la velocidad de impacto se requiere la velocidad máxima en su máxima capacidad y también el ángulo de impacto en su capacidad crítica.

$$\diamond V = 18.055 \text{ m/s}$$

$$\diamond \theta = 20^\circ$$

$$V_n = v_e * \sin(\theta)$$

$$V_n = 18.055 * \sin(20^\circ)$$

$$V_n = 6.175 \text{ m/s}$$

b. Coeficiente de rigidez del vehículo:

Tanto v como m están normalizados por la norma EN1317, el problema está para encontrar la rigidez del vehículo, normalmente es difícil de encontrar la información de los vehículos. En este caso se ha optado por la curva que aparece, se trata de un vehículo utilitario Chrysler y tiene la siguiente forma:

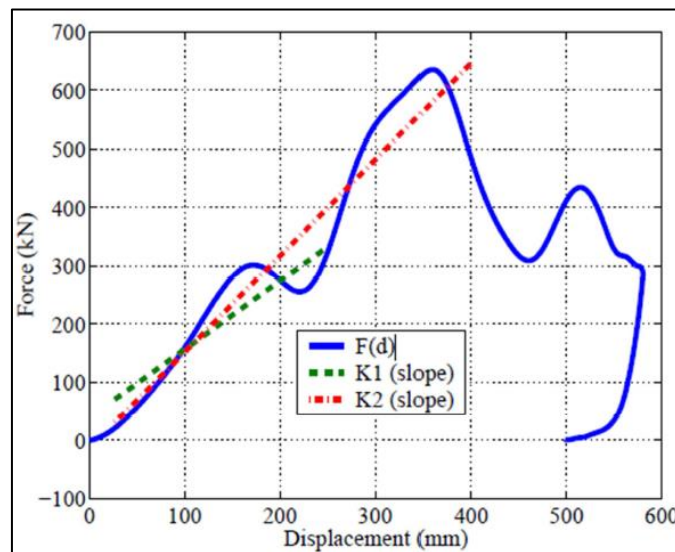


Figura 23. Coeficiente de rigidez del vehículo.

Se utiliza de forma simplificada, que para cualquier desplazamiento que tengamos la pendiente es K1:

$$K1 = \left(\frac{\Delta f}{\Delta d} \right) = \frac{\text{KN}}{\text{mm}}$$

$$K1 = \left(\frac{\Delta f}{\Delta d} \right) = \frac{600 \text{ KN}}{380 \text{ mm}}$$

$$K1 = \left(\frac{\Delta f}{\Delta d} \right) = 1.5789 \frac{\text{KN}}{\text{mm}}$$

c. Fuerza de impacto:

Para poder determinar la fuerza de impacto vehicular se requiere el componente transversal de la velocidad de impacto y el coeficiente de rigidez del vehículo.

$$m = 58\ 000\ kg$$

$$V_n = 6.175\ m/s$$

$$K_1 = 1.5789\ Kn/mm$$

$$F_{max} = v * \sqrt{k * m}$$

$$F_{max} = 6.175 * \sqrt{1.5789 * 58\ 000}$$

$$\mathbf{F_{max} = 1868.65\ Tn}$$

Tabla 16. Resultados obtenidos:

ensayo	v (km/h)	ángulo (°)	mg(kg)	Vn (m/s)	K (N/m)	F (KN)
1	65	20	41 000	6.175	1,58E+06	1571.11
2	65	20	50 000	6.175	1,58E+06	1735.00
3	65	20	58 000	6.175	1,58E+06	1868.65

Fuente: propia

Interpretación:

Los resultados obtenidos a través del anejo C euro código 1

El componente transversal de la velocidad de impacto (Vn), obtuvo los mismos resultados ya que los datos requeridos para su composición fueron los mismos para cada uno de los ensayos.

La rigidez del vehículo frente al impacto también se considera lo mismo para cada de los ensayos, ya que viene a ser la más crítica.

Se obtuvo la fuerza de impacto para cada tipo de ensayo siendo constante su crecimiento según la capacidad. Se tomará la fuerza de impacto más crítica para poder realizar el diseño de la barrera ya su funcionamiento viene a soportar el impacto máximo y seguir funcionando después que allá sufrido el impacto.

3.3.2 Dimensionamiento para el diseño de la barrera de seguridad rígida para vehículos de alto tonelaje.

El modelo propuesto de la barrera de concreto basándose a través de modelos anterior con una gran efectividad como la barrera New Jersey tipo (f), ya que viene hacer un modelo que se sostiene por sus múltiples ensayos realizados y con una gran trayectoria en grandes proyectos en países de primer mundo, tal como se aprecia en la figura 21.

Diseño propuesto:

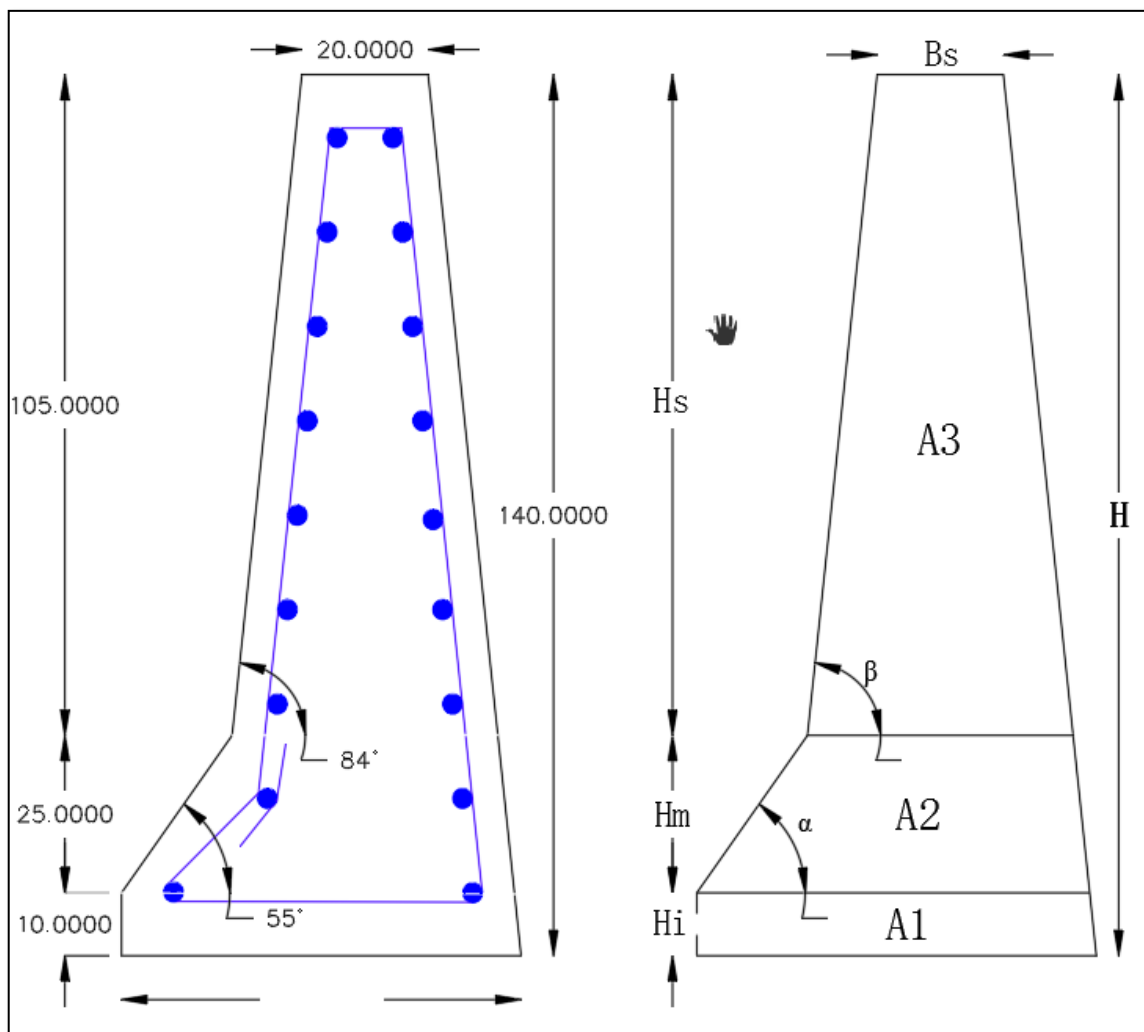


Figura 24. Diseño propuesto

Fuente: AutoCAD

Características de Diseño de la Baranda

Geométricas:

$$B_s = 20.00 \text{ cm}$$

$$H = 140.00 \text{ cm}$$

$$\alpha = 55^\circ$$

$$\beta = 84^\circ$$

$$H_s = 105 \text{ cm}$$

$$H_m = 25.00 \text{ cm}$$

$$H_i = 10 \text{ cm}$$

Materiales:

$$F_c = 280 \text{ kg / cm}^2$$

$$f_y = 4200 \text{ kg / cm}^2$$

Acero:

$$R = 3.5 \text{ cm recubrimiento}$$

$$\Phi 1'' = 2.54 \text{ cm diámetro barras verticales}$$

$$\Phi 1/2'' = 1.27 \text{ cm diámetro barras horizontal}$$

Justificación:

En el área 1 se estableció con una altura de 10 cm porque el diseño está destinado para vehículos de gran altura, pero no se sobre paso ese límite porque también transitan vehículos ligeros que al sobrepasar esa altura podría producir un volteo. En el área 2 se estableció con un ángulo de 55° y una altura de 25 cm, tomando el modelo de perfil New Jersey por que tiene la mayor altura entre los demás, señalándose anteriormente que son la barrera está enfocado para vehículos de alto tonelaje, determinado que cuanto más alto sea el vehículo deberá tener una longitud más considerable para que pueda cumplir con su función de re direccionar al vehículo a su estado original anticipando al impacto. Y la tercera área se determinó la base superior de 20 cm, porque está dentro del rango permisible de la norma y se puede trabajar mejor con una base porque mantiene una separación entre aceros aceptable para su elaboración de la barrera y su altura se fue determinando a través del cálculos establecido por la línea de fluencia y el diseño por resistencia, realizando varios cálculos con diferentes alturas hasta que tome la resistencia adecuada para que pueda soportar la fuerza de impacto vehicular.

A) Resistencia en flexión alrededor de un eje vertical a la barrera (Mw):

La determinación tomada en base el mecanismo de falla en este tipo de barreras se basa en la resistencia a los momentos positivo y negativo que actúan alrededor de un eje vertical; se determina así el refuerzo horizontal en la cara vertical de la barrera (en este caso 4Ø3/8”).

Para determinar el momento resistente se dividirá la sección de barrera en tres partes: A1, A2 y A3, tal como se observa en el gráfico.

Sección A1

Espesor

$$Z = \text{recub} + \emptyset + \emptyset/2$$

$$Z = 3.5\text{cm} + 1" + (1/2)"/2$$

$$Z = 3.5\text{cm} + 2.45\text{cm} + (1.27)/2$$

$$Z = 6.68\text{cm}$$

a. Distancia de recubrimiento y el acero:

$$d_1 = 22.10\text{cm} - 6.68\text{cm} = 15.42\text{cm}$$

$$d_2 = 25.26\text{cm} - 6.68\text{cm} = 18.58\text{cm}$$

$$d_3 = 28.41\text{cm} - 6.68\text{cm} = 21.73\text{cm}$$

$$d_4 = 31.56\text{cm} - 6.68\text{cm} = 24.88\text{cm}$$

$$d_5 = 34.72\text{cm} - 6.68\text{cm} = 28.04\text{cm}$$

$$d_6 = 37.87\text{cm} - 6.68\text{cm} = 31.19\text{cm}$$

$$d_7 = 41.02\text{cm} - 6.68\text{cm} = 34.34\text{cm}$$

$$d = \frac{d_1 + d_2 + d_3 + d_4 + d_5 + d_6 + d_7}{7}$$

$$d = \frac{15.42 + 18.58 + 21.73 + 24.88 + 28.04 + 31.19 + 34.34}{7}$$

$$d = 24.88\text{cm}$$

b. Acero de refuerzo:

$$A_s = (dn)\emptyset\text{cm}^2$$

$$A_s = (7) * \frac{1}{2}" = (7) * 1.27\text{cm}^2$$

$$A_s = 8.89 \text{ cm}^2$$

c. Equilibrio (C=T): Fuerza de compresión es igual a la fuerza de tracción.

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

$$a = \frac{(8.89) * (4200)}{0.85(280) * (105)}$$

$$a = 1.49 \text{ cm}$$

$\phi = 1.0$ (Caso de eventos extremos, AASHTO 1.3.2.1)

d. Resistencia a flexión(vertical):

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

$$M_u = 1.0 * (8.89) * (4200) * \left(24.88 - \frac{1.49}{2} \right)$$

$$M_u = 901115.29 \text{ kg} - \text{cm}$$

$$M_u = 9.01 \text{ Tn} - \text{m}$$

Sección A2

Espesor

$$Z = \text{recub} + \phi + \phi/2$$

$$Z = 3.5 \text{ cm} + 1" + (1/2)"/2$$

$$Z = 3.5 \text{ cm} + 2.45 \text{ cm} + (1.27)/2$$

$$Z = 6.68 \text{ cm}$$

a. Distancia de recubrimiento y el acero:

$$d_8 = 50.13 \text{ cm} - 6.68 \text{ cm} = 43.45 \text{ cm}$$

$$d_9 = 62.31 \text{ cm} - 6.68 \text{ cm} = 55.63 \text{ cm}$$

$$d = \frac{d_8 + d_9}{2} = 45.21 \text{ cm}$$

$$d = \frac{43.45 + 55.63}{2}$$

$$d = 49.54 \text{ cm}$$

b. Acero de refuerzo:

$$A_s = (dn)\emptyset cm^2$$

$$A_s = (1 + 0.5) * \frac{1}{2}'' = (1.5) * 1.27 cm^2$$

$$A_s = 1.91 cm^2$$

c. Equilibrio (C=T): Fuerza de compresión es igual a la fuerza de tracción.

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

$$a = \frac{(1.91) * (4200)}{0.85(280) * (25)}$$

$$a = 1.35 cm$$

$\emptyset = 1.0$ (Caso de eventos extremos, AASHTO 1.3.2.1)

d. Resistencia a flexión(vertical):

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

$$M_u = 1.0 * (1.91) * (4200) * \left(49.54 - \frac{1.35}{2} \right)$$

$$M_u = 391995.03 \text{ kg} - \text{cm}$$

$$M_u = 3.92 \text{ Tn} - \text{m}$$

Sección A3

Espesor

$$Z = \text{recub} + \emptyset + \emptyset/2$$

$$Z = 3.5 cm + 1'' + (1/2)''/2$$

$$Z = 3.5 cm + 2.45 cm + (1.27)/2$$

$$Z = 6.68 cm$$

a. Distancia de recubrimiento y el acero:

$$d_g = 62.31 cm - 6.68 cm$$

$$d_g = 55.63 cm$$

b. Acero de refuerzo:

$$A_s = (dn)\emptyset cm^2$$

$$A_s = (0.5) * \frac{1}{2}'' = (0.5) * 1.27 cm^2$$

$$A_s = 0.64 cm^2$$

c. Equilibrio (C=T): Fuerza de compresión es igual a la fuerza de tracción.

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

$$a = \frac{(0.64) * (4200)}{0.85(280) * (10)}$$

$$a = 1.13 \text{ cm}$$

$\phi = 1.0$ (Caso de eventos extremos, AASHTO 1.3.2.1)

d. Resistencia a flexión (vertical):

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

$$M_u = 1.0 * (0.64) * (4200) * \left(55.03 - \frac{1.13}{2} \right)$$

$$M_u = 148001.28 \text{ kg} - \text{cm}$$

$$M_u = 1.48 \text{ Tn} - \text{m}$$

Luego, el total es:

$$M_w = M_u = (9.01 \text{ T} - \text{m}) + (3.92 \text{ T} - \text{m}) + (1.48 \text{ T} - \text{m})$$

$$M_w = 14.41 \text{ T} - \text{m}$$

B) Resistencia en flexión alrededor de un eje paralelo al eje longitudinal del puente (Mc):

Se realizará el cálculo de acuerdo a las líneas de rotura con el momento de flexión negativo. Determinando el refuerzo de la barrera en la cara inclinada siendo este producido por los esfuerzos de tensión para esa cara.

Sección A1

Espesor

$$Z = \text{recub} + \phi/2$$

$$Z = 3.5 \text{ cm} + 1"/2$$

$$Z = 3.5 \text{ cm} + \frac{2.45 \text{ cm}}{2}$$

$$Z = 4.77 \text{ cm}$$

a. Distancia de recubrimiento y el acero:

$$d_1 = 22.10cm - 4.77cm = 17.33cm$$

$$d_2 = 25.26cm - 4.77cm = 20.49cm$$

$$d_3 = 28.41cm - 4.77cm = 23.64cm$$

$$d_4 = 31.56cm - 4.77cm = 26.79cm$$

$$d_5 = 34.72cm - 4.77cm = 29.95cm$$

$$d_6 = 37.87cm - 4.77cm = 33.10cm$$

$$d_7 = 41.02cm - 4.77cm = 36.25cm$$

$$d = \frac{d_1 + d_2 + d_3 + d_4 + d_5 + d_6 + d_7}{7}$$

$$d = \frac{17.33 + 20.49 + 23.64 + 26.79 + 29.95 + 33.10 + 36.25}{7}$$

$$d = 26.79cm$$

b. Acero de refuerzo:

Utilizando 1Ø1”@0.15m ($A_s = 5.07cm^2/0.15m = 33.8 cm^2/m$), considerando fajas de 1m de ancho:

$$A_s = (1 \text{ acero})\emptyset cm^2/@ 0.15m$$

$$A_s = (1)1”/@ 0.15m$$

$$A_s = (1)5.07cm^2/@ 0.15m$$

$$A_s = 33.8cm^2/m$$

c. Equilibrio (C=T): Fuerza de compresión es igual a la fuerza de tracción.

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

$$a = \frac{(33.8) * (4200)}{0.85(280) * (100)}$$

$$a = 5.96cm$$

d. Resistencia a flexión (longitudinal):

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

$$M_{ci} = 1.0 * (33.8) * (4200) * \left(26.79 - \frac{5.96}{2} \right)$$

$$M_{ci} = 3\,380\,067.6 \text{ kg} - \text{cm}$$

$$M_{ci} = 33.80 \text{ Tn} - \text{m}$$

Sección A2

Espesor

$$Z = \text{recub} + \phi/2$$

$$Z = 3.5\text{cm} + 1"/2$$

$$Z = 3.5\text{cm} + \frac{2.45\text{cm}}{2}$$

$$Z = 4.77\text{cm}$$

a. Distancia de recubrimiento y el acero:

$$d_8 = 50.13\text{cm} - 4.77\text{cm} = 45.36\text{cm}$$

$$d_9 = 62.31\text{cm} - 4.77\text{cm} = 57.54\text{cm}$$

$$d = \frac{d_8 + d_9}{2} = 45.21\text{cm}$$

$$d = \frac{45.36 + 57.54}{2}$$

$$d = 51.45\text{cm}$$

b. Acero de refuerzo:

Utilizando 1Ø1”@0.15m ($A_s = 5.07\text{cm}^2/0.15\text{m} = 33.8 \text{ cm}^2/\text{m}$), considerando fajas de 1m de ancho:

$$A_s = (1 \text{ acero})\phi\text{cm}^2/@ 0.15\text{m}$$

$$A_s = (1)1"/@ 0.15\text{m}$$

$$A_s = (1)5.07\text{cm}^2/@ 0.15\text{m}$$

$$A_s = 33.8\text{cm}^2/\text{m}$$

c. Equilibrio (C=T): Fuerza de compresión es igual a la fuerza de tracción.

