

Artículo Científico

<https://doi.org/10.52428/20758944.v13i41.640>

# Diseño estructural de distribución vial en la rotonda del Nudo Vita

## *Structural design of a road distributor at the Nudo Vita intersection*

1. David Gonzalo Perez Ramos
2. Marcelo Tomás Pardo Ayllón

### Resumen

El presente artículo es un extracto de un trabajo de investigación científica realizado en agosto del año 2016 y culminado en noviembre del año 2017. En él, se realizó un diseño estructural de distribuidor vial en la rotonda del Nudo Vita, dado que es un punto neurálgico en horarios claves en cuanto a la congestión vehicular debido a la mala planificación urbana y la baja educación vial por parte de la población, tanto de choferes como de transeúntes. Este problema ocasiona pérdida de tiempo y daño en la salud; asimismo, afecta en la contaminación ambiental y el desarrollo de la ciudad.

Un distribuidor vial en ciudades con calles y avenidas establecidas es una de las soluciones más factibles para solucionar el caos vehicular.

**Palabras clave:** Diseño geométrico y circulación vial. Intersección a nivel. Criterios de diseño. Nudo vial.

### Abstract

The actual article is a resume of an Project started on August of 2016 and concluded on November of 2017. The investigation consists of a structural design of a distributor road at the Nudo Vita intersection, since it has critical traffic issues on certain hours because of a bad urban planification and a low roadway of most drivers and pedestrians. This causes time and economical loses, health and stress problems, pollution, and affects the city's economical progress.

Road distributors in cities with already established avenues and streets is one of the most factible solutions for vehicular traffic problems.

**Keywords:** Geometric design and road circulation. Intersection at level. Design principles. Road Junction

1. Licenciado en Ingeniería Civil. Residente de Obra "Tendido de Tubería de Acero DN 400 La Paz - Bolivia"  
david-gpr@hotmail.com
2. Licenciado en Ingeniería Civil. Docente en Carrera Ingeniería Civil, Universidad del Valle.  
marzellus81@gmail.com

## INTRODUCCIÓN

La congestión vehicular se produce en la mayoría de los casos por mala planificación, sobre todo en los nudos o plazas centrales que deberían servir de escape, pero -al contrario- no es así. Por esta razón, y viendo que uno de los puntos más conflictivos con relación a la congestión vehicular en la ciudad se encuentra en el Nudo Vita, se propone el diseño estructural de un distribuidor vial que genere conexiones directas entre avenidas, evitando que los vehículos se detengan.

El Nudo Vita está situado en la zona San Sebastián de la ciudad de La Paz, es la intersección de la avenida Perú y la avenida América, con coordenadas 16°29'33.0"S 68°08'36.6"W. Se lo considera un punto estratégico, ya que une puntos de la ciudad muy importantes como ser el casco central por medio de la avenida América, la zona El Rosario y el Macro distrito Max Paredes.

La obra se presenta con el propósito de resolver los problemas de congestión vial en el Nudo Vita, cubriendo la necesidad de un reordenamiento urbano, ya que al crear un flujo constante a las vías de forma ordenada, se disminuye significativamente el tiempo de recorrido vehicular, lo cual se traduce en disminución de horas de tráfico, de gases automotores y estrés, se reduce la contaminación auditiva y visual, así como se genera mayor productividad y seguridad, lo que permite mejorar la calidad de vida de los habitantes.

El control del tránsito en las intersecciones de las carreteras es importante para los ingenieros civiles, ya que buscan diferentes maneras de alcanzar la más alta eficiencia en cualquier sistema de carreteras. Existen varios métodos para controlar el tránsito en las intersecciones, que pueden ir desde la colocación de letreros o semáforos, hasta la construcción de nuevos carriles, puentes o distribuidores viales. Con estos métodos de control se reduce significativamente el número de puntos de conflicto.

Un distribuidor vial es un proyecto de construcción que ayuda a solucionar el problema de tráfico. Puede tener elevados, túneles, varias vías alternas, salidas y entradas. Este emplazamiento vial permite el desplazamiento del tránsito vehicular por múltiples vías de circulación y hacia diversos destinos.