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

$$a = \frac{(33.8) * (4200)}{0.85(280) * (100)}$$

$$a = 5.96 \text{ cm}$$

d. Resistencia a flexión (longitudinal):

$$M_{cii} = \phi As f_y \left(d - \frac{a}{2} \right)$$

$$M_{cii} = 1.0 * (33.8) * (4200) * \left(51.45 - \frac{5.96}{2} \right)$$

$$M_{cii} = 6\,880\,801.2 \text{ kg} - \text{cm}$$

$$M_{cii} = 68.81 \text{ Tn} - \text{m}$$

Sección A3

Espesor

$$Z = \text{recub} + \phi/2$$

$$Z = 3.5 \text{ cm} + 1"/2$$

$$Z = 3.5 \text{ cm} + \frac{2.45 \text{ cm}}{2}$$

$$Z = 4.77 \text{ cm}$$

a. Distancia de recubrimiento y el acero:

$$d_9 = 62.31 \text{ cm} - 4.77 \text{ cm} = 57.54 \text{ cm}$$

$$d = 57.54 \text{ cm}$$

b. Acero de refuerzo:

Utilizando 1Ø1" @ 0.15m ($As = 5.07 \text{ cm}^2 / 0.15 \text{ m} = 33.8 \text{ cm}^2 / \text{m}$), considerando fajas de 1m de ancho:

$$As = (1 \text{ acero}) \phi \text{ cm}^2 / @ 0.15 \text{ m}$$

$$As = (1) 1" / @ 0.15 \text{ m}$$

$$As = (1) 5.07 \text{ cm}^2 / @ 0.15 \text{ m}$$

$$As = 33.8 \text{ cm}^2 / \text{m}$$

c. Equilibrio (C=T): Fuerza de compresión es igual a la fuerza de tracción.

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

$$a = \frac{(33.8) * (4200)}{0.85(280) * (100)}$$

$$a = 5.96 \text{ cm}$$

d. Resistencia a flexión (longitudinal):

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

$$M_{ciii} = 1.0 * (33.8) * (4200) * \left(57.54 - \frac{5.96}{2} \right)$$

$$M_{ciii} = 7\,745\,337.6 \text{ kg} - \text{cm}$$

$$M_{ciii} = 77.45 \text{ Tn} - \text{m}$$

Momento promedio:

$$M_c = \frac{M_{ci}(b_1) + M_{cii}(b_2) + M_{ciii}(b_3)}{0.85}$$

$$M_c = \frac{33.80(1.05) + 68.81(0.25) + 77.45(0.10)}{0.85}$$

$$\mathbf{M_c = 71.10 \text{ Tn} - \text{m}}$$

C) Longitud crítica de la línea de rotura (Lc) según el patrón de falla

$$L_t = 1 \text{ m}$$

$$M_b = 0$$

$$M_w = 13.81 \text{ T-m}$$

$$M_c = 62.45 \text{ T-m}$$

$$L_c = \frac{L_t}{2} + \sqrt{\left(\frac{L_t}{2}\right)^2 + \frac{8H(M_b + M_w)}{M_c}}$$

$$L_c = \frac{1}{2} + \sqrt{\left(\frac{1}{2}\right)^2 + \frac{8 * (1.40) * (0 + 14.41)}{71.10}}$$

$$\mathbf{L_c = 2.09 \text{ m}}$$

D) Resistencia nominal a la carga transversal (R_w):

$$A = \left(\frac{2}{2L_c - L_t} \right) \left(8M_b + 8M_w + \frac{M_c L_c^2}{H} \right)$$

$$L_t = 1 \text{ m}$$

$$M_b = 0$$

$$M_w = 14.41 \text{ T-m}$$

$$M_c = 71.10 \text{ T-m}$$

$$L_c = 2.09 \text{ m}$$

$$A = \left(\frac{2}{2(2.09) - 1} \right) \left(8(0) + 8(14.41) + \frac{(71.10) * (2.09)^2}{1.40} \right)$$

$$\mathbf{R_w = 212.02 Tn}$$

Siendo: la fuerza de impacto más crítico de:

$F_t = 1868.65 \text{ KN}$, siendo igual a 190.55 Tn

$$R_w \geq F_t \quad 212.02 \text{ Tn} \geq 190.55 \text{ Tn}$$

Interpretación:

El diseño de la barrera propuesta, su resistencia fue optima ante la fuerza de impacto calculada por la capacidad del vehículo más crítico, siendo la carga de impacto de 190.55 toneladas y la resistencia de la barrera de 212.02 toneladas, por lo tanto, la barrera cumple con la resistencia adecuada.

Peso de la barrera:

Peso unitario del concreto armado : $2.4tn/m^3$

$$a1 = 2.4tn/m^3 * 0.1m * 0.485m * 1m = 0.12Tn$$

$$a2 = 2.4tn/m^3 * 0.25m * 0.11m * 1m = 0.07Tn$$

$$a3 = 2.4tn/m^3 * 1.30m * 0.10m * 1m = 0.31Tn$$

$$a4 = \frac{2.4tn/m^3 * 0.25m * 0.175m * 1m}{2} = 0.05Tn$$

$$a5 = \frac{2.4tn/m^3 * 1.05m * 0.11m * 1m}{2} = 0.14Tn$$

$$a6 = \frac{2.4tn/m^3 * 1.40m * 0.147m * 1m}{2} = 0.25Tn$$

$$a \text{ total} = 0.94 Tn$$

Capacidad admisible del suelo

Peso unitario del concreto armado : $2.4tn/m^3$

$$Q. \text{ adm} = 19.77tn/m^2$$

Carga de la barrera:

$$2.4tn/m^3 * (1.4m) = 3.36Tn/m^2$$

Al igual las cargas, siendo la capacidad de carga del suelo mayor a la carga de empuje, señala que el terreno es apto para soportar la carga de la barrera.

$$3.36Tn/m^2 < 19.77tn/m^2 \dots \text{cumple}$$

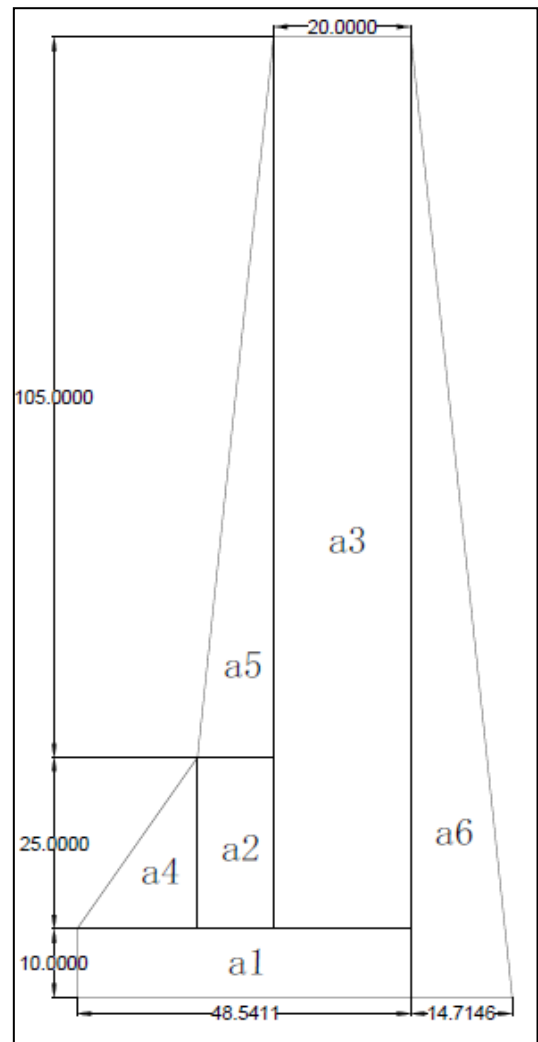


Figura 25. Diseño propuesto.

3.3.3 Comportamiento estructural de la barrera de seguridad rígida para vehículos de alto tonelaje.

Análisis estructural con software

Para contrastar los resultados de la resistencia se ha utilizado un programa comercial de elementos finitos SAP2000.

El proceso de la barrera propuesta se inició introduciendo las dimensiones a través de grillas establecidas en los ejes (x), (y) y (z), con 2 grillas en el eje (x), 7 grillas en el eje (y) y 4 grillas en el eje (z). Luego se pasó a editar las coordenadas por espaciamentos, estableciendo la primera distancia en el eje (x) de 0.632557 metros, en el eje (y) una distancia de 3 metros separados cada 0.5 metros en los 6 espacios de las grillas y en el eje (z) una distancia de 1.40 metros, estableciendo en el primer espacio una longitud de 0.1 metro, en el segundo espacio una longitud de 0.25 metros y en el tercer espacio una longitud de 1.05 metros.

Luego se pasó a definir los materiales estableciendo el concreto de $f'c = 280 \text{ kg/cm}^2$, en peso por unidad de volumen de 2400 kg/m^3 y un módulo de elasticidad de resultado de $(15000 * \text{sqr}(280))$ siendo $250\,998 \text{ kg/m}^3$, y el acero de un coeficiente de $f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$. Se procedió a definir las secciones tipo Shell para un muro de 0.20 metros de espesor, luego se discretizo en espacios de 0.1 metros para que tenga resultados más precisos.

Luego se pasó a asignar el espesor variable definiendo patrones articulados (joint patterns) registrándole como espesor, procediendo asignar a través de un sistema de ecuación ($Pattern\ value = Ax + By + Cz + D$), tomando solamente ($Cz + D = 0$), aplicando:

$$C(0) + D = 0.494292 \dots\dots\dots (1)$$

$$C(0.14) + D = 0.20 \dots\dots\dots (2)$$

$$C = \frac{0.20 - 0.494292}{1.40} \dots\dots(1) \text{ en } (2)$$

$$C = -0.21021$$

Luego se procede a asignar la carga de impacto vehicular sobre la barrera, encontrándose la estructura principal del vehículo a una altura de 1 metro, se coloca la fuerza a la altura del impacto. Como último se restringa la barrera en (x) y en (y) para que analice como una barrera estable. Quedando de la manera que se muestra en la figura 22.

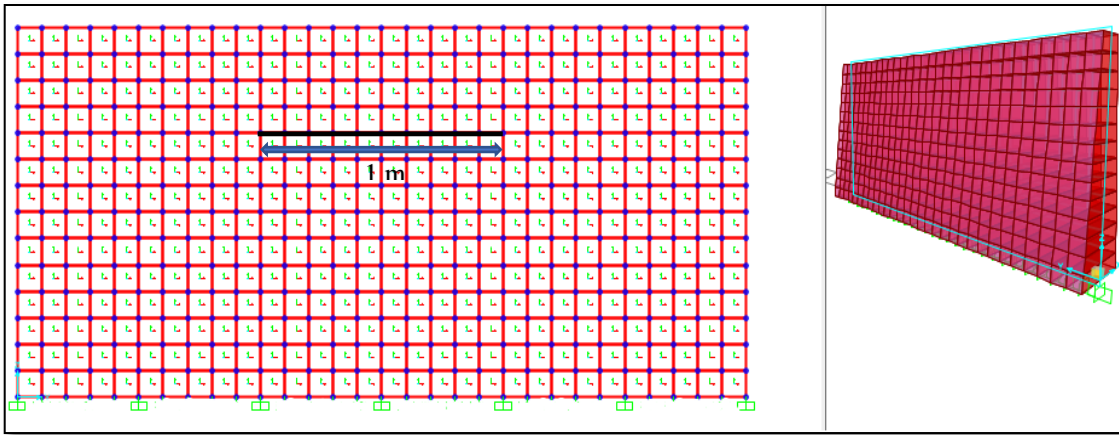


Figura 26. Modelo de la barrera en el sap2000

Fuente: propia

Se procedió a correr el programa obteniendo los siguientes resultados:

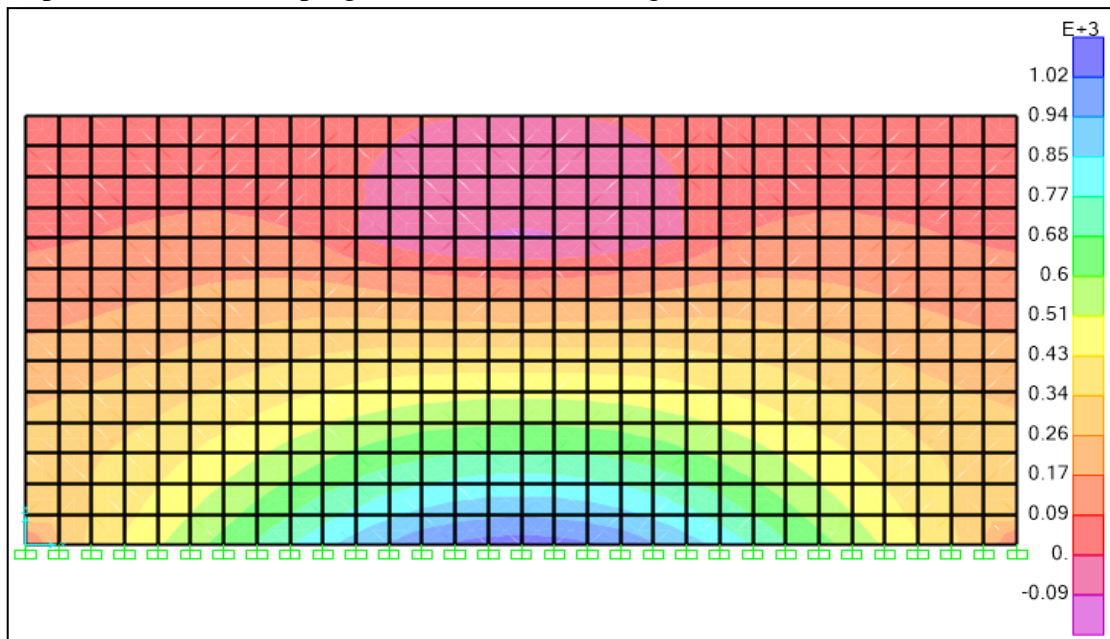


Figura 27. Resultados del esfuerzo de la barrera en el sap2000.

Fuente: propia

Interpretación: En la figura 23 se puede apreciar diferentes tipos desde el colores de la cual señala que el color azul de menos daño hasta el color purpura con el daño más crítico, en la parte central de la barrera a la altura de 1 metro donde fue colocada la fuerza de impacto como una carga distribuida, dando como resultado al modo de rotura que en la zona donde sufrió mayor daño teniendo una forma de un triángulo.

Los resultados obtenidos con el programa sap2000 fueron similares a los cálculos realizados, tanto como la fuerza de impacto vehicular apoyado por la norma europea y el dimensionamiento de la barrera desarrollado a través del modo de rotura, las líneas de fluencia y diseño por resistencia.

Tabla 17. Resultados de esfuerzos internos.

Altura de la barrera (m)	Esfuerzos internos (Tonf-m/m)
1.40	0.0116
1.30	-0.0117
1.20	-0.0304
1.10	-0.0583
1.00	-0.0977
0.90	0.0407
0.80	0.1665
0.70	0.2806
0.60	0.3866
0.50	0.4877
0.40	0.5878
0.30	0.6910
0.20	0.8018
0.10	0.9257
0.00	1.0697

Fuente. Sap2000

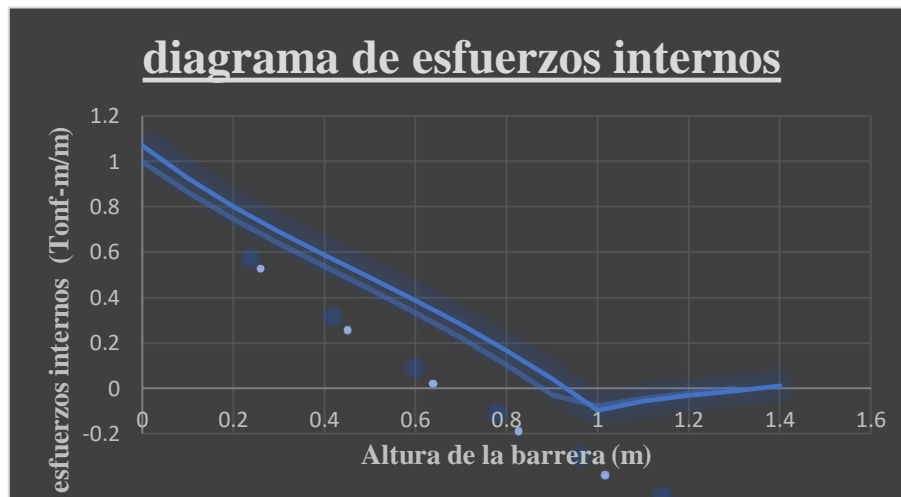


Figura 28. Diagrama de esfuerzos internos.

Los resultados mostrados en la tabla 17, través del programa sap2000 son los esfuerzos máximos de la barrera en la zona más crítica, siendo la parte central de la barrera desde la altura 0.00 metros hasta su altura total 1.40 metros. Se puede observar que los esfuerzo interno más crítico se encuentra en la altura de 1.00 metros teniendo como resultado de (-0.0977 Tonf-m/m), de la cual demuestra que la barrera siendo sometido al impacto vehicular de con fuerza de 190.55 tonf-m, sobre pasando a la barrera en un 0.05%, donde

se podría interpretar que al ejercerse el impacto podría ocasionar pequeñas fisuras en la barrera, donde se expresa de una forma más explícita a través del diagrama.

En la figura 24 se puede apreciar que al ejercer la fuerza de impacto vehicular en la barrera extendiéndose de una manera simultánea en las dos direcciones a una longitud de 1.90 metros, siendo una aproximación en los calculados de 2.09 metros.

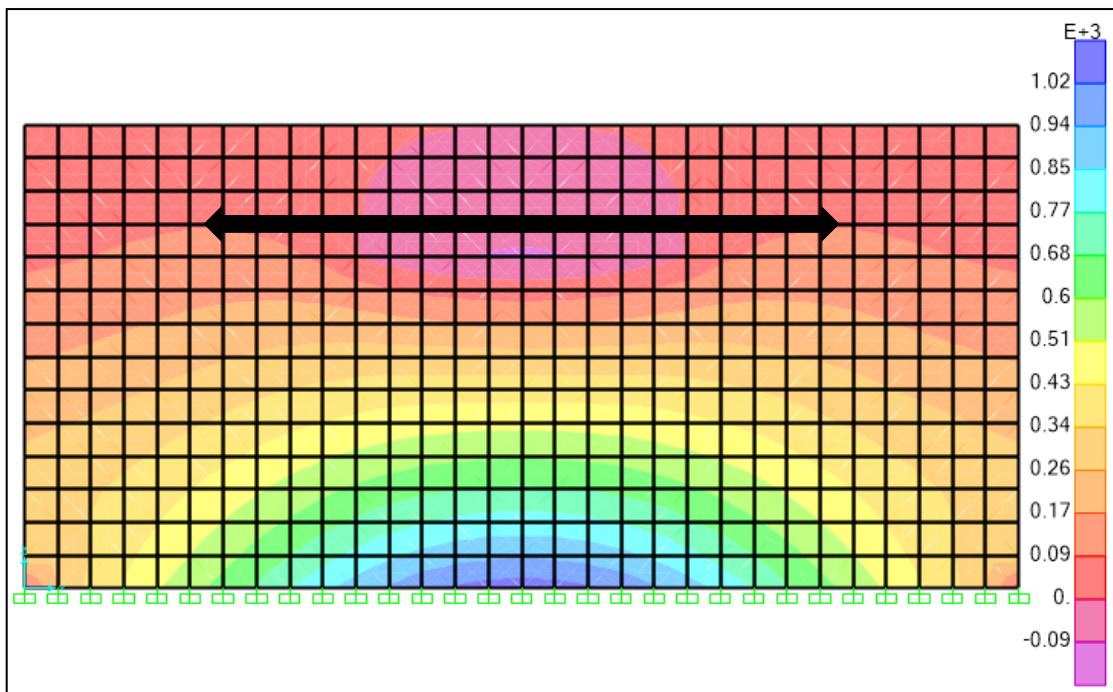


Figura 29. Resultados del esfuerzo de la barrera en el sap2000.

Fuente: propia

En la tabla 18 se puede verificar el área del acero de la pantalla la cual es analizada en las cargas interiores mostrando solamente lo más crítico en los aceros principales que viene a ser los aceros verticales. Así mismo en figura 25 se aprecian aceros verticales completos desde la superficie hasta todo el trayecto de su longitud.

Tabla 18. Área de acero de la pantalla.

Altura de la barrera (m)	Área de acero (cm)
0.50	8.18
0.40	9.76
0.30	11.52
0.20	13.33
0.10	15.35
0.00	17.59

Fuente. Propia.

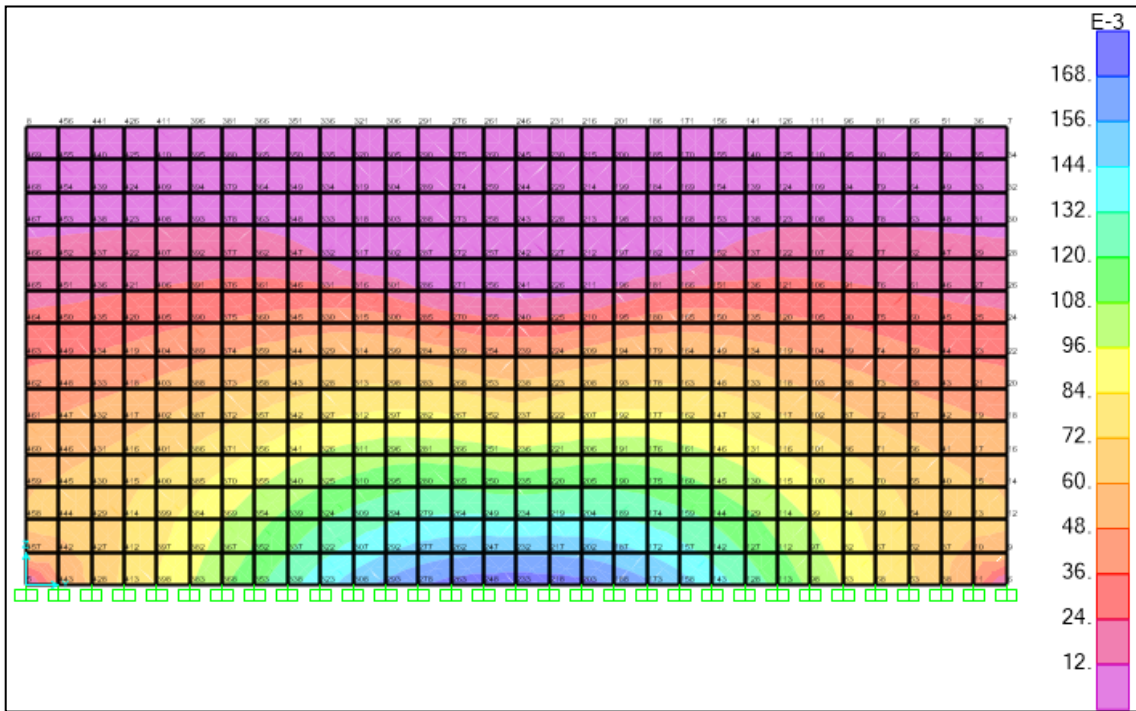


Figura 30. Resultados del esfuerzo de la barrera en el sap2000.
Fuente: propia

Para analizar la cantidad de acero se tiene que tomar un área, el acero principal de la barrera que es el acero vertical tiene un diámetro de 1 pulgada siendo 2.54 centímetros Tomando en el área más crítica siendo la parte inferior de la barrera siendo 17.59 que se analiza a través del siguiente cálculo.

$$\text{espacio entre acero} = \frac{\phi * l}{A_{\phi}}$$

$$\text{espacio entre acero} = \frac{(2.54\text{cm}) * (100\text{cm})}{17\text{cm}}$$

$$\text{spacio entre acero} = 14.44 \text{ cm}$$

El espacio entre acero que ha sido calculado es de 15cm, mostrando una deficiencia en el cálculo, pero tomando se tiene que tomar en cuenta que los aceros horizontales que también están separados a una distancia de 15 centímetros.

3.3 CONTRASTACIÓN DE HIPÓTESIS

En la contrastación de hipótesis se basa en los resultados obtenidos para poder rechazar o aceptar la hipótesis nula.

3.3.1 Contracción de hipótesis 1: cargas críticas de impacto vehicular para el diseño óptimo de la barrera de seguridad rígida para vehículos de alto tonelaje.

Ha: Las cargas críticas de impacto vehicular determinan el diseño óptimo de la barrera de seguridad rígida para vehículos de alto tonelaje.

Ho: Las cargas críticas de impacto vehicular no determinan el diseño óptimo de la barrera de seguridad rígida para vehículos de alto tonelaje.

En base a la hipótesis establecida, respecto a las cargas de impacto vehicular se puede establecer la fuerza de que ejercerá el vehículo contra la barrera. A través de la norma europea ENU 1317, que establece un euro código a través de simultáneos ensayos realizados a escala real. Con las cargas reales del vehículo en su capacidad máxima, su velocidad crítica y su ángulo. Se estable los ensayos con el código europeo 1 anejo C, con los vehículos más transitados en zona de estudio sometiendo en su capacidad máxima, en velocidad más crítica analizado por su fuerza de arranque según su ficha técnica de cada vehículo y la inclinación de zona de estudio.

Como se puede verificar en el primer ensayo realizado por el vehículo modelo (Mercedes-Benz Actros 3344K 6x4) teniendo como peso bruto 41 toneladas aplicando con la velocidad crítica de 65 kilómetros por hora y un ángulo crítico de 20 grados de su carril dirigido hacia la barrera. Encontrando primero su componente transversal de la velocidad de impacto (V_n) y el coeficiente de rigidez del vehículo para poder determinar la fuerza de impacto de vehículo, siendo un resultado 1571.11 kilo newton.

Se puede verificar en el segundo ensayo realizado por el vehículo modelo (Scania P460 CB8x4 EHZ) teniendo como peso bruto 50 toneladas aplicando con la velocidad crítica de 65 kilómetros por hora y un ángulo crítico de 20 grados de su carril dirigido hacia la barrera. Encontrando primero su componente transversal de la velocidad de impacto (V_n) y el coeficiente de rigidez del vehículo para poder determinar la fuerza de impacto de vehículo, siendo un resultado 1735.00 kilo newton.

Se puede verificar en el segundo ensayo realizado por el vehículo modelo (Scania NTG-P 450) teniendo como peso bruto 58 toneladas aplicando con la velocidad crítica de 65 kilómetros por hora y un ángulo crítico de 20 grados de su carril dirigido hacia la barrera. Encontrando primero su componente transversal de la velocidad de impacto (V_n) y el coeficiente de rigidez del vehículo para poder determinar la fuerza de impacto de vehículo, siendo un resultado 1868.65 kilo newton.

Por lo tanto, se acepta la hipótesis alternativa y se rechaza la hipótesis nula siendo las cargas críticas de impacto vehicular determinen el diseño óptimo de la barrera de seguridad rígida para vehículos de alto tonelaje.

3.3.2 Contracción de hipótesis 2: Dimensionamiento del diseño óptimo de la barrera de seguridad rígida para vehículos de alto tonelaje.

Ha: A través del dimensionamiento se determina el diseño óptimo de la barrera de seguridad rígida para vehículos de alto tonelaje.

Ho: A través del dimensionamiento se no determina el diseño óptimo de la barrera de seguridad rígida para vehículos de alto tonelaje.

En base a la hipótesis establecida, respecto al dimensionamiento de la barrera diseñada para que pueda resistir de los resultados de impacto la fuerza más crítica. Estableciendo un diseño según la norma ENU1317 y la Norma Técnica Peruana 339.222: 2008. Barreras de concreto pre fabricados de concreto, en donde muestra un diseño ya establecido llamado new jersey tipo (f). Mostrando una mejora en su contacto al impacto y reduciendo que se produzca un volteo. Donde señala cuando la fuerza de impacto es mayor se tendrá que aumentar más la altura sin modificar lo demás ya establecido.

Se presentó un modelo con los materiales de concreto con un coeficiente de $f'_c=280$ kg/cm² y de acero de refuerzo de $f_y=4200$ kg/cm². Sometiéndolos al modo de rotura en el cálculo de concreto armado para verificar su resistencia. Donde que a través de eso se pudo realizar los ajustes necesarios para que adquiriera una óptima resistencia, obteniendo una estructura con la capacidad la capacidad de resistencia con las dimensiones necesarias cubriendo el menor costo posible.

Por lo tanto, se acepta la hipótesis alternativa y se rechaza la hipótesis nula siendo que a través del dimensionamiento se determina el diseño óptimo de la barrera de seguridad rígida para vehículos de alto tonelaje.

3.3.3 Contracción de hipótesis 3: comportamiento estructural óptimo de la barrera de seguridad rígida considerando en el diseño la capacidad de carga crítica de vehículos de alto tonelaje.

Ha: La barrera de seguridad rígida tiene un comportamiento estructural óptimo considerando en el diseño la capacidad de carga crítica de vehículos de alto tonelaje.

Ho: La barrera de seguridad rígida no tiene un comportamiento estructural óptimo considerando en el diseño la capacidad de carga crítica de vehículos de alto tonelaje.

En base a la hipótesis establecida, respecto al análisis estructural del diseño de la barrera se realizó una simulación en el programa sap2000 para poder determinar su resistencia a compresión de la barrera, habiendo determinado la resistencia de la barrera con el modo de rotura a través del cálculo de resistencia de concreto armado. Al modelar en el programa estableciendo la fuerza de impacto más crítico, siendo 1868.65 KN kilo newton, generando reacción en la barrera, se determinó que la resistencia de la barrera es óptima ante el impacto.

Por lo tanto, se acepta la hipótesis alternativa y se rechaza la hipótesis nula siendo que La barrera de seguridad rígida tiene un comportamiento estructural óptimo considerando en el diseño la capacidad de carga crítica de vehículos de alto tonelaje.

IV. DISCUSIÓN

Tema	Autor	Título	Año	Aporte	Aporte del proyecto
Impacto vehicular	Javier Guerra Triviño	Proyecto, dimensionamiento de barreras de hormigón tipo new jersey	2012	<p>Tiene como objetivo de analizar la situación actual de las barreras de seguridad de hormigón, estudiar las normativas y recomendación, estudiar métodos para el cálculo de impacto, la resistencia de la barrera y el comportamiento de la barrera en un software de elementos finitos. Concluyo los resultados con los resultados en el programa sap2000.</p> <p>De los 4 métodos para calcular la fuerza de impacto siendo el euro código 1 anejo C, más cercanos a los resultados en ensayos reales y siendo más constante según aumenta las capacidades.</p>	<p>Al implementar el euro código 1 anejo C de la norma europea EN 1317 para determinar la fuerza de impacto vehicular, fue consecuente los resultados cuando los valores de carga aumentaban teniendo resultados muy constantes en los ensayos con los vehículos de alto tonelaje desde lo más mínimo a lo más crítico.</p>
Carga de impacto vehicular	Joselyn García Alburuqueque	Análisis comparativo de diseño de concreto armado y diseño combinado para optimizar la superestructura del paso a desnivel, vía de evitamiento y la prolongación Bolognesi, Chiclayo – Perú	2018	<p>Realizar el análisis comparativo de diseño de concreto armado y diseño combinado para optimizar la superestructura. En la estructura de la barrera se basa en las especificaciones de AASHTO, en los niveles de ensayo para barreras señala que en nivel alto TL-6 con masa de 36Tn con velocidad de 65km/h y un ángulo de 20 grados, produce una fuerza de impacto de 780 000 fuerza newton, basando en sus ensayos a escala real.</p>	<p>La fuerza de impacto se determinó con el cálculo del euro código 1 anejo c, basándose en sus ensayos a escala real, donde se empleó las especificaciones técnicas de los vehículos, siendo el más crítico de masa 58 Tn con velocidad de 65km/h y un ángulo de 20 grados. Teniendo como resultado la fuerza de impacto de 1868.65 KN, siendo los resultados más del doble.</p>

Dimensionamiento de la barrera	Jordi Cañas Gallart	Diseño de una nueva barrera continua de hormigón in situ	2016	<p>Tiene como objetivo de generar nueva barrera de hormigón in situ, con clasificación A o B que garantice mejoras en las prestaciones de seguridad de las actuales y que permita minimizar la severidad y frecuencia de daños humanos a través de método a escala real. Concluyendo que los diseños con longitudes con ángulo de similares a la del modelo new jersey tipo f siendo los más asertivos frente al impacto y al volteo.</p>	<p>La propuesta de diseño está basado a través del modelo new jersey tipo (f), ya que viene siendo un modelo sometido a muchos ensayos a escala real obteniendo resultados óptimos ante el impacto y reduciendo el volteo y redirigiéndolo a su trayecto de origen. Implementado un el diseño de la barrera aumentando su altura sin modificar sus longitudes base y sus ángulos de inclinación. Calculando su resistencia siendo mayor a la fuerza de impacto del ensayo más crítico.</p>
Análisis estructural de la barrera	Villar Arana, Hernán Aurelio	Comparación del comportamiento estructural de muros de contención en voladizo y con contrafuertes	2015	<p>Tiene como objetivo de comparar el a través del programa sap2000 el comportamiento estructural de muros de contención en voladizo y con contrafuertes, sometidos a cargas de empuje de tierras y sismo. Los resultados de esfuerzos máximos (promedio) internos en la pantalla son 42.28, 57.54 y 75.58 kgfcm² para sus diferentes alturas (H=5, 7 y 9 m). siendo la resistencia mayor, soportando</p>	<p>Al comprobar el comportamiento de la estructura de la barrera en el programa sap2000 el esfuerzo máximo siendo en la longitud critica con 264.21 kg/cm² y la resistencia de la barrera es de 280 kg/cm², siendo la resistencia mayor al esfuerzo. Siendo el dimensionamiento y los materiales optimo a ante el esfuerzo sometido.</p>

V. CONCLUSIONES

- En esta tesis se diseñó la barrera de seguridad rígida para vehículos de alto tonelaje en la carretera Conococha – Yanacancha, en donde se obtuvieron los resultados en la fuerza de impacto a través del euro código 1 anejo C, en donde se realizó los ensayos, de la cual se toma el más crítico siendo del vehículo Scania NTG-P 450 con una fuerza de impacto de 190.55tn. estableciendo un diseño de la barrera en base del modelo new jersey, realizado modificaciones en su altura que acido orientado a través de la Norma Técnica Peruana 339.222: 2008. Sometiendo a un cálculo de resistencia según la norma AASHTO, la cual fue su resistencia estructural de 212.02tn, haciendo que la resistencia de la barrera sea mayor que la fuerza de impacto vehicular, considerándolo óptimo al diseño de barrera. Reafirmando su eficiencia a través del comportamiento en el programa sap2000, que fue realizando la simulación, sometiénolo la fuerza de impacto sobre la barrera obteniendo la resistencia a la compresión similar a lo calculado, así mismo la cantidad de acero que debe ir por cada metro cuadrado.
- Se determinó las cargas de impacto vehicular para el diseño de barrera de seguridad rígida de vehículos de alto tonelaje, en donde se obtuvieron los resultados de los vehículos tomado como muestra ensayos en el cálculo realizado por el euro código 1 anejo C, de los tres vehículos que se tomó como muestra siendo el primer vehículo Mercedes-Benz Actros 3344K 6x4, con carga, velocidad y ángulo crítico, obteniendo una fuerza de impacto de 1571.11 KN (kilo newton) siendo 160.21Tn (toneladas). El segundo resultado del ensayo tomado por el vehículo Scania P460 CB8x4 EHZ, con una carga, velocidad y ángulo crítico, obteniendo una fuerza de impacto de 1735.00 KN (kilo newton) siendo 176.92 Tn (toneladas), como tercero resultado del ensayo tomado por el vehículo Scania NTG-P 450 con una carga, velocidad y ángulo crítico, obteniendo una fuerza de impacto de 1868.65 KN (kilo newton) siendo 190.55 Tn (toneladas).
- Se determinó el dimensionamiento de la barrera de seguridad rígida para vehículos de alto tonelaje, en donde se obtuvieron los resultados del diseño propuesto basado en el modelo con mayor eficiencia siendo el tipo New Jersey. De la cual se realizó la modificación apoyado por la Normativa Técnica Peruana 339.222: 2008. barreras de concreto pre fabricados de concreto. Teniendo una

altura de 1.40m y un ancho de 3m, dividido en tres áreas, siendo la primera área en la parte inferior de la barrera con una altura recta de 0.10m, en la segunda área encontrándose en la parte media de la barrera teniendo una altura de 0.25m y con ángulo inclinado de 55° (grados), y en la tercera área encontrándose en la parte superior teniendo una altura de 1.05m con un ángulo de inclinación de 84° (grados). Los materiales de concreto teniendo una resistencia a la compresión de $f'c = 280kg/cm^2$, los aceros con resistencia a flexión de $fy = 4200kg/cm^2$, con refuerzo en horizontal de 1/2" @15cm y en vertical de 1" @15cm. Determinando la resistencia en flexión alrededor de un eje vertical a la berrera (Mw) de 14.41T-m (toneladas metros), la Resistencia en flexión alrededor de un eje paralelo al eje longitudinal del puente (Mc) de 71.10T-m(toneladas metro) y la longitud críticas de la línea de rotura (Lc) según el patrón de falla de 2.09m, para poder determinar la Resistencia nominal a la carga transversal (Rw) siendo 212.02 Tn. Siendo mayor a las cargas de impacto de 190.55Tn. viene hacer optimo en su resistencia en el impacto y seguir habilitado en su desempeño

- Se analizó el comportamiento estructural de la barrera de seguridad rígida para vehículos de alto tonelaje, en donde se obtuvo los resultados al modelar en el programa sap2000, realizando la simulación sometiéndolo la fuerza de impacto sobre la barrera obteniendo la resistencia a la compresión señalando que sobre pasa la resistencia de la barrera a una fuerza de -0.0977Tn-m/m(toneladas metros sobre metro), donde se puede interpretar que ante el máximo impacto la barrera puede ocasionar algunas fisuras en la parte superior de la barrera en la zona del impacto.