Para la realización de un distribuidor vial, se deben de tomar en cuenta diferentes aspectos como:

- Levantamiento topográfico
- Nivelación
- Excavaciones
- Materiales
- Estructura
- Soporte
- Salidas y entradas

Un distribuidor vial es una excelente opción para el control del tráfico y fundamental en la construcción de carreteras, es por eso que un ingeniero civil debe tener un conocimiento amplio sobre todos los procesos que se llevan a cabo para su construcción, (Colina, A. Distribuidores viales, 2012).

## METODOLOGÍA

El propósito de un distribuidor vial en este punto de intersección es la disminución de la congestión vial, dado que es un punto de alto volumen de tráfico y que une a más de dos zonas de la ciudad de La Paz.

Actualmente, esta intersección vial es muy conflictiva en el transcurso de cada día, generando contaminaciones, accidentes, riñas y afectando al desarrollo del país.

El Nudo Vita en su actual organización urbana y de tráfico cuenta con una rotonda central con dos avenidas que se conectan a ella que son la avenida América y la avenida Perú.

Esta rotonda es la distribuidora entre las tres avenidas, llegando a tener tres carriles de entrada y tres carriles de salida que en horas centrales ocasionan un caos vehicular por el poco espacio y la mala educación vial de la población.

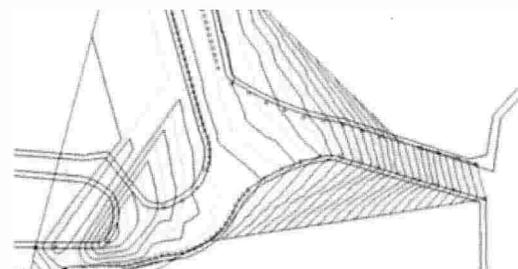
Figura N°1. Foto Satelital rotonda Nudo Vita



Fuente: Google Maps, 2015

Las curvas de nivel se obtuvieron con apoyo de Google Earth y una medición de ángulos de inclinación con un inclinómetro artesanal, para de este modo obtener las elevaciones del terreno.

Figura N°2. Curvas de nivel "Rotonda del Nudo Vita"

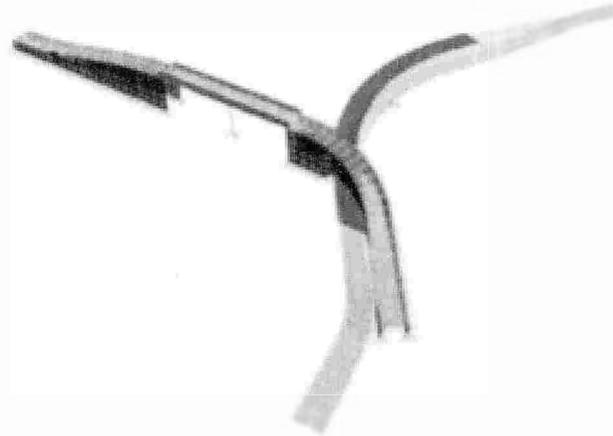


Fuente: Elaboración propia, 2017

La propuesta de solución de distribuidor vial consta de un puente, un túnel y una reorganización de carriles a nivel del piso. El puente llegaría a una altura entre 5 y 6 metros y el túnel a una profundidad de 5 a 6 metros. Los anchos de carriles serían de 4 metros.

Al haber obtenido las curvas de nivel, se dio paso al diseño geométrico del distribuidor vial mediante el manual de diseño geométrico de la Administradora Boliviana de Caminos (ABC). En la figura N°3 se muestra el modelado de la estructura en SAP2000.

**Figura N°3. Modelado de estructura con diseño geométrico incluido**



*Fuente: Elaboración propia, 2017*

En cuanto a parámetros de diseño, se utilizó un hormigón de 25 MPa, acero de 500 MPa y el tipo de suelo de acuerdo a laboratorios de suelos facilitados por la empresa estatal de transporte por cable *Mi Teleférico* del territorio de la estación del teleférico naranja ubicada en la ex estación de trenes que se utilizó como suelo referencial.