VI. RECOMENDACIONES

- Se recomienda por realizar ensayos a escala real, considerando los vehículos tomado como muestra para se ponga a prueba en la realidad su capacidad tanto como en carga y su velocidad y cómo influye su comportamiento en tipo de terreno tanto como en la curva y en la pendiente inclinada y en el clima, sometiéndole al impacto contra la barrera y viendo los efectos que ocasiona en la barrera en un panorama más amplio.
- Se sugiere emplear en los ensayos a escala real los vehículos tomados como muestra en el cálculo de impacto, considerando el vehículo cargado en su capacidad máxima para emplear su masa en peso bruto, su velocidad crítica tal como describe su ficha técnica del vehículo y el ángulo de impacto crítico que viene siendo un dato ya establecido por los diversos ensayos realizados. Siendo esto para poder apreciar su comportamiento en la realizada y poder tomar datos con mayor precisión.
- Se sugiere realizar la fabricación de barrera con el mismo diseño establecido por el cálculo de resistencia considerando sus dimensiones y ángulos de inclinación orientado por el modelo new jersey tipo (f) ya responde a muchos efectos que podría ocasionar el impacto tanto como en volteo y en contacto directo con la estructura del vehículo. Donde se podrá analizar el comportamiento de la barrera en el impacto del vehículo y se podrá ver los efectos que tendrá la barrera después del impacto.
- se sugiere realizar la modelación de la barrera en otros programas comerciales como el Autodesk Robot Structural que tiene la capacidad de modelar la estructura de la barrera y poder ver su comportamiento ante las fuerzas aplicadas, también el LS-DYNA que es utilizados por ingenieros mecánicos para poder ver los efectos del impacto viendo la deformación del vehículo y la severidad del daño que pueda ocasionar al conductor y a los pasajeros. Donde no solo se podrá ver la deformación de la barrera sino cuan severo podría ser el impacto vehicular convirtiendo en un proyecto más completo.

REFERENCIAS

ALARCÓN, Dallos. *Índices de severidad para auditorías de seguridad vial en carreteras colombianas*. Colombia. Revista. Virtual Universidad Católica del Norte. (2005). 1(44), 203-221.

ALBITRES, Carlos. *Evaluación, diseño, construcción, gestión: pavimentos, un enfoque al futuro*. Lima. Instituto de la Construcción y Gerencia. (2005).

ALCALDE Alayo. *Determinación del nivel de riesgo a la seguridad durante el transporte de diesel b5 mediante camiones cisterna en el trayecto*. Perú. Unidad minera iscaycruz. (2012).

AASHTO LFRD bridge Design Specifications. American Association of State Highway and Transportation Officials, Washington DC. 2012.

ABDEL-ATY M., CHEN C. and SCHOTT J. An assessment of the effect of driver age on traffic accident involvement using log-linear models. *Accident Analysis and Prevention*. 1998. Vol. 30, No. 6. pp. 851-861.

Advisory Circular. Methodology for dynamic seat certification by analysis for use in part 23, 25, 27, and 29 airplanes and rotorcraft. Federal Aviation Administration, USA. 2003.

ALANI A. Y BECKETT D. *Mechanical properties of a large scale synthetic fiber reinforced concrete ground slab*. *Construction and Building Materials*, Vol. 41. 2013, pp. 335-344.

ALARCÓN D. *Modelo integrado de valor para estructuras sostenibles. Tesis Doctoral. ETSECCPB*. Barcelona. Universitat Politècnica de Catalunya. 2005.

ALBERSON D, WILLIAMS W, MENGERS W Y HAUIG R. Testing and Evaluation of the Florida Jersey Safety Shaped Bridge Rail. Report FHWA/TX-049-8132-1, Federal Highway Administration, Washington, D.C. 2004.

Barreras de Concreto Pre-Fabricados de Concreto. La Norma Técnica Peruana 339.22.2008. Lima. 2008.

CAÑAS J. Diseño de una nueva barrera continua de hormigón *in situ*. Barcelona. Universidad Politécnica de Catalunya. (2016).

CABRERA, G., VELÁSQUEZ, N., y VALLADARES, M. *Seguridad vial, un desafío de salud pública en la Colombia del siglo XXI*. Colombia. Facultad Nacional de Salud Pública: El escenario para la salud pública desde la ciencia, (2009).

COBEÑAS, Pablo. Sistemas de contención vehicular. Lima. Pontificia Universidad Católica del Perú. (2012).

CASTILLO, H. Análisis de riesgo de seguridad vial en la nueva carretera costanera en el tramo Pueblo Nuevo (ciudad de Ilo) – fundición Southern Peru Copper Corporation (SPCC). Lima. Universidad Nacional de Ingeniería. (2013).

JIMENO, Luisa. *Carretera y seguridad vial: materiales y equipamiento pasivo*. España. *Carreteras*: Revista técnica de la Asociación Española de la Carretera. (2012). (182), 117-125.

DE LA PEÑA, E., MILLARES, E., DÍAZ, L. *Experiencias de éxito en seguridad vial en América Latina y el Caribe: Factor institucional, legal y de control*. España. Asociación española de la carretera. (2016).

ESTRADA, E y VALVERDE, J. *Aplicación del método Bayes empírico en análisis de seguridad vial: el caso de la ruta 32 en Costa Rica*. Costa Rica. Revista Ingeniería, (2015).

VALVERDE, German. *Manual SCV Guía para el análisis y diseño de seguridad vial de márgenes de carretera*. Costa Rica. Universidad de Costa Rica Vicerrectoría de Investigación. (2011).

GARRAFA, C. Evaluación de riesgos en el transporte ferroviario de sustancias químicas peligrosas en zonas urbanas de lima y callao – primera respuesta de emergencia. Lima. Universidad Nacional de Ingeniería. (2012).

RAICAHUIN, K. Implementación de los manuales para realizar auditorías en seguridad vial en un tramo de la ruta 257 CH, en la región de Magallanes y Antártica Chilena. Chile. Universidad de Magallanes. (2012).

PESÁNTEZ, J. Propuesta para la implementación de estaciones de peaje en el proyecto ruta viva “Vía de Integración de Los Valles” y conexión al nuevo aeropuerto de Quito. Ecuador. Pontificia Universidad Católica del Ecuador. (2014).

UNE EN 1317–1. Sistemas de Contención para carreteras. Parte 1: Terminología y criterios generales para los métodos de ensayo. Google Scholar.

UNE EN 1317–2. Sistemas de Contención para carreteras. Parte 2: Clases de comportamiento, criterios de aceptación para los ensayos de choque y métodos de ensayo para barreras de seguridad. Google Scholar

UNE EN 1317–3. Sistemas de Contención para carreteras. Parte 3: Clases de comportamiento, criterios de aceptación para los ensayos de choque y métodos de ensayo para atenuadores de impactos. Google Scholar

UNE ENV 1317–4. Sistemas de Contención para carreteras. Parte 4: Clases de comportamiento, criterios de aceptación para los ensayos de choque y métodos de ensayo para terminales y transiciones de barreras de seguridad. Google Scholar.

UNE EN 1317–5. Requisitos de producto y evaluación de la conformidad para sistemas de contención de vehículos. Google Scholar.

Roadside Design Guide. American Association of State Highway and Transportation Officials (AASHTO), Washington, D.C., Estados Unidos, 2002.

Recommended Procedures for the Safety Performance Evaluation of Highway Features. NCHRP Report 350. National Cooperative Highway Research Program, Transportation Research Board (TRB), Washington, D.C., Estados Unidos, 1993.

Ross, H., Kohutck, T., and Pleder, J. Guide for Selecting, Locating, and Designing Traffic Barriers. Federal Highway Administration (FHWA), Washington, D.C., Estados Unidos, 1976.

Recomendaciones sobre Sistemas de Contención de Vehículos. Orden Circular 321/95 T y P. Dirección General de Carreteras del MOPTMA, Madrid, España, 1995.

Guardavías Metálicas. Normas Peruanas, Especificaciones Técnicas Sección 820B (2005). Ministerio de Transportes y Comunicaciones, Lima, Perú, 2005.

ANEXOS:

ANEXO 1. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

“Diseño de barrera de seguridad rígida para vehículos de alto tonelaje en la carretera Conococha - Yanacancha, Ancash – 2019”

Tabla 19. Cuadro de operacionalización de variables

VARIABLES	DEF. CONCEPTUAL	DEF. OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	Metodología de la investigación
Variable independiente	Los vehículos de alto tonelaje están diseñados mayormente para zonas mineras o proyectos de construcción, que cumplen la función de transportar materias con gran capacidad de carga.	Las capacidades del vehículo de alto tonelaje se basarán por su ficha técnica de fabricación.	Capacidades de carga	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Mercedes-Benz Actros 3344K 6x4 ➤ Scania P460 CB8x4 EHZ ➤ Scania NTG-P 450. 	Método: Método científico
Vehículos de alto tonelaje					Enfoque: Cuantitativo
Variable dependiente	Toda estructura suficientemente rígida para no deformarse de manera substancial, ante el impacto vehicular de la clase para la que fue diseñada.	El diseño de la barrera se obtendrá a través del impacto vehicular para calcular la resistencia y el dimensionamiento y ser verificado a través de programas de elementos finitos.	Cargas de impacto vehicular	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Masa ➤ Velocidad ➤ Angulo de impacto ➤ Longitud crítica 	Tipo de investigación: Aplicada
Diseño de la barrera de seguridad rígida			Dimensionamiento de la barrera	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Cálculo de resistencia de la barrera 	Nivel de investigación: Explicativa
			Análisis estructural con software	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Resistencia a la compresión ➤ Resistencia de deflexión 	Diseño de investigación: Experimental

Fuente: Tabla Propia

ANEXO 2 MATRIZ DE CONSISTENCIA

Tabla 20. Matriz de consistencia.

“Diseño de barrera de seguridad rígida para vehículos de alto tonelaje en la carretera Conococha - Yanacancha, Ancash – 2019”						
problema general	Hipótesis general	Objetivo general	Variable independiente	Dimensiones	indicadores	Escala de medición
¿Cuál es el diseño de la barrera de seguridad rígida para vehículos de alto tonelaje en la carretera Conococha - Yanacancha?	El diseño de barrera de seguridad rígida es óptimo considerando la capacidad de carga crítica para vehículos de alto tonelaje en la carretera Conococha – Yanacancha.	Diseñar barrera de seguridad rígida para vehículos de alto tonelaje en la carretera Conococha – Yanacancha.	Vehículos de alto tonelaje	Capacidad de carga	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Mercedes-Benz Actros 3344K 6x4 ➤ Scania P460 CB8x4 EHZ ➤ Scania NTG-P 450 	Razón
Problemas específico	Hipótesis específico	Objetivos específico	Variable dependiente	Dimensiones	indicadores	Escala de medición
¿Cuáles son las cargas de impacto vehicular para el diseño de la barrera de seguridad rígida para vehículos de alto tonelaje	Las cargas críticas de impacto vehicular determinan el diseño óptimo de la barrera de seguridad rígida para vehículos de alto tonelaje	Determinar las cargas de impacto vehicular para el diseño de barrera de seguridad rígida para vehículos de alto tonelaje	Diseño de la barrera de seguridad rígida	Cargas de impacto vehicular	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Masa ➤ Velocidad ➤ Angulo de impacto ➤ Longitud crítica 	Razón
¿Cuál es el dimensionamiento de la barrera de seguridad rígida para vehículos de alto tonelaje	A través del dimensionamiento se determina el diseño óptimo de la barrera de seguridad rígida para vehículos de alto tonelaje	Determinar el dimensionamiento de la barrera de seguridad rígida para vehículos de alto tonelaje.		Dimensionamiento de la barrera	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Cálculo de resistencia de la barrera 	Razón
¿Cuál es el comportamiento estructural de la barrera de seguridad rígida para vehículos de alto tonelaje?	La barrera de seguridad rígida tiene un comportamiento estructural óptimo considerando en el diseño la capacidad de carga crítica de vehículos de alto tonelaje	Analizar el comportamiento estructural de la barrera de seguridad rígida para vehículos de alto tonelaje.		Comportamiento estructural	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Resistencia a la compresión ➤ Resistencia a flexión 	Razón

Fuente: Propia



ANEXO3: INSTRUMENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS: FICHA DE RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN Y DATOS

TÍTULO: “DISEÑO DE BARRERAS DE SEGURIDAD RÍGIDAS PARA VEHÍCULOS DE ALTO TONELAJE Y SU INFLUENCIA EN LOS RIESGOS DE ACCIDENTES EN LA CARRETERA CONOCOCHA - YANACANCHA, ANCASH – 2019”

Autor: Atachagua Matias David Abrahan

Fecha: / /

A. Datos generales:

Ubicación geográfica

Provincia / Distrito:

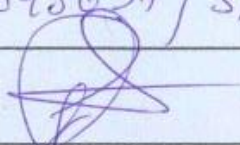
Dirección:

1 Variable Independiente: Barreras de contención rígida para vehículos de alto tonelaje


Dimensión: Dosificación

- CUADRO GENERAL DE RECOLECCIÓN DE DATOS.

Cálculo de impacto vehicular				Resultados
	M (Tn)	V(km/h)	Angulo(°)	
Mercedes-Benz Actros 3344K 6x4	41 Tn	65	20	
Scania NTG-P 450	50 Tn	65	20	
Scania P460 CB8x4 EHZ	58 Tn	65	20	
Cálculo de resistencia de la barrera de concreto armado				Resultados
Resistencia en flexión alrededor de un eje vertical a la barrera			Mw	
Resistencia en flexión alrededor de un eje longitudinal			Mc	
Longitud critica de la línea de rotura según el patrón de falla			Lc	
Resistencia nominal a la carga transversal			Rw	
Simulación en programa SAP2000				Resultados
Resistencia a compresión				
Espaciamiento entre acero				

DATOS GENERALES DEL INGENIERO/A	
NOMBRE Y APELLIDOS:	SANTOS RICARDO PADILLA PICHÉN
DNI/REGISTRO CIP:	18845637 / 51630
FIRMA	

SANTOS RICARDO PADILLA PICHÉN
INGENIERO CIVIL
CIP 51630

RANGO DE EVALUACIÓN:	LEYENDA DE EVALUACIÓN
	0 = NO VALIDO
	1 = VALIDO

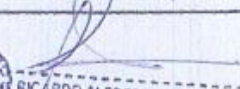



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

PUNTAJE DE EVALUACIÓN DEL EXPERTO:	0,85
------------------------------------	------



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

DATOS GENERALES DEL INGENIERO/A	
NOMBRE Y APELLIDOS:	Rivarco Alfredo Guerra Coronel
DNI/REGISTRO CIP:	120099
FIRMA	  RICARDO ALFREDO GUERRA CORONEL INGENIERO CIVIL REG. CIP. N° 120099

RANGO DE EVALUACIÓN:	LEYENDA DE EVALUACIÓN
<hr/> 0 1	0 = NO VALIDO
	1 = VALIDO

PUNTAJE DE EVALUACIÓN DEL EXPERTO:	1
------------------------------------	---



DATOS GENERALES DEL INGENIERO/A	
NOMBRE Y APELLIDOS:	Jose L. Bonites Zúñiga
DNI/REGISTRO CIP:	126769
FIRMA	

RANGO DE EVALUACIÓN: _____	LEYENDA DE EVALUACIÓN
	0 = NO VALIDO
0 _____ 1	1 = VALIDO

PUNTAJE DE EVALUACIÓN DEL EXPERTO:	1
------------------------------------	---



Mercedes-Benz

ANEXO 4: FICHAS TÉCNICAS DEL VEHÍCULO

Vehículos
Comerciales



Foto referencial

- Actros 3344K 6x4 - Euro 3

Diveimport S.A.

Representante General de Daimler AG

VENTAS : Av. Canadá 1160 - La Victoria - Lima - Telef: (511) 7122000 - Fax: (511) 7122049
SUCURSALES : Arequipa: Av. Aviación 1016 - Cerro Colorado - Telef: (51) 054 256 503
Cajamarca: Av. Atahualpa 490 - Barrio San Martín de Porres - Cercado - Telef: (511) 076 831 884
Cusco: Av. Industrial 550 - Urb. Huancaro - Santiago - Telef: (511) 084 246 800
Trujillo: AV. Teodoro Valcarcel 983. Urb. Santa Leonor - Telef: (511) 044 221 686

41K

Motor		Transmisión	
Modelo	OM 501 LA Euro III	Embrague	MFZ 400
Tipo	6 cilindros en V, con Turbo e Intercooler.		Bi disco Seco servo asistido
Potencia	320 kW (435 Cv) @ 1800 rpm	Caja de cambios	G 240 - 16 / 11.7-0 .69 con mando Telligent
Par Motor	2100 Nm @ 1080 rpm	Marchas sincronizadas	16 con Sistema Telligent EPS II
Cilindrada total	11,946 cc		
Consumo específico	188 g/kWh @ 1300 rpm	Con Telligent EPS II el conductor puede acoplar las marchas de forma cómoda y sin esfuerzo, lo que repercute en su estado físico. Al mismo tiempo, una selección de marchas óptima proporciona un modo de conducir económico y reduce el consumo de combustible. Columna de Dirección ajustable en altura e inclinación.	
Alternador (V/A)	28 / 80		
Batería (V/Ah)	2 x 12 / 165		
Freno Motor	Top Brake (Compresión a las válvulas).		

Desempeño del Vehículo		Ejes	
Reducción	6.000	Eje Delantero	MB VL 5/1D - 9
Velocidad máxima	98 Km/h	1er Eje Trasero	MB HD 7/ 053 DGS - 16
Pendiente superable con 41,000 Kg	40.8% (Máxima en el arranque)	2do Eje Trasero	MB HL 7/ 053 DS - 16
Pendiente superable con 41,000 Kg	56.7% (Máxima en el marcha)	Reducción eje Trasero	i = 6.000 con reductor de cubos

Toma de Fuerza		Bloqueo de diferencial longitudinal y transversal en el eje trasero.	
MB NA 131 - 2C	Montada en el arbol primario del cambio y propulsada por un grupo de engranajes rectos.		

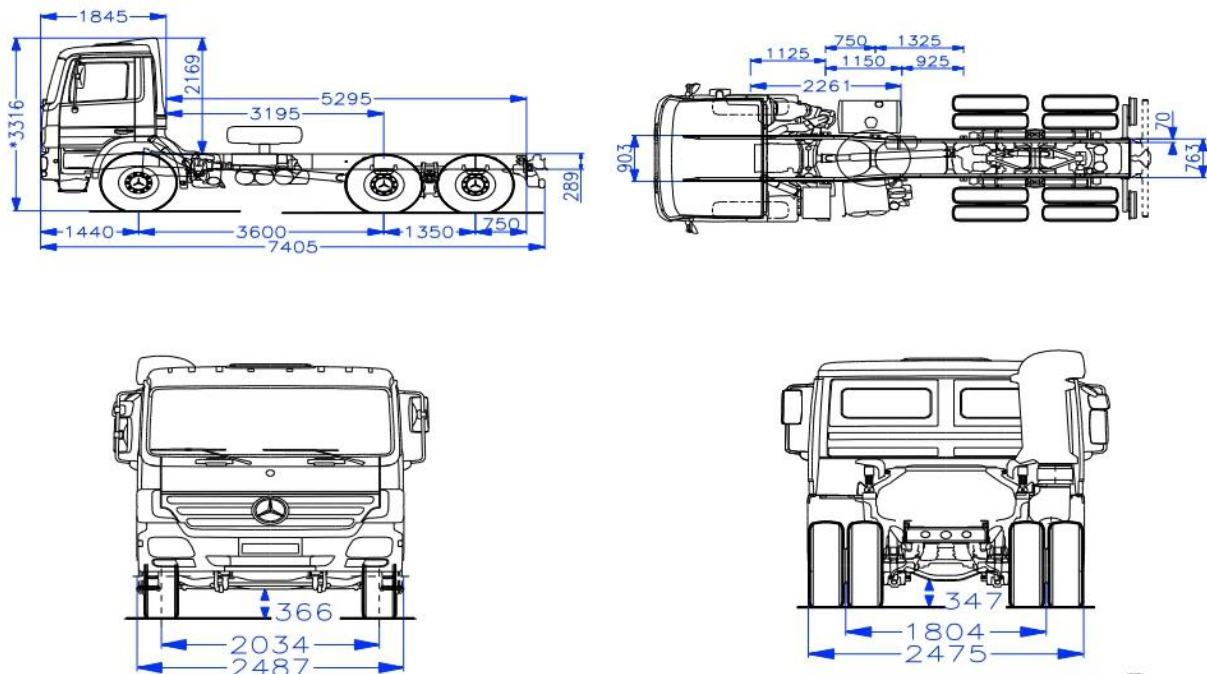
Chasis		Suspensión	
Lantas	8.5 x 24"	Delantera	Muelles Parabólicos de 04 hojas
Neumáticos Delanteros	12.00 R 24 PR 16		Capacidad: 9,000 Kg
Neumáticos Traseros	12.00 R 24 PR 16	Trasera	Muelles Parabólicos
Dirección Hidráulica	LS 6 / LS 8		Capacidad: 18,000 x 2 Kg (36,000 Kg total)
Tanque Combustible	1 x 400 Lts acero * con colador y tapa seguro		
	Tanque adicional : Opcional bajo pedido.	Con estabilizador en el 1er eje y 2do eje trasero (reforzado).	

Pesos y Capacidades			
Vacio sin carrocería *		Pesos Admisibles	
Eje Delantero	4,882 Kg	Capacidad Eje Delantero	9,000 Kg
1er Eje Trasero	2,314 Kg	Capacidad 1er Eje Trasero	16,000 Kg
2do Eje Trasero	2,314 Kg	Capacidad 2do Eje Trasero	16,000 Kg
Total	9,510 Kg	Peso Bruto Vehicular (PBV)	41,000 Kg
Capacidad de Carga	31,490 Kg *		

* Sin carrocería o implemento, con rueda de repuesto, sin conductor, sin herramientas.

Sistema de Frenos Telligent	
Cuenta con tambor en todas las ruedas. Opcional bajo pedido: Retardador hidráulico Voith R 155.	
El Sistema Telligent proporciona una alta desaceleración por frenado, armonización de la distribución de presión de frenado y del desgaste de forro de freno, regulaciones precisas de ABS / ASR desconectables, así como una división conveniente del trabajo de frenado sobre el vehículo en todas las condiciones de carga.	
Secador calefactable de aire comprimido.	
Bloqueo de rodillos	

Dimensiones (mm)



Algunos componentes que se muestran en este folleto son opcionales y sólo pueden obtenerse mediante solicitud especial. Diríjase a su representante Mercedes-Benz quién tiene la solución específica a sus necesidades de transporte. Con miras al desarrollo tecnológico Daimler AG se reserva el derecho de alterar las especificaciones y los diseños sin previo aviso. La tecnología de los productos Mercedes-Benz respeta la calidad del medio ambiente. Fotos pueden incluir opcionales.



SCANIA NTG



P450 B 8X4 HZ

LA MEJOR SOLUCIÓN PARA MINERÍA

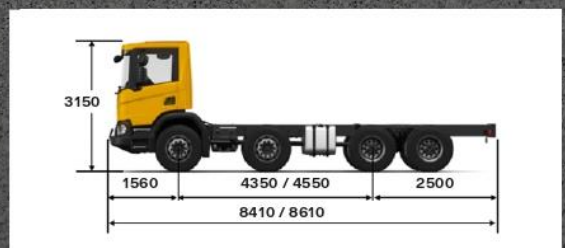


Foto referencial



CAPACIDADES Y PESOS (kg)

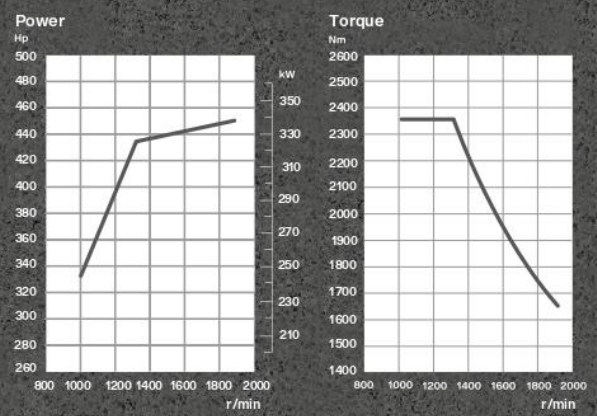
	Eje delantero	Eje trasero	Total
Capacidad técnica	22,000	36,000	58,000
Límite legal	14,000	18,000	32,000
Peso del chasis	7,820	4,780	12,600
Carga útil	14,180	31,220	45,400



MOTOR SCANIA DC 13

Cilindrada	12.7 litros.
Potencia máxima	450 cv (331 kW) a 1,900 rpm.
Torque máximo	2,350 Nm (1,000 – 1,300 rpm).
Descripción	Motor diésel de 6 cilindros rectos equipado con el sistema de inyección XPI de Scania con inyectores-bomba. Culatas individuales, 4 válvulas por cilindro. Inyección comandada electrónicamente. Turbo compresor e Intercooler. Cumple con normas de emisión Euro 5. Técnica de control de emisiones SCR.
Freno auxiliar de motor	Freno de escape con control manual y automático.
Potencia del freno de escape	256 kW a 2,400 rpm.

DC13 146 500 Euro 5



Las especificaciones y características mostradas están sujetas a cambios.





CABINA CP14 Las cabinas de Scania representan calidad, seguridad y ergonomía.

Características	Nueva gama de cabinas XT de Scania. Cabina CP14, sin litera.	
Puesto del conductor	Volante ajustable con control crucero. Grupo de instrumentos con pantalla a color de 4.1".	Tacógrafo analógico.
Suspensión	Mecánica de 4 puntos.	
Ventanas y espejos	Parabrisas tintado y ventana posterior en la cabina. Elevallas eléctrico.	Espejos de ángulo amplio con desempañado en ambos lados. Espejo superior en lado del acompañante y retrovisor frontal.
Iluminación	Faros halógenos tipo H7. Faros neblineros en el paragolpe. Faro de largo alcance en calandra delantera.	Luz de circulación de día. Circulinas.
Tecnología	Sistema de Gestión de flota Scania Communicator (Paquete de monitoreo libre de costo por 10 años).	
Equipamiento adicional estándar	Sistema de infoentretenimiento de 7" Premium. Aire acondicionado. Cuenta horas del motor. Protector de faros principales. Faros de trabajo.	Cámara de visión trasera. Bocina neumática con accionamiento eléctrico. Alarma de retroceso (68 – 78 dB). Lavador de faros.

CAJA DE CAMBIOS GRS0935R

Descripción	Tipo sincronizada de 12 marchas con overdrive, doble gama y Split, dos marchas ultralentas y dos marchas de retroceso.
Equipamiento	Enfriador de aceite de caja. Toma de fuerza posterior EG653P
Scania Opticruise	Sistema de cambio de marchas automático sin pedal de embrague para cajas de cambio mecánica.
Modos de conducción	Estándar y Off-road.

DIFERENCIAL RBP900

Tipo	Diferencial con reducción de cubos.
Relación	7.63:1
Arrastre máximo	210,000 kg.

CHASIS F958

Tipo	Bastidor principal de 9.5 mm con refuerzo interior de 8 mm.
Equipamiento	Salida de escape vertical. Toma de aire posterior alta. 02 baterías de 12V c/u y 140Ah. Alternador de 100 A. Anti-sifón en tanque de combustible.

SUSPENSIÓN

Delantera	Muelles parabólicos 5x27. Capacidad de 22,000 kg. Con barra estabilizadora de rigidez extra y amortiguadores por eje
Posterior	Muelles parabólicos 5x48/100. Capacidad de 36,000 kg. Con barra estabilizadora de rigidez extra y amortiguadores en ambos ejes para mejorar la tracción en vacío.

FRENOS TAMBOR

Descripción	Control neumático con ABS. Control de tracción y asistencia de arranques en pendientes (Hill Hold).
Frenos auxiliares	Scania Retarder R4100. 500kW de potencia máxima de frenado.

NEUMÁTICOS Y AROS

Neumáticos	12R20" (Delantero y posterior)
Aros	8.50 x 20" de acero. Sujeto a cambios según disponibilidad

COMBUSTIBLE

Capacidad	380 litros para distancia entre ejes de 4350 mm 400 litros para entre ejes de 4550mm.
Material	Acero.
Reductor (Úrea)	47 litros.



SCANIA ASSISTANCE:

0800-51727

(01) 5121877

SCANIA

ANEXO5: FICHAS TECNICAS DE LA BARRERA

Refabricados
Rosavi

☎ 922 250 106
☎ 610 432 168
admin@rosavi.com
www.rosavi.com

Pablo de la Rosa Hernández
N.I.F.: 43.622.815 A
C./- Géminis, 37. La Laguna
38205 - S/C. de Tenerife

Ficha Técnica

BARRERA NEW JERSEY

USO TEMPORAL

DEFINICIÓN

Nuestras barreras de hormigón del tipo New-Jersey de uso temporal, mejoran la seguridad vial en las carreteras, autovías y autopistas cuando estén realizando labores de mantenimiento u obras evitando en caso de accidente, que los vehículos invadan la zona de trabajo.

DENOMINACIÓN

La denominación de estos productos se realiza mediante la combinación de los conceptos señalados en la siguiente tabla:

REFERENCIAS	CONCEPTOS
Referencia al producto	BARRERA USO TEMPORAL NEW JERSEY, DOBLE CARA O UNA CARA
Dimensiones nominales	Longitud (cm) x Anchura total(cm) x Altura (cm)
Tipo de hormigón	HA-30/P/12/IIA

CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES Y HORMIGONES

La granulometría de los áridos que se utilizan se determina de manera que el producto terminado cumpla con los requisitos para los cuales ha sido diseñado. El resto de características de los áridos, así como el cemento, el agua de amasado y los posibles aditivos, son conformes con la Instrucción de Hormigón Estructural.

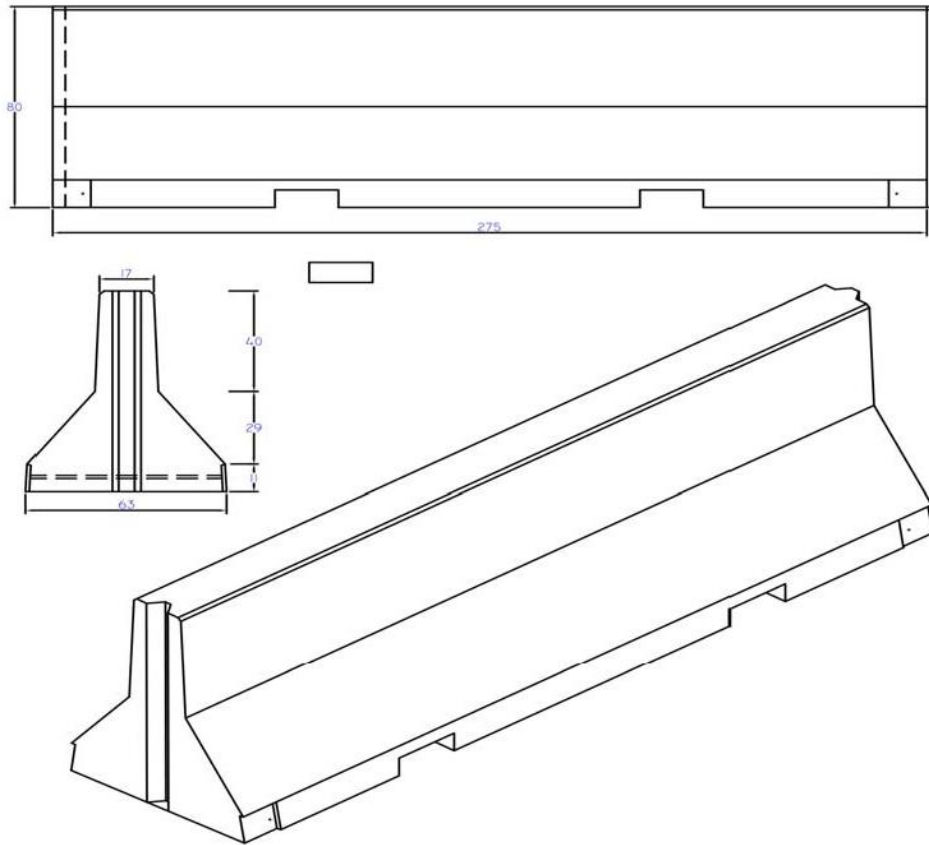
CARACTERÍSTICAS MECÁNICAS

Se fabrican siguiendo las directrices y, en base a las clases resistentes definidas en la norma **UNE-EN 13369:2006**, de acuerdo con los valores que se exponen en la siguiente tabla:

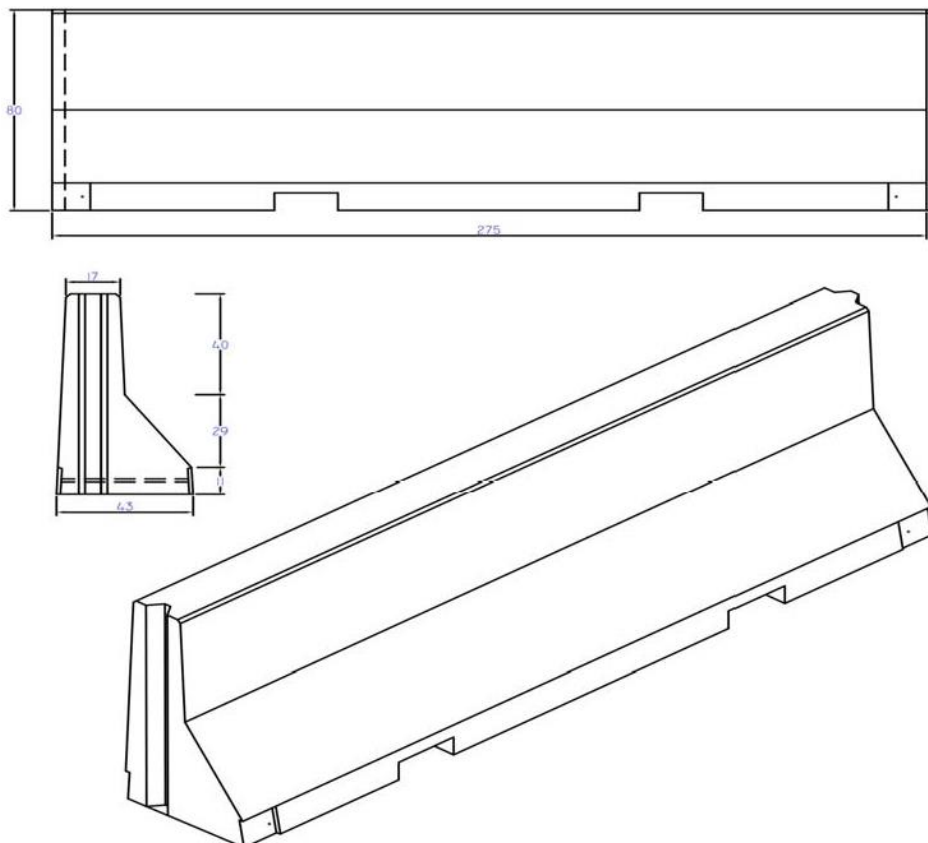
Hormigón armado resistencia:	30 kN
Dosificación de cemento :	> 360 kg/m³
Relación agua/cemento:	< 0,5

DETALLES

DOBLE CARA



UNA CARA



DIMENSIONES

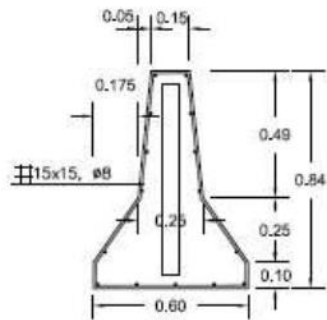
Tipo	Peso (kg)	Longitud (cm)	Anchura (cm)	Altura asiento/respaldo (cm)
Doble Cara	1.375	275	63	80
Una Cara	1.110	275	43	80

USO

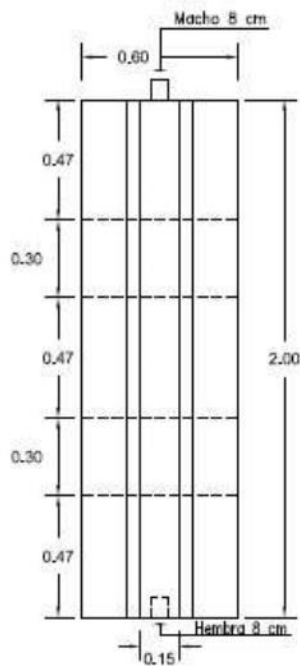
Las barreras de hormigón tipo New Jersey se utilizan esencialmente en vías de comunicación, como separador de vías, para absorber las energías del impacto, en caso de accidentes de circulación.

Las Barreras de seguridad presentan un sistema de junta del tipo macho-hembra, así como perforación para, si se desea, fijar las piezas entre sí con elementos metálicos.