#### **RESULTADOS**

Para modelar la estructura y sacar las solicitaciones se usaron las siguientes cargas:

- Camión de diseño HL – 93
- Carga de carril de diseño
- Fuerza de frenado BR
- Carga vertical de barandas
- Presión lateral de suelo en reposo
- Coeficiente de Balasto

Como solicitaciones se calcularon las siguientes:

**Figura N°4. Diferenciación de caras para Puente**



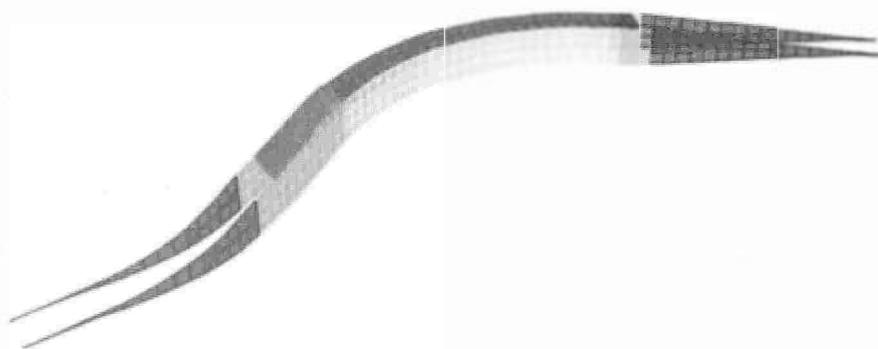
*Fuente: Elaboración propia, 2017*

Tabla N°1. Solicitaciones de losas y muros para el puente

Espesor		0.3 [m]	0.2 [m]	0.2 [m]
Sector				
Dirección 1	Momento	25	50	50
	Axial	107	87	200
Dirección 2	Momento	45	25	50
	Axial	155	250	700

Fuente: Elaboración propia, 2017

Figura N°5. Diferenciación de caras para túnel



Fuente: Elaboración propia, 2017

El diseño de los aceros para el hormigón armado de la estructura del distribuidor vial rd fue realizado con parámetros de acuerdo con la norma ACI - 318. Dados estos parámetros y fórmulas para el diseño, se tienen los siguientes resultados:

Tabla N°2. Aceros, losas y muros para el puente

Espesor		0.4 [m]	0.4 [m]	0.4 [m]	0.3 [m]	0.3 [m]
Sector						
Dirección 1	Momento	35	90	100	120	50
	Axial	500	450	500	600	200
Dirección 2	Momento	30	92	140	115	25
	Axial	244	150	150	1000	250

Fuente: Elaboración propia, 2017

El diseño de los aceros para el hormigón armado de la estructura del distribuidor vial rd realizado con parámetros de acuerdo con la norma ACI - 318. Dados estos parámetros y fórmulas para el diseño, se tienen los siguientes resultados:

Tabla N°3. Aceros, losas y muros para el puente

Sección	Dirección	Espesor [m]	dt [cm]	Momento [KN-m]	Axial [KN]	Acero [cm2]	acero mínimo [cm2]	φ	Separación [cm]	Usar
	1	0.3	0.05	20	107	1.79	5.4	16	37.22	φ16c/30
	2			45	155	4.08	5.4	16	37.22	φ16c/30
	1	0.2	0.03	50	87	6.86	3.6	16	29.30	φ16c/25
	2			25	250	3.35	3.6	16	55.83	φ16c/30
	1	0.2	0.03	50	200	6.86	3.6	16	29.30	φ16c/25
	2			50	700	6.86	3.6	16	29.30	φ16c/25

Fuente: Elaboración propia, 2017

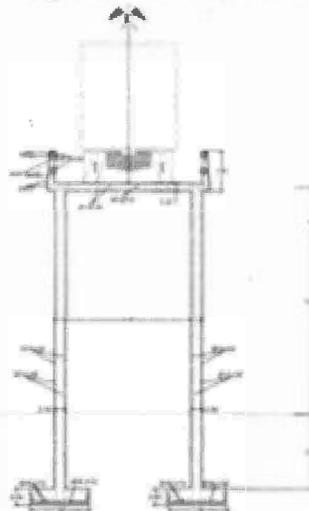
Tabla N°4. Aceros, losas y muros para el túnel

Sección	Dirección	Espesor [m]	dt [cm]	Momento [KN-m]	Axial [KN]	Acero [cm2]	Acero mínimo [cm2]	φ	Separación [cm]	Usar
	1	0.4	0.05	35	500	2.24	7.2	16	27.92	φ16c/25
	2			30	244	1.92	7.2	16	27.92	φ16c/25
	1	0.4	0.05	90	450	5.83	7.2	16	27.92	φ16c/25
	2			92	150	6.06	7.2	16	27.92	φ16c/25
	1	0.4	0.05	100	500	6.49	7.2	16	27.92	φ16c/25
	2			140	150	9.62	7.2	16	20.89	φ16c/20
	1	0.3	0.03	120	600	10.34	5.4	16	19.44	φ16c/15
	2			115	1000	11.52	5.4	16	17.45	φ16c/15
	1	0.3	0.03	50	200	4.39	5.4	16	37.22	φ16c/30
	2			25	250	2.08	5.4	16	37.22	φ16c/30

Fuente: Elaboración propia, 2017

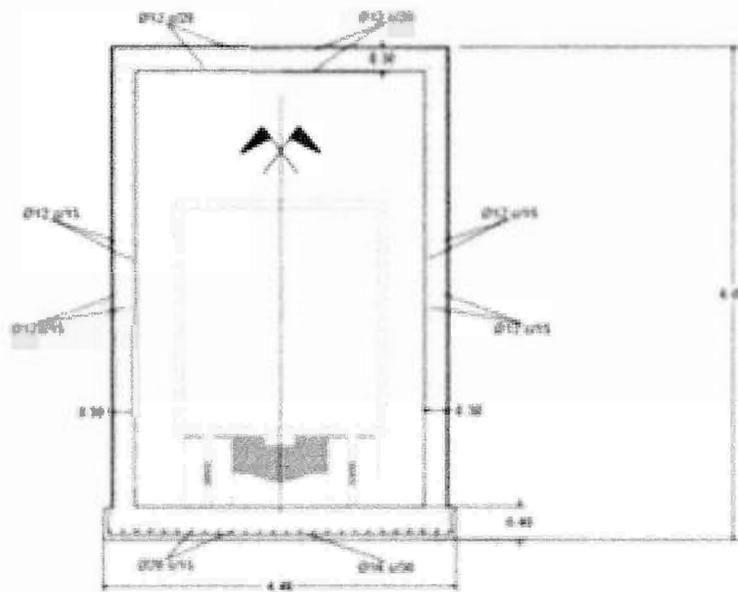
Para tener una idea de la forma que va la armadura en el puente y el túnel, se muestran dos planos en la figura N°5 y figura N°6 que muestran dos cortes transversales, uno del puente y otro del túnel.

Figura N°6. Corte puente



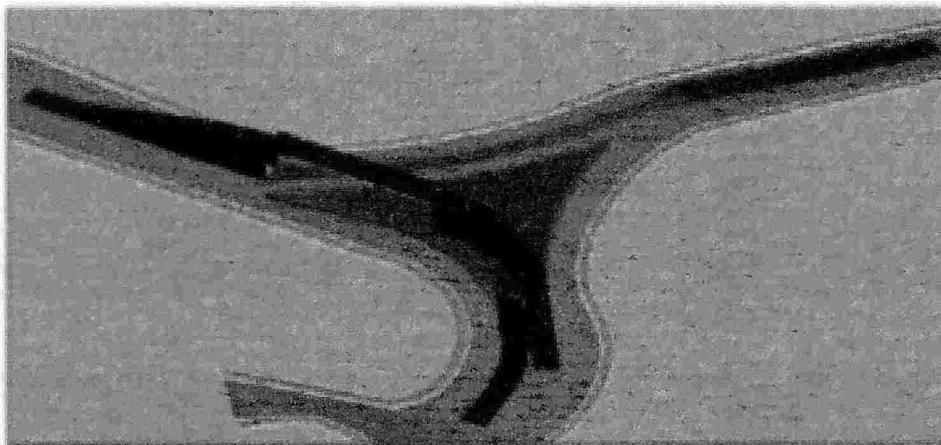
Fuente: Elaboración propia, 2017

Figura N°7. Corte túnel



Fuente: Elaboración propia, 2017

Figura N°8. Modelado de propuesta



Fuente: Elaboración propia, 2017

### CONCLUSIÓN

Una vez concluido el diseño estructural del distribuidor vial del Nudo Vita, se tiene las siguientes conclusiones:

- Un flujo continuo gracias al distribuidor vial en la rotonda del Nudo Vita es la mejor alternativa estructural para la disminución de la congestión; esto hace que los automóviles no tengan excusas de parar por cruces entre autos que se dirigen en diferentes direcciones y así tener una continuidad en su ruta.
- Para que el objetivo se cumpla, los conductores no deben parar por ninguna razón en este nudo; caso contrario, volverán a causar la congestión vehicular. Es por esto por lo que al construirse el distribuidor se tiene que normar que es un punto sin paradas de automóviles.
- En cuanto al tema estructural, las losas y muros se diseñaron en tres diferentes espesores, dado que en ciertos lugares como la unión del puente con el túnel las solicitaciones son altas y por temas de seguridad se deberían realizar un reforzamiento en cantidad de concreto y acero.

- El puente fue diseñado con una estructura en forma de U con dos vigas y una losa y no así como un puente viga losa con las vigas bajo la losa para así no tener que aumentar la altura del puente.
- Los muros de entrada y salida del túnel se diseñaron en U maciza y se trabajan muros y losa inferior conjuntamente para soportar los empujes de suelo.
- La columna central del puente se la diseñó en forma cuadrada por la facilidad de construcción y también por la distribución de aceros, dado que la distribución es uniforme en columnas cuadradas.
- El puente tiene una altura de 6 metros para que los automóviles y sobre todo los camiones que transitan este nudo no tengan ningún problema al circular por este punto.
- Para los parámetros del suelo, se tomó como base el estudio de granulometría para la clasificación de suelos que fue proporcionado por la empresa estatal de transporte por cable Mi Teleférico. Este estudio es del suelo de la estación roja del teleférico ubicado en la ex estación de trenes, que está muy próxima al lugar donde se diseñó el distribuidor. Es por esta razón que -de acuerdo con el tipo de suelo- se adoptaron los parámetros de suelo necesarios mediante tablas.
- Para este proyecto no se tomó en cuenta el diseño ante fenómenos sísmicos, ni las luminarias en la infraestructura; pero si se consideraron los suelos drenados para el diseño, por lo que se deberá construir drenes entre los muros y el suelo.

#### RECOMENDACIONES

En cuanto al problema de la congestión vehicular al implementar el distribuidor, se recomienda:

- Incrementar el control de oficiales de tránsito en el nudo para hacer respetar las normas y que se controle la circulación constante de los automóviles.
- Precaución de los peatones de no cruzar las calles en este nudo, ya que es peligroso para todo peatón al no parar los autos.

En cuanto a la infraestructura se recomienda:

- Respetar los aceros calculados de toda la infraestructura, ya que se calculó al límite.
- Hacer un estudio de aguas subterráneas si se llegara a construir.

#### REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

(1) Colina, A. Distribuidores viales. 2012. Instituto Universitario Politécnico "Santiago Mariño". Barcelona: España.

**Fuentes de financiamiento:** Esta investigación fue financiada con fondos de los autores.

**Declaración de conflicto de intereses:** Los autores declaran que no tiene ningún conflicto de interés.

Copyright (c) 2017 David Gonzalo Perez Ramos; Marcelo Tomás Pardo Ayllón.



Este texto está protegido por una licencia [Creative Commons 4.0](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/).

Usted es libre para Compartir —copiar y redistribuir el material en cualquier medio o formato— y Adaptar el documento —remezclar, transformar y crear a partir del material— para cualquier propósito, incluso para fines comerciales, siempre que cumpla la condición de:

**Atribución:** Usted debe dar crédito a la obra original de manera adecuada, proporcionar un enlace a la licencia, e indicar si se han realizado cambios. Puede hacerlo en cualquier forma razonable, pero no de forma tal que sugiera que tiene el apoyo del licenciante o lo recibe por el uso que hace de la obra.

[Resumendelicencia](#) - [Textocompletodelalicencia](#)