BARRERA NEW JERSEY A DOS CARAS

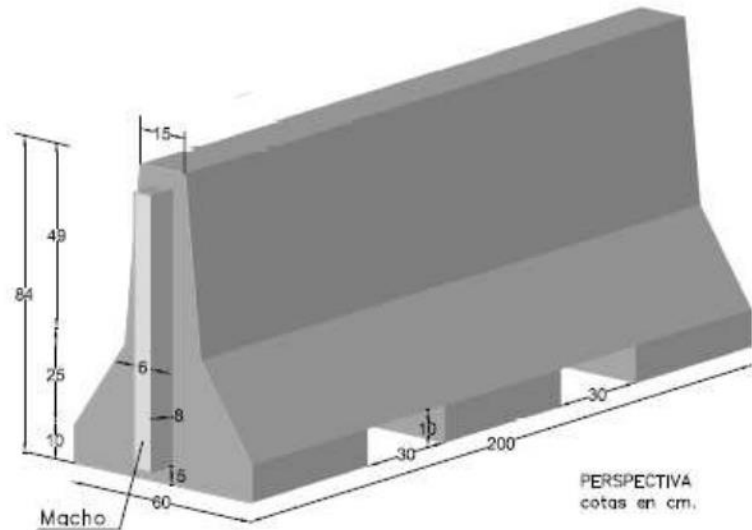
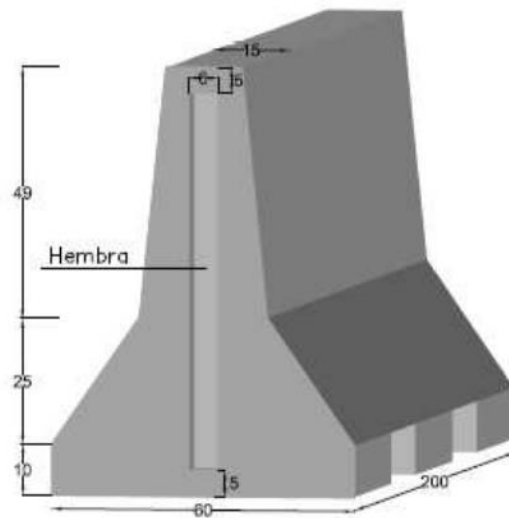


VISTA PERFIL



VISTA PLANTA

ESCALA 1/25 cotas en m.



PERSPECTIVA
cotas en cm.

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS:

BARRERA NEW JERSEY A DOS CARAS	200 x 84 x 60 x 15
TIPO DE HORMIGÓN	HA-30
TIPO DE CEMENTO	CEM-I-42,5 R FYM
PESO (kg/ metro lineal)	660 Kg
ARMADURA	15 X 15, ø8 mm.

Seguridad vial

Acero de refuerzo en barreras de concreto

El uso de las cabillas facilita el cumplimiento de los requisitos de seguridad y durabilidad exigidos a las barreras de seguridad de concreto de las redes viales.



Foto 1a. Prevención



Foto 1b. Versatilidad

Foto 1 Barreras de seguridad de concreto en vialidad urbana

Se define como barrera de seguridad vial a los sistemas de contención de vehículos, emplazados en la mediana o en los márgenes de carreteras y vías urbanas, para evitar que un vehículo abandone su canal de circulación e impacte de frente a otros que circulan en sentido contrario, o bien caiga por un talud o a un río (Foto 1a), de manera que pueda reducir su velocidad y se reoriente sin daño en una dirección casi paralela a la barrera.

Por tal motivo, las barreras de seguridad o defensas, como también se les dice coloquialmente, se colocan en restricciones súbitas de la anchura de la vía, en curvas pronunciadas luego de un tramo recto, donde existan cortes profundos o terraplenes altos cercanos a la calzada, como protecciones peatonales o de estructuras, separadores de tránsito, e incluso han sido adaptadas como soporte de las barandillas en los puentes.

Las barreras de seguridad vial se clasifican en dos tipos: las de acero y las de concreto;

éstas últimas se pueden prefabricar e instalar en el lugar previsto o se pueden vaciar en el sitio, opción más versátil al poder adaptarse a las condicionantes que presente el terreno (Foto 1b).

Barreras de seguridad en concreto

Al transitar por la red vial podemos observar en algunas ocasiones, la construcción de unas barreras de concreto, aparentemente simples pero que en realidad son refinados aparatos de seguridad pasiva. El concreto es un material resistente capaz de mantener sus propiedades bajo condiciones de exposición extrema y salvo la inspección de rutina, requiere poco o ningún mantenimiento.

La vida útil de una barrera de seguridad central o lateral, es de 40 años o más si no se producen daños considerables debido a colisiones de vehículos. Su popularidad se debe a su bajo costo, efectivo funcionamiento y prácticamente no necesita mantenimiento aún después de varios impactos.

ESTADO ANZOÁTEGUI	
Anaco (0282)	
Ferreútil Anaco, C.A.	424.88.24
Feymaca	424.31.66/03.66
Barcelona / Pto. La Cruz (0281)	
Acero Ganga, C.A.	276.70.34/01.35
Ferreconstruya, C.A.	286.2104/09.05
PRECA Barcelona	
Sec. La Aduana	276.34.02 / 10.50
PRECA Barcelona	
zona Ind. Los Montones	275.97.55
PRECA Pto. La Cruz	269.55.50
Suplimaca Oriente	274.75.92/73.92
El Tigre (0283)	
Ferretería Celma	235.19.48/07.10
PRECA El Tigre	235.62.21/63.11

ESTADO ARAGUA	
Maracay (0243)	
Hierroganga, C.A.	553.79.21/551.80.77
Materiales	
La Económica, C.A.	271.27.85 / 21.40
Maveca	245.61.44 / 63.44
Techomat, C.A.	271.07.79 / 39.95
Venemat	553.09.04 / 38.05
La Victoria (0244)	
Dist. de Hierro El Vígila	321.51.78/42.42
Migo Victoria	322.58.23 / 38.23
Turnero (0243)	
Techomat Metropolitanano	269.11.80 / 18.80

ESTADO BARINAS	
Barinas (0273)	
Ferretería El Llano	546.44.58
Hierro Cojedes Barinas	533.09.04 / 552.75.51
Materiales de Construcción	
Los Mangos, C.A.	552.79.84 / 47.05
Materiales Los Andes	
Barinas	546.45.54 / 58.97
PRECA Barinas	546.05.78

ESTADO BOLÍVAR	
Ciudad Bolívar (0285)	
Hierros Ricúpero	631.33.01 / 11.76
Pto. Ordaz / San Félix (0286)	
Hierrobeco	994.19.11/20.44
Hierros San Félix, C.A.	934.35.66/717.04.41
H. Welle, S.A.	994.05.70 / 19.09
Maploca	994.19.32 / 33.44
PRECA Guayana	934.40.35/717.36.61
Upatá (0288)	
Ferro-Materiales Piar	221.26.08

ESTADO CARABOBO	
Valencia (0241)	
Cerami Hierro La Tejera, C.A.	835.00.32
Dimo, C.A.	848.65.12
Ferreconstruya, C.A.	897.67.45/832.41.13
Ferro Cerámica Valcro	835.97.74
Ferrum	832.00.22
Gangahierros, C.A.	847.83.78
Hierro Cojedes Valencia, C.A.	835.51.30/16.87
Logonca Valencia	871.60.43/52.18
MAPLOCA	878.68.87
Motasa Valencia	833.45.71
PRECA Valencia	832.52.18/48.55
Suplimaca	617.97.40/11.17
San Joaquín / Guacara (0245)	
Caproa	571.74.63
Hierrobeco	552.02.08 / 18
Mat. Alianza	400.40.21
Suplimaca	571.05.87/72.38
Puerto Cabello (0242)	
Ferreútil	361.68.63

ESTADO COJEDES	
Tinaquillo (0258)	
Hierro Oferta	766.46.56

DTTO. CAPITAL	
Zona Metropolitana / Litoral Central (0212)	
Acero oferta, C.A.	861.27.34 / 34.06
Cabiperca	907.14.22 / 14.11
Comercial Hierrotuven	860.51.11 / 860.35.38
Comercial Muentes y Otero, C.A.	
- Catia	860.55.14 / 862.24.11
- El Algodonal	472.77.52 / 443.29.78
Diprosica	251.23.11 / 251.18.30
Ferrum	241.13.77/243.55.19
Hierro Acero 2000	532.22.42 / 532.13.68
Hierro Caracas 2003 C.A.	945.20.39 / 87.75
Hierro Trébol	332.27.29 / 97.91
Hierro y Tubo Molisano	631.17.17 / 632.32.22
Hierrobeco, C.A.	251.66.22 / 11.45
Maploca, C.A.	239.09.86
Maxiferre	472.70.46/46.32
Motasa Caracas	237.28.44/238.36.11
Purohierro 93, C.A.	352.28.23 / 03.49
Hierro Litoral	532.30.05

ESTADO FALCÓN	
Coro (0268)	
Coseimpa Coro, C.A.	277.12.30
Ferremaco, C.A.	253.01.95/251.58.19
Materiales Franco Savino	251.55.98/21.40
Punto Fijo (0269)	
Coseimpa	247.44.64
Ferretería El Ancla	246.57.93
Ferromfalca	245.43.87 / 57.54

ESTADO LARA	
Barquisimeto (0251)	
Ferreconstruya, C.A.	266.76.09/72.07
Ferrum	237.01.35
Hierro Barquisimeto, C.A.	269.23.80
Hierro Lara C.A.	237.25.12/0512
Hierrobeco, C.A.	237.36.36/69.20
Hierrofeca	237.12.84/02.80
PRECA Barquisimeto Vía Quibor	266.62.35
PRECA Cabudare	263.64.71
PRECA Barquisimeto Obelisco	376.05.02

ESTADO MÉRIDA	
Mérida (0274)	
Casamia	271.59.66/ 25.33
Materiales Andinos	266.13.63
Mat. de Construcción El Roble	221.25.04
Mat. Los Andes C.A.	266.26.44
El Vlgia (0275)	
Dist. de Hierro El Vlgia, C.A.	881.22.14/98.12
Materiales Los Andes	881.69.42/26.23

ESTADO MIRANDA	
Charallave / Cúa / Sta. Teresa (0239)	
Cocial Muentes y Otero	
Occumare del Tuy	224.13.46/225.78.40
Distribuidora Roqui, C.A.	231.15.01
Hierros Río Tuy, C.A.	246.06.61/04.34
Filas de Mariche / Guarenas / Guatire (0212)	
Distribuidora Matorca	381.18.14/07.34
Hierro Tubos, C.A.	532.06.06
Galvalume 2000	244.10.59
Motasa Guarenas	363.18.22/75.25
Los Teques (0212)	
Distribuidora Multirústicos	321.87.40
Comercializadora J.P.H. C.A.	375.13.79
Río Chico (0234)	
Comercial Sica Mar	342.10.16

ESTADO MONAGAS	
Maturín (0291)	
FERRO MATERIALES	641.97.41/643.13.82
FERVENCA	643.11.554 / 12.75
PRECA Maturín sector Bella Vista	651.49.14
PRECA Maturín sector Las Piñas	643.12.32

ESTADO NUEVA ESPARTA (0295)	
Aceros Materiales C.A.	269.23.44
Catalano Home Center	287.00.37 / 05.50

ESTADO PORTUGUESA	
Acarigua (0255)	
Fesaica	623.12.84
Guanare (0257)	
Casa del Constructor	251.58.12/253.40.73

ESTADO SUCRE	
Carúpano (0294) / Cumaná (0293)	
Industrial de Oriente	431.00.25/432.22.86
PRECA Cumaná	451.14.14
FERROSCAR, C.A.	331.2241 / 331.03.76

ESTADO TÁCHIRA	
San Cristóbal / Ureña (0276)	
Hierro Gómez	347.16.89
Madeco	343.99.42/99.30

ESTADO TRUJILLO	
Valera (0271)	
Ferretería y Materiales Darío	221.20.04

ESTADO YARACUY	
San Felipe (0254)	
Comercial López González, C.A.	
Logonca Marín	234.36.82
Ferretil San Felipe	234.35.08
PRECA Nirgua	572.04.35

ESTADO ZULIA	
Maracaibo / Santa Bárbara (0261)	
Ferretería Bicolor	734.55.52/09.95
Ferretería La Principal, C.A.	755.25.72
Ferrum	765.32.60/07.42
Iron Wolter & La Guardia	757.78.12/83.55
PRECA Maracaibo	736.20.98
Ciudad Ojeda (0265)	
Comercial Lada, S.R.L.	631.57.61

La primera generación de barreras de seguridad de concreto para autopistas y carreteras fue diseñada en 1949 en el Instituto Stevens de Hoboken, New Jersey, bajo la dirección del Departamento Estatal de Carreteras de New Jersey, basándose en un gran número de pruebas de impacto. A partir de allí se ha empleado el nombre de “barreras New Jersey” para las barreras de seguridad de concreto. Por supuesto que a medida que ha avanzado la industria automotriz, la ingeniería de las barreras ha ido haciendo ajustes para adaptarse a los nuevos vehículos y sus dimensiones.

En ausencia de normas nacionales, como referencias normativa nos podemos apoyar en la Norma Técnica Colombiana NTC 4083 *Barreras de seguridad de concreto para vías*, y en la Norma Técnica Peruana 339.222:2008 *Barreras de concreto prefabricadas*; ambas obtenibles por internet.

Las barreras de seguridad de concreto se pueden clasificar de acuerdo con los siguientes criterios:

- Método de construcción: fabricadas in situ, prefabricadas, modulares.
- Número de lados aptos para el impacto: barreras simples, y barreras dobles.
- En función de su capacidad de contención: en normales y especiales, siendo esta última una barrera cuyo comportamiento frente al impacto ha sido mejorado para el impacto de vehículos pesados.
- Por la geometría de su sección transversal: en barrera New Jersey, identificada por la letra J; la barrera Tipo F, y la barrera New Jersey recrecida.

En la Figura 1 se muestra la sección transversal de este tipo de barreras incluyendo las respectivas tolerancias constructivas. Es importante señalar que tanto

su geometría como el acabado superficial del concreto deben ser estrictamente respetados porque modifican el comportamiento esperado durante el impacto de un vehículo.

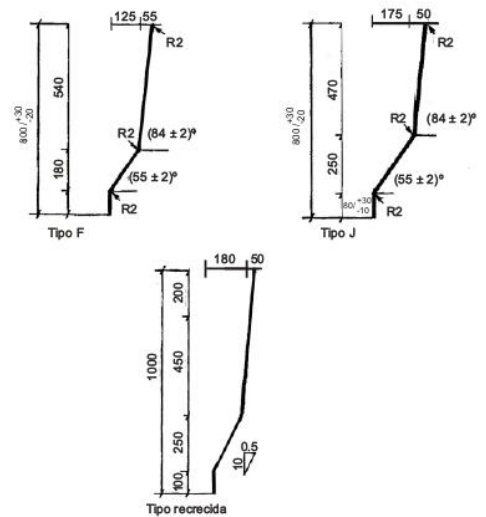


Figura 1 Geometría de las barreras de seguridad

Nota: El plano de remate horizontal que define la anchura de la barrera debe ser de 15 cm para cualquier tipo de sección transversal. Y el radio de transición circular, R2, es de 200 mm.

Tal como se puede observar en la Foto 2, al momento de un choque contra la barrera de seguridad de concreto, la rueda frontal del vehículo se pone en contacto con la parte vertical de 7.5 cm de altura que tiende a frenar y enderezar el vehículo (Zona a). Cuando se vence esta resistencia inicial, la rueda asciende por la cara inclinada de 55° (Zona b) y



Foto 2 Mecanismo de funcionamiento de una barrera de seguridad de concreto durante un impacto vehicular

una o ambas ruedas y el costado del vehículo son levantados hasta 26 cm por encima de la calzada. Esta elevación absorbe la energía del impacto y equilibra el momento de vuelco mediante la compresión de la suspensión del vehículo. Si el ángulo de impacto es pequeño, el mismo ocurre sin que la carrocería golpee la barrera.

Pero cuando la velocidad del vehículo y el ángulo de impacto son suficientemente altos, la rueda continua ascendiendo por encima de la cara inclinada de 55° poniéndose en contacto con la parte superior de la barrera inclinada 84° (Zona c), lo que completa el frenado y encauzamiento del vehículo redirigiéndolo al canal contiguo a la barrera, paralelamente a la misma. Por esto es importante mantener la parte superior de estas barreras libres de vallas, soportes de luminarias y otros accesorios que podrían enganchar el vehículo.

Esta descripción del impacto, corrobora que las alturas e inclinación de cada segmento son variables críticas; recalcando además que se han obtenido experimentalmente y se han ajustado a las características y tendencias de la industria automotriz.

Por otra parte, si posteriormente a la instalación de las barreras de seguridad se prevé la colocación de sobre capas de pavimento sin renivelar la barrera, la altura del segmento inferior se puede incrementar en 15 cm, sin que se modifique la efectividad de la barrera, considerando en todo momento que la altura del segmento inferior nunca debe ser menor de 6.5 cm pues altera el comportamiento de la barrera.

Construcción de barreras de seguridad de concreto

Las barreras de seguridad de concreto emplean una masa importante del mismo, y para que tengan sostén y resistencia, se usan cabillas como acero de refuerzo estructural, pues sin su presencia la barrera, se desmoronaría. El acero viene a ser como el “esqueleto” que queda oculto por el concreto. En cuanto a la colocación y disposición de las cabillas, se colocan formando un entramado longitudinal y transversal, siguiendo la forma de la geometría de la barrera, de manera de prepararla para resistir el eventual impacto sin mayores daños (Figura 2).

El límite elástico mínimo del acero de refuerzo que debe utilizarse será $F_y = 4200 \text{ kgf/cm}^2$. Este acero se

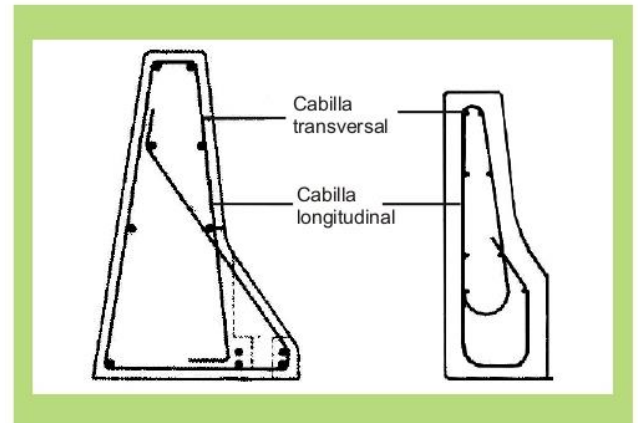


Figura 2 Detalles del acero de refuerzo en barreras de seguridad

calculará y detallará para las solicitaciones generadas por la magnitud de los impactos supuestos para el tipo de vía de circulación, con la debida consideración de los espesores de recubrimiento, longitudes de transferencia, así como el acero requerido por la retracción y fluencia del concreto, tal como se indica en los detalles de la Figura 2. El acero se colocará de tal manera que su forma y posición no se modifique durante el vaciado y posterior vibrado del concreto.

El concreto para las barreras de seguridad debe tener una resistencia a los 28 días de 250 kgf/cm^2 , usando agregado de peso normal con grueso máximo de 20 mm, una relación agua cemento menor de 0.5, y un asentamiento de $3 \text{ cm} \pm 1 \text{ cm}$. El acabado superficial de la barrera deberá ser la de un concreto liso y uniforme, sin fisuras significativas ni irregularidades mayores de 6 mm, determinadas con el borde de una regla de 3 m. Debe evitarse el acabado rugoso para facilitar que al impactar la cara inclinada el vehículo se deslice hacia arriba, y reducir la fricción entre las ruedas y la superficie pavimentada, y facilitar la reorientación del vehículo.

Una vez vaciado el concreto, debe curarse según el tipo de cemento utilizado en su elaboración: 3 días cuando se ha utilizado cemento Portland Tipo I, y el tiempo recomendado por el fabricante de los cementos incluidos en la Norma COVENIN 3134 *Cemento Portland con adiciones*.

En las siguientes secuencias de fotografías podemos visualizar la construcción de una barrera de concreto en sitio:



1.- Acero de refuerzo



2.- Preparación de las formaletas del encofrado



3.- Ensamble de las formaletas



4.- Fijación y aseguramiento de las formaletas



5.- Listo para el vaciado del concreto



6.- Barrera terminada

Los encofrados para las barreras de seguridad de concreto estarán contruidos con materiales resistentes que conserven sus características mecánicas ante la exposición continua a la radiación solar. Se estandarizan de acuerdo con la forma de la barrera, permitiendo la colocación del concreto y conservando las distancias del recubrimiento de las cabillas. La fijación se hace de tal manera que no se mueva o desplace cuando el concreto fresco sea vibrado inmediatamente después de su vaciado (Foto 4).

Finalmente, es importante acotar que la seguridad vial no depende exclusivamente de la función que cumplen las barreras de seguridad de concreto; para una adecuada seguridad vial se deben conjugar diversos factores como la fricción del pavimento, en especial en presencia de agua sobre la superficie y el drenaje eficiente, la iluminación y visibilidad de las vías, y un adecuado señalamiento vial.

Editado por



SIDETUR
SIDERÚRGICA DEL TURBIO S.A.
FILIAL DE SIVENSA

Gerencia de Mercadeo y Ventas

Coordinación: Beatriz Valecillos

Redacción: Gerardina De Gregorio

Colaborador: Arnaldo Gutiérrez

Diseño y diagramación: Diseño Guayaba Digital

Teléfonos

(0212) 407.04.15 / 03.60

www.sidetur.com.ve

BARRERAS PREFABRICADAS TIPO NEW JERSEY



entrepisos - lima

PREFABRICADOS DE CONCRETO

FUNCIONES PRINCIPALES Y USOS

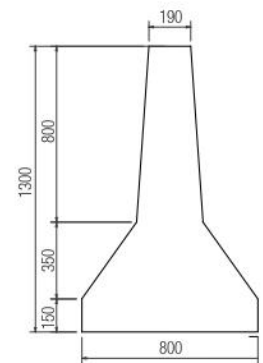
Mejoran la seguridad vial en pistas y carreteras organizando la circulación de vehículos y peatones. Absorben las energías del impacto en caso de accidentes de circulación.

- Como separador central de autopistas y vías auxiliares.
- Como separador para protección de columnas y estructuras.



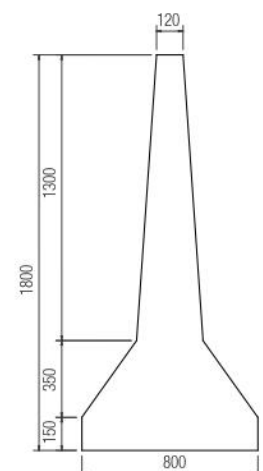
BARRERA NEW JERSEY REF: H080L300

Longitud Nominal	3.000 mm
Altura Nominal	800 mm
Junta Estándar	10 mm
Peso	2.000 kg/und
Concreto	210 kg/cm ²



BARRERA NEW JERSEY REF: H080L200

Longitud Nominal	2.000 mm
Altura Nominal	1.800 mm
Junta Estándar	10 mm
Peso	3.000 kg/und
Concreto	210 kg/cm ²



ANEXO 6: FICHAS DE LABORATORIO



GEOFAL SOCIEDAD ANONIMA CERRADA
AV. RIO MARAÑON NRO. 763 5221851

LOS OLIVOS - LIMA - LIMA

RUC: 20549356762

BOLETA DE VENTA ELECTRÓNICA

Nro. B001-00000001

Cliente:	ATACHAGUA MATIAS DAVID ABRAHAN	Moneda:	SOLES	IGV:	%18.00
DNI:	76805363				
Dirección:					
Ciudad:					

Fecha de Emisión: 03-oct-2019	Condición de Pago:	Orden de Compra:	Fecha de Vencimiento:	N° Guía de Remisión:
---	---------------------------	-------------------------	------------------------------	-----------------------------

CÓDIGO	CANT.	UNID.	DESCRIPCIÓN	V. UNT.	DSCTO.	P. VENTA
ENS	1	UND	ENSAYOS DE SUELO	550	0.00	550.00

OBSERVACIONES

OP. GRAVADAS	S/ 550.00
OP. INAFECTA	S/ 0.00
OP. EXONERADA	S/ 0.00
OP. EXPORTACION	S/ 0.00
TOTAL OP. GRATUITAS	S/ 0.00
DSCOTOS TOTALES	S/ 0.00
SUB TOTAL	S/ 550.00
ICBPER	S/ 0.00
ISC	S/ 0.00
IGV	S/ 99.00
TOTAL	S/ 649.00

SON: SEISCIENTOS CUARENTA Y NUEVE Y 00/100 SOLES



Operador de Servicios Electrónicos
según Resolución N° 034-005-0008776



Representación impresa de la boleta de venta electrónica, consulte en www.efact.pe
Autorizado mediante la Resolución de intendencia N° 0340050004177/SUNAT



GEOFAL S.A.C.

GEOTECNIA & LABORATORIO DE MECÁNICA
DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

ENSAYO DE CORTE DIRECTO BAJO CONDICIONES CONDICIONES CONSOLIDADAS DRENADAS ASTM D3080-04

SOLICITANTE : ATACHAGUA MATIAS DAVID ABRAHAM
PROYECTO : DISEÑO DE BARRERA DE SEGURIDAD RÍGIDA PARA VEHÍCULOS DE ALTO TONELAJE EN LA CARRETERA CONOCOCHA - YANACANCHA, ANCASH - 2019.
UBICACIÓN : CARRETERA CONOCOCHA - YANACANCHA, ANCASH.
CALICATA : C-1 MUESTRA : M-3 CLASIF. SUCS : SP-SM
FECHA : Oct-19 REGISTRO : 119-19 / ESP 01 VELOC. CORTE : 0,5 mm/min

ESPECIMEN 1

Altura Inicial:	26.4	mm
Lado de caja :	63.5	mm
Area Inicial:	31.7	cm ²
Densidad :	1.917	gr/cm ³
Humedad Inic.:	3.8	%
Humedad Fin.:	5.3	%
Esf. Normal :	0.63	kg/cm ²
Esf. Corte:	0.750	kg/cm ²

ESPECIMEN 2

Altura Inicial:	26.4	mm
Lado de caja :	63.5	mm
Area Inicial:	31.7	cm ²
Densidad :	1.917	gr/cm ³
Humedad Inic.:	3.8	%
Humedad Fin.:	5.3	%
Esf. Normal :	1.26	kg/cm ²
Esf. Corte:	1.312	kg/cm ²

ESPECIMEN 3

Altura Inicial:	26.4	mm
Lado de caja :	63.5	mm
Area Inicial:	31.7	cm ²
Densidad :	1.917	gr/cm ³
Humedad Inic.:	3.8	%
Humedad Fin.:	5.2	%
Esf. Normal :	2.53	kg/cm ²
Esf. Corte:	2.494	kg/cm ²

Deformacion horizontal (%)	Esfuerzo de Corte (kg/cm ²)	Esfuerzo Normalizado (t/s)	Deformacion horizontal (%)	Esfuerzo de Corte (kg/cm ²)	Esfuerzo Normalizado (t/s)	Deformacion horizontal (%)	Esfuerzo de Corte (kg/cm ²)	Esfuerzo Normalizado (t/s)
0.00	0.000	0.000	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.05	0.066	0.104	0.05	0.05	0.04	0.05	0.01	0.00
0.09	0.138	0.218	0.09	0.10	0.08	0.09	0.02	0.01
0.19	0.195	0.308	0.19	0.16	0.13	0.19	0.09	0.04
0.28	0.234	0.370	0.28	0.25	0.20	0.28	0.28	0.11
0.47	0.206	0.324	0.47	0.30	0.23	0.47	0.47	0.19
0.71	0.254	0.399	0.71	0.39	0.30	0.71	0.65	0.26
0.94	0.290	0.454	0.94	0.46	0.36	0.94	0.80	0.31
1.18	0.324	0.506	1.18	0.53	0.41	1.18	0.94	0.37
1.42	0.353	0.549	1.42	0.58	0.45	1.42	1.04	0.40
1.65	0.380	0.590	1.65	0.63	0.49	1.65	1.12	0.44
1.89	0.426	0.658	1.89	0.69	0.53	1.89	1.22	0.47
2.36	0.505	0.776	2.36	0.80	0.62	2.36	1.40	0.54
2.83	0.562	0.857	2.83	0.89	0.68	2.83	1.55	0.59
3.31	0.613	0.930	3.31	0.98	0.74	3.31	1.71	0.65
3.78	0.665	1.002	3.78	1.07	0.80	3.78	1.87	0.70
4.25	0.710	1.064	4.25	1.14	0.85	4.25	2.00	0.75
4.72	0.739	1.100	4.72	1.19	0.89	4.72	2.11	0.78
5.67	0.750	1.102	5.67	1.27	0.93	5.67	2.30	0.84
6.61	0.718	1.041	6.61	1.29	0.94	6.61	2.44	0.88
7.56	0.721	1.032	7.56	1.31	0.94	7.56	2.49	0.89
8.50	0.721	1.018	8.50	1.28	0.91	8.50	2.40	0.85
9.45	0.703	0.980	9.45	1.23	0.85	9.45	2.27	0.79
10.39	0.700	0.962	10.39	1.17	0.80	10.39	2.10	0.72
11.34	0.710	0.962	11.34	1.15	0.78	11.34	2.02	0.68

OBSERVACIÓN: Muestra Remoldeada a 1.643 gr/cm³.

Determinado en Campo:

Mediante Ensayo de Densidad - ASTM D1556

Mediante Ensayo de Humedad - ASTM D2216

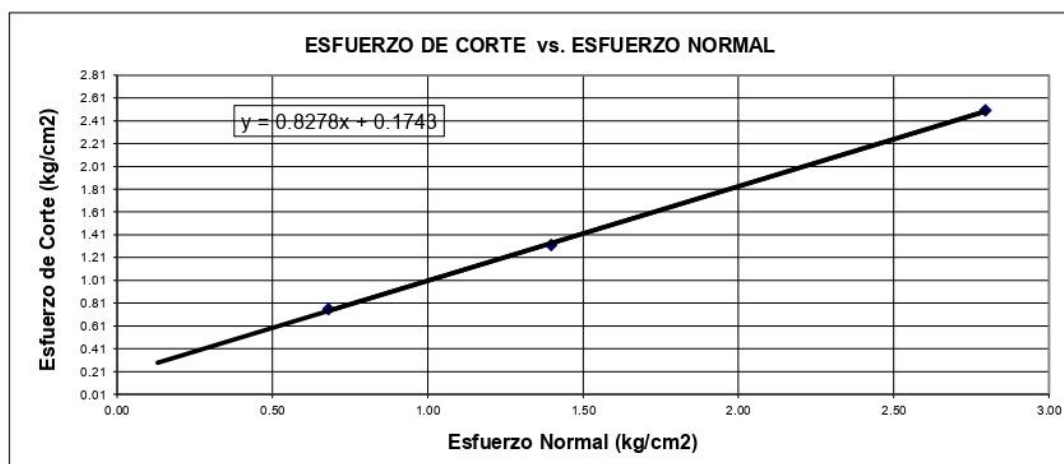
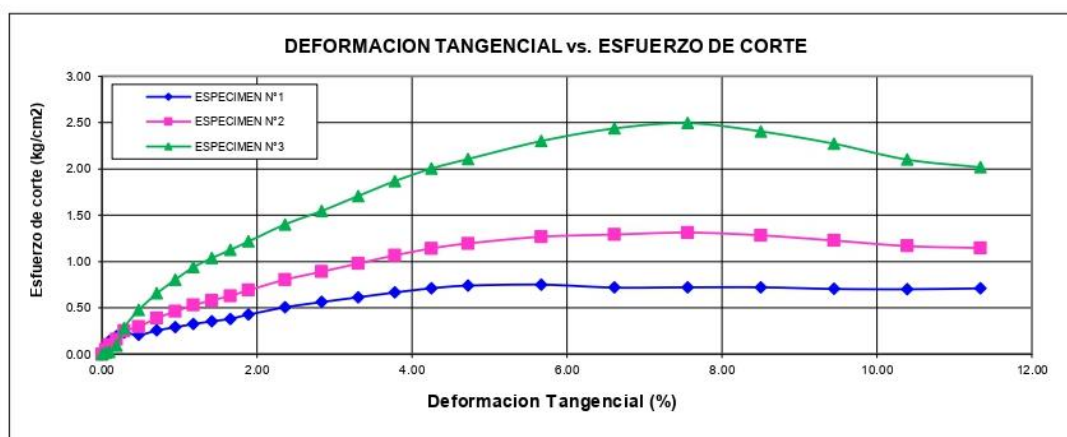


GEOFAL S.A.C.

GEOTECNIA & LABORATORIO DE MECÁNICA
DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

ENSAYO DE CORTE DIRECTO BAJO CONDICIONES CONDICIONES CONSOLIDADAS DRENADAS ASTM D3080-04

SOLICITANTE : ATACHAGUA MATIAS DAVID ABRAHAM
PROYECTO : DISEÑO DE BARRERA DE SEGURIDAD RÍGIDA PARA VEHÍCULOS DE ALTO TONELAJE EN LA CARRETERA CONOCOCHA -
YANACANCHA, ANCASH - 2019.
UBICACIÓN : CARRETERA CONOCOCHA - YANACANCHA, ANCASH.
CALICATA : C-1 MUESTRA : M-3 CLASIF. SUCS : SP-SM
FECHA : Oct-19 REGISTRO : 119-19 / SU 20 VELOC. CORTE : 0,5 mm/min



Resultados:		
Cohesión ©	0.174	Kg/cm2
Angulo de fricción (φ°)	39.62°	

OBSERVACIÓN: Muestra Remoldeada a 1.643 gr/cm3.

Determinado en Campo:

Mediante Ensayo de Densidad - ASTM D1556

Mediante Ensayo de Humedad - ASTM D2216



CALCULO CAPACIDAD PORTANTE

SOLICITANTE : ATACHAGUA MATIAS DAVID ABRAHAM
PROYECTO : DISEÑO DE BARRERA DE SEGURIDAD RÍGIDA PARA VEHÍCULOS DE ALTO TONELAJE EN LA CARRETERA CONOCOCHA - YANACANCHA, ANCASH - 2019.
UBICACIÓN : CARRETERA CONOCOCHA - YANACANCHA, ANCASH.
TIPO DE CIME : CIMENTACION CUADRADA (EDIFICACION) **REALIZADO :** Ing. M.C.A.
FECHA : Oct-19 **REGISTRO:** CP-AMDA-2019 **REVISADO :** Ing. I.C.L.

Capacidad Admisible por Resistencia

Cohesion **C** **0.00** **kg/cm2**
 Angulo de Friccion **Φ** **39.6** °
 Peso unitario suelo seco **Y** **1.92** **tn/m3**
 Factor de Seguridad **Fs** **3.0**
 Inclinacion de la carga **β** **0.00** °

$$Q. Ult. = C. Nc. Fcs. Fci + q. Nq. Fqs. Fqi + \frac{1}{2} y. B. Ny. Fys. Fyi$$

Factor de capacidad de carga	
Nc	27.63
Nq	16.25
Ny	19.04

Factor de inclinacion	
Fci	1.00
Fqi	1.00
Fyi	1.00

Df (m)	B (m)	L (m)	Factor de Forma			Q. Ult. (Tn/m2)	Q. Adm. (Tn/m2)	Q. Ult. (kg/cm2)	Q. Adm. (kg/cm2)
			Fcs	Fqs	Fys				
1.00	1.00	1.00	1.59	1.55	0.6	59.30	19.77	5.93	1.98
	1.20	1.20	1.59	1.55	0.6	61.49	20.50	6.15	2.05
	1.50	1.50	1.59	1.55	0.6	64.77	21.59	6.48	2.16
	2.00	2.00	1.59	1.55	0.6	70.25	23.42	7.02	2.34
1.20	1.00	1.00	1.59	1.55	0.6	68.97	22.99	6.90	2.30
	1.20	1.20	1.59	1.55	0.6	71.16	23.72	7.12	2.37
	1.50	1.50	1.59	1.55	0.6	74.44	24.81	7.44	2.48
	2.00	2.00	1.59	1.55	0.6	79.92	26.64	7.99	2.66
1.50	1.00	1.00	1.59	1.55	0.6	83.47	27.82	8.35	2.78
	1.20	1.20	1.59	1.55	0.6	85.66	28.55	8.57	2.86
	1.50	1.50	1.59	1.55	0.6	88.95	29.65	8.89	2.96
	2.00	2.00	1.59	1.55	0.6	94.42	31.47	9.44	3.15



GEOFAL S.A.C.

GEOTECNIA & LABORATORIO DE MECÁNICA
DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

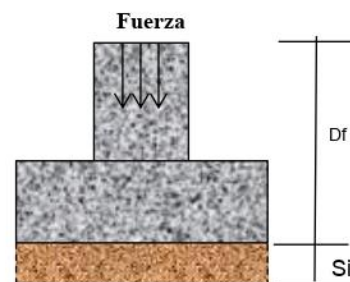
ASENTAMIENTO

SOLICITANTE : ATACHAGUA MATIAS DAVID ABRAHAM
PROYECTO : DISEÑO DE BARRERA DE SEGURIDAD RÍGIDA PARA VEHÍCULOS DE ALTO TONELAJE EN LA CARRETERA CONOCOCHA - YANACANCHA, ANCASH - 2019.
UBICACIÓN : CARRETERA CONOCOCHA - YANACANCHA, ANCASH.
TIPO DE CIMEN : CIMENTACION CUADRADA (EDIFICACION) **REALIZADO** : Ing. K.Ch.C
FECHA : Oct-19 **REGISTRO**: CP-AMDA-2019 **REVISADO** : Ing. I.C.L.

Capacidad por Asentamiento

Relacion de Poisson μ **0.25**
 Modulo de Elasticidad E_s **1100** **tn/m²**
 Asent. Permisible S_i (**max**) **2.50** **cm**

$$S_i = \frac{Q \cdot Adm \cdot B(1 - u^2)}{E_s} I_f$$



Df (m)	B (m)	L (m)	Factor de Forma (If)		Q. Adm. (kg/cm ²)	Q. Adm. (kg/cm ²)	Rigido Si (cm)	Flex. Centro Si (cm)
			Rigido	Flex. Centro				
1.00	1.00	1.00	82	112	1.98	1.98	1.38	1.89
	1.20	1.20	82	112	2.05	2.05	1.72	2.35
	1.50	1.50	82	112	2.16	1.74	1.83	2.50
	2.00	2.00	82	112	2.34	1.31	1.83	2.50
1.20	1.00	1.00	82	112	2.30	2.30	1.61	2.20
	1.20	1.20	82	112	2.37	2.18	1.83	2.50
	1.50	1.50	82	112	2.48	1.74	1.83	2.50
	2.00	2.00	82	112	2.66	1.11	1.55	2.13
1.50	1.00	1.00	82	112	2.78	2.22	1.55	2.13
	1.20	1.20	82	112	2.86	1.85	1.55	2.13
	1.50	1.50	82	112	2.96	1.48	1.55	2.13
	2.00	2.00	82	112	3.15	1.11	1.55	2.13



GEOFAL S.A.C.

GEOTECNIA & LABORATORIO DE MECÁNICA
DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

DENSIDAD INSITU METODO DEL CONO DE ARENA (NORMA ASTM D-1556)

SOLICITANTE : ATACHAGUA MATIAS DAVID ABRAHAM

PROYECTO : DISEÑO DE BARRERA DE SEGURIDAD RÍGIDA PARA VEHÍCULOS DE ALTO TONELAJE EN LA CARRETERA CONOCOCHA - YANACANCHA, ANCASH - 2019.

UBICACIÓN : CARRETERA CONOCOCHA - YANACANCHA, ANCASH.

CALICATA : C-1

MUESTRA : M-3

REALIZADO : Ing. M.C.A

FECHA : Oct-19

REGISTRO : 238-19 / SU 14

REVISADO : Ing. I.C.L.

ENSAYO N°	1		2		3	
Ubicación	Densidad Natural	Densidad Natural				
Capa	C-1					
Peso Inicial de arena	7496	7496				
Peso Residual arena	3514	3514				
Peso arena + cono	1745	1745				
Peso arena hueco	2237	2237				
Densidad arena	1.373	1.373				
Volumen hueco	1629	1629				
Peso Suelo Extraído	3124	3124				
Peso de la grava	0	1162				
Densidad de grava	0.000	2.670				
Volumen de grava	000	435				
Peso Suelo	3124	1962				
Volumen del suelo	1629	1194				
Densidad húmeda	1.917	1.643				
Densidad Seca	1.848					
CONTENIDO DE HUMEDAD						
Con Speedy (AASHTO T-217)						
Recipiente N°						
Peso suelo húmedo	807.0					
Peso suelo seco (en el horno)	777.6					
% de humedad (AASHTO T-265)	3.8					

Observaciones :



GEOFAL S.A.C.

GEOTECNIA & LABORATORIO DE MECÁNICA
DE SUELOS, CONCRETO Y PAVIMENTOS

ANÁLISIS MECÁNICO POR TAMIZADO (ASTM D-422)

SOLICITANTE : ATACHAGUA MATIAS DAVID ABRAHAM

PROYECTO : DISEÑO DE BARRERA DE SEGURIDAD RÍGIDA PARA VEHÍCULOS DE ALTO TONELAJE EN LA CARRETERA CONOCOCHA - YANACANCHA, ANCASH - 2019.

UBICACIÓN : CARRETERA CONOCOCHA - YANACANCHA, ANCASH.

FECHA : Oct-19

REGISTRO : 600-19 / SU 02

REALIZADO : Ing. M.C.A

REVISADO : Ing. I.C.L.

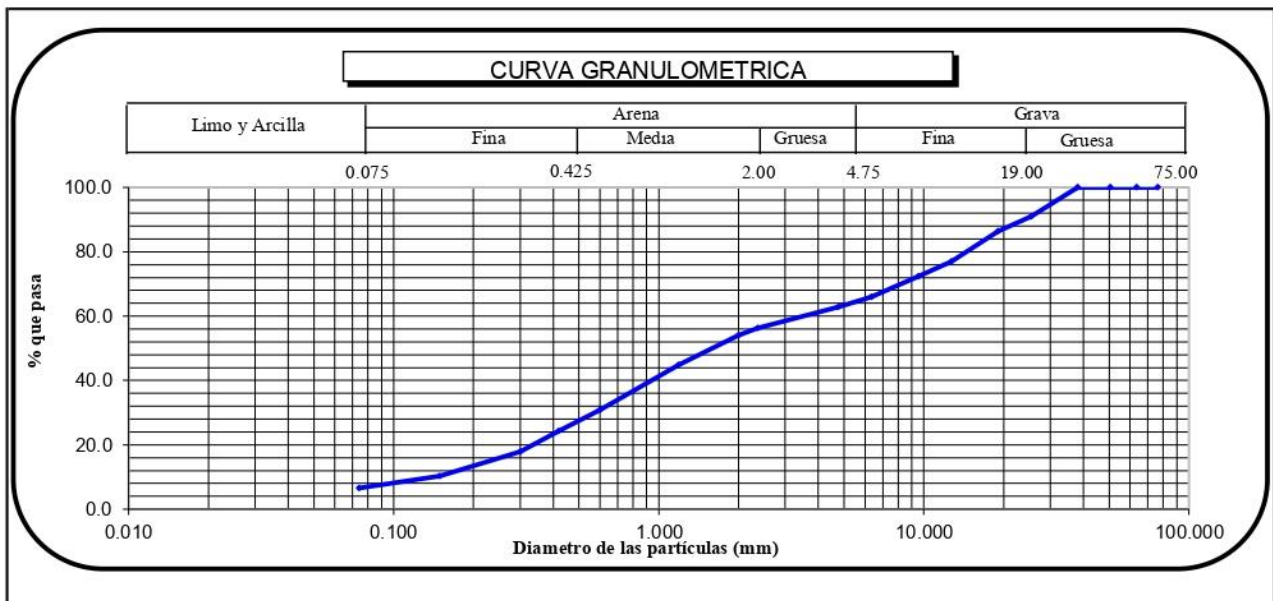
Sondaje	C-1	
Muestra	M-3	
Profundidad (m)	NE	

Humedad Natural	%W		3.8
Limite Liquido	LL	ASTM D-4318	0.0
Limite Plastico	LP	ASTM D-4318	NP
Indice Plasticidad	IP		NP
Clasificación	SUCS	ASTM D-2487	SP-SM
Clasificación	AASHTO	ASTM D-3282	A-1-b (0)

Malla	Tamiz	mm.	% que Pasa
PORCENTAJE ACUMULADO QUE PASA (%)			
3"		76.200	100.0
2"		50.600	100.0
1 1/2"		38.100	100.0
1"		25.400	90.9
3/4"		19.050	86.4
3/8"		9.525	72.3
No4		4.760	62.8
8		2.360	56.4
16		1.190	44.8
30		0.600	30.8
40		0.420	24.3
50		0.300	17.9
100		0.149	10.3
200		0.074	6.6

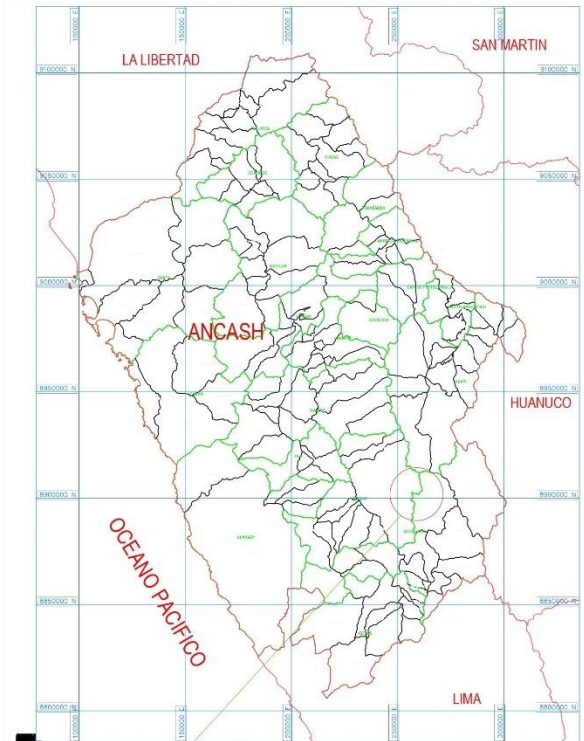
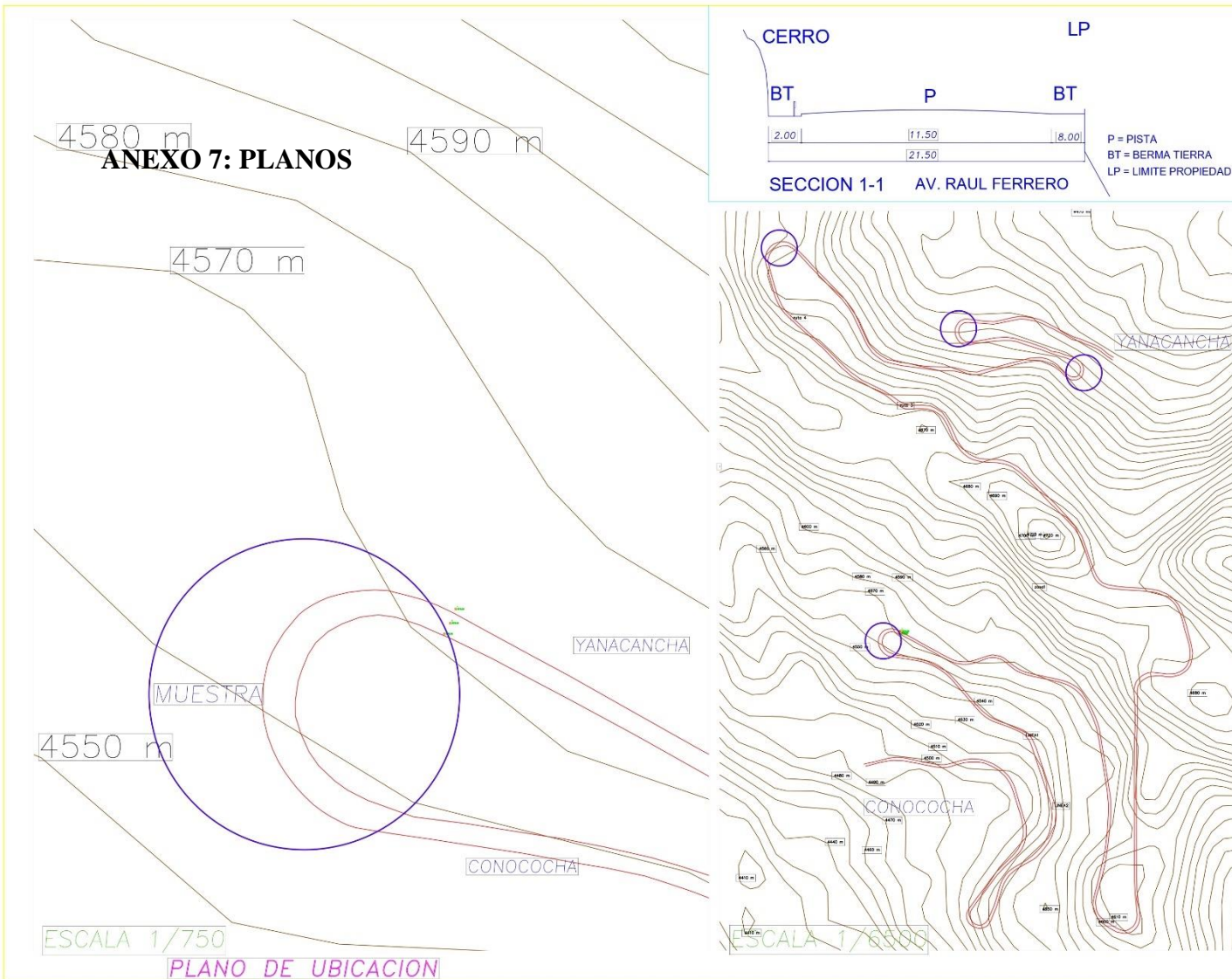
% GRAVA	37.2	Gruesa	13.6
		Fina	23.6
% ARENA	56.2	Gruesa	8.7
		Media	29.7
		Fina	17.8
% FINO	6.6		6.6

D10	mm	0.143
D30	mm	0.578
D60	mm	3.721
Cu		26.076
Cc		0.628



OBSERVACIONES :

.....

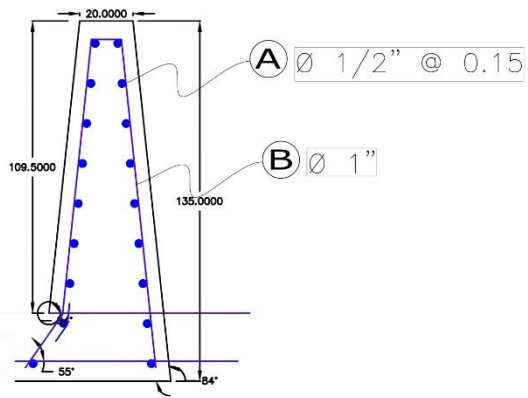


ESQUEMA DE LOCALIZACION
ESCALA : 1/12500

PROVINCIA: ANCASH
 DISTRITO: CONOCOCHA
 URBANIZACION: KILOMETRO 73

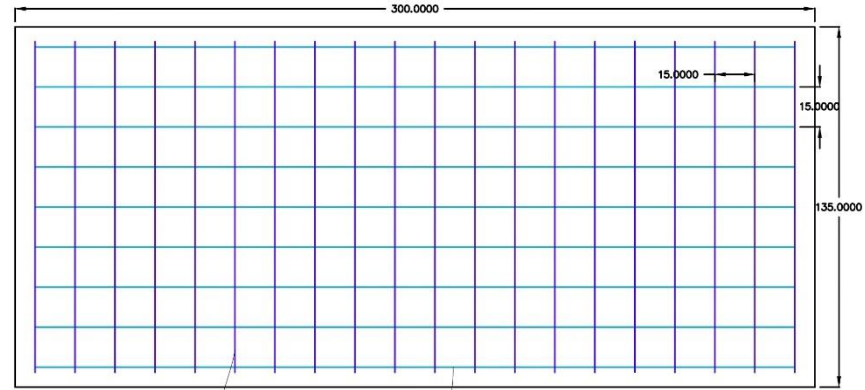
CUADRO COMPARATIVO		Juicio de Ingenieros Civiles	CIP
PROYECTO	MURO DE CONTENCION VEHICULAR		
Ubicacion	Barrera para vehiculos de alta tonelada	BENITEZ ZUÑIGA, Jose Luis	126769
Ubicacion	Conocochoa-Yanacancha		
Referencia	Km. 57+000	GUERRA CORONEL, Ricardo Alfredo	120699
Zona	Minera		
Altitud	4570 msnm	PADILLA PICHEN, Sontos Ricardo	51630

PROFESIONAL			
PROYECTO	<p>Resolución del Directorio de Seguridad P.R.C. que autoriza al P.R. para la ejecución de la obra de: Barrera para Vehículos de Alta Tonelada, Ancash 2019.</p>		
PLANO			LAMINA
ESCALA	INDICADA	FECHA	02 de Setiembre 2019
		DIBUJO	



SECCION barrera H=(1.35m)

ESCALA 1/100



ESCALA 1/100

B Ø 1" A Ø 1/2" @ 0.15

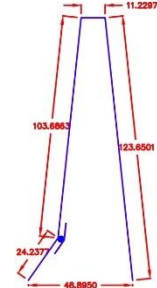
Acero de refuerzo horizontal

A 9 Ø 1/2" @ 0.15m de 3.00m



Acero de refuerzo vertical

B 19 Ø 1" @ 0.15 de 3.30m



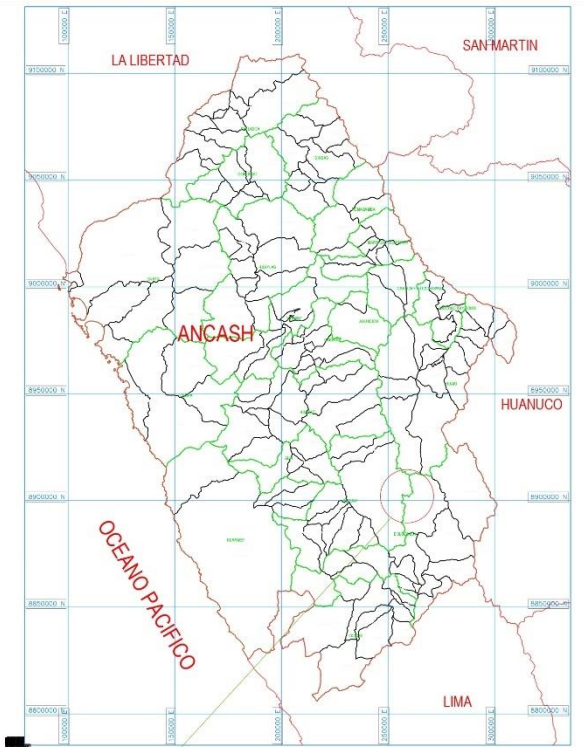
ESCALA 1/125

ESPECIFICACIONES TECNICAS

- 1.- ACERO DE REFUERZO
 $f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$
- 2.- RECUBRIMIENTOS MINIMOS
Zapata: 7.5 cm
Pantalla: 5.0 cm

METRADOS DE ACERO

TIPO	Ø	TOTAL PIEZAS	LONGITUD (m)	
			UNITARIO	TOTAL
A	1"	100	7.775	777.5
B	1/2"	44	10.30	453.2



ESQUEMA DE LOCALIZACION

ESCALA : 1/1250

PROVINCIA: ANCASH
DISTRITO: CONOCOCHA
URBANIZACION: KILOMETRO 73

PLANO DE ESTRUCTURA

CUADRO COMPARATIVO

Juicio de Ingenieros Civiles

CIP

INDICACION	INDICACION

BENITEZ ZUÑIGA, Jose Luis	126769
GUERRA CORONEL, Ricardo Alfredo	120699
PADILLA PICHEN, Santos Ricardo	51630

PROFESIONAL	
PROYECTO	
PLANO	

ESCALA	INDICADA	FECHA	02 de Setiembre 2019	DIBUJO	
--------	----------	-------	----------------------	--------	--

ANEXO 8: LICENCIA DEL PROGRAMA



About SAP2000



SAP2000 Ultimate 64-bit

Version 20.2.0 Build 1445

Structural Analysis Program

Copyright (c) 1976-2018 Computers and Structures, Inc.

A product of:

Computers and Structures, Inc.

www.csiamerica.com

This product is licensed to:

sap2000

Physical Memory

Total: 7648.355 MB

Available: 5525.941 MB

Windows Version:

Windows 10 (Version 10.0) Build 10586

[User Settings Folder](#)

270 days left on Standalone License.

License Info...

OK



License for

Feature	SAPUL
License Version	20
Type	Standalone
Number of days left on License	270

Locking Data

Locking Criteria	Custom
Selector	3010
Code	*1PA5LK8VV S33JPK

License Server

Server

Total # of Licenses on Server

Copyright(c) 2018 Computers and Structures, Inc.

www.csiamerica.com

OK

Print

ANEXO 9: RECOLECCIÓN DE DATOS



Conococha con destino a la zona de recolección de muestras



Conococha km 57+350 lugar de la muestra



Medición a la zona a trabajar



Altura de la primera muestra



Altura de 1.60 de la última muestra a extraer



Tres muestras extraídas



Ancho de la carretera de la zona de trabajo



Longitud de zona de trabajo