



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

**Planteamiento de Turbo Rotonda para la intersección vial “La Campana” del distrito de Pariñas, provincia de Talara, Piura 2021**

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:  
INGENIERO CIVIL**

**AUTORES:**

Carhuapoma Alfaro, Deybi Eduardo (ORCID: 0000-0002-3420-4429)

Vargas Valdez, Frank (ORCID: 0000-0002-7260-7886)

**ASESOR:**

Dr. Solar Jara, Miguel Ángel (ORCID: 0000-0002-1180-013X)

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Diseño de infraestructura vial

Piura - Perú

2021

## DEDICATORIA

El presente trabajo está dedicado a mis padres por ser un ejemplo para seguir y que con su apoyo incondicional me han permitido llegar a la meta de mi vida profesional.

A mi familia y a todas esas personas especiales que me acompañaron y aportaron tanto a mi formación profesional y como ser humano.

A mis hijos quienes son mi principal motivación para nunca rendirme y llegar a ser un ejemplo para ellos.

Carhuapoma Alfaro, Deybi Eduardo.

Esta tesis la dedico a mis padres, quienes me han apoyado para poder llegar a esta instancia de mi vida profesional, ya que ellos siempre han estado presentes para apoyarme moral y psicológicamente.

También la dedico a mi hijo quien ha sido mi mayor motivación para nunca rendirme en los estudios y poder llegar a ser un ejemplo para él.

Vargas Valdez, Frank

## AGRADECIMIENTOS

Mi gratitud a Dios por brindarme la vida y muchas bendiciones para seguir adelante.

A mi asesor de tesis, el Ing. Miguel Ángel Solar Jara por haber compartido sus conocimientos y experiencias académicas para concluir con éxito este proyecto de tesis.

A mi esposa por su apoyo moral y paciencia para lograr culminar mi carrera profesional.

Carhuapoma Alfaro, Deybi Eduardo.

En primera instancia agradezco a mis formadores, personas de gran sabiduría quienes se han esforzado por ayudarme a llegar al punto en el que me encuentro.

A mi asesor de tesis Ing. Miguel Ángel Solar Jara por la confianza depositada en mí, apoyo, consejos y enseñanza durante todo este tiempo.

Vargas Valdez, Frank

## Índice de contenidos

|   |      |
|---|------|
| CARÁTULA .....  | i    |
| DEDICATORIA.....  | ii   |
| AGRADECIMIENTOS .....                                     | iii  |
| ÍNDICE DE CONTENIDOS.....                                 | iv   |
| ÍNDICE DE TABLAS.....                                     | v    |
| ÍNDICE DE FIGURAS .....                                   | vi   |
| RESUMEN.....  | viii |
| ABSTRACT .....  | ix   |
| I. INTRODUCCIÓN.....                                      | 1    |
| II. MARCO TEÓRICO:.....                                   | 4    |
| III. METODOLOGÍA .....                                    | 11   |
| 3.1. Tipo y Diseño de investigación .....                 | 11   |
| 3.2. Variables y operacionalización.....                  | 11   |
| 3.3. Población, muestra y muestreo .....                  | 11   |
| 3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos..... | 11   |
| 3.5. Procedimientos.....                                  | 12   |
| 3.6. Método de análisis de datos .....                    | 12   |
| 3.7. Aspectos éticos.....                                 | 13   |
| IV. RESULTADOS.....                                       | 14   |
| V. DISCUSIÓN .....  | 32   |
| VI. CONCLUSIONES.....                                     | 35   |
| VII. RECOMENDACIONES .....                                | 37   |
| REFERENCIAS.....  | 38   |
| ANEXOS .....  | 41   |

## Índice de tablas

|  |    |
|--|----|
| Tabla 1. Ubicación de estaciones de conteo - intersección La Campana, Talara, Piura.....     | 18 |
| Tabla 2. Promedio de conteo de flujo vehicular - intersección La Campana, Talara, Piura..... | 19 |
| Tabla 3. Índice Medio Diario - intersección La Campana, Talara, Piura .....                  | 21 |
| Tabla 4. Vehículo de diseño - intersección La Campana, Talara, Piura.....                    | 23 |
| Tabla 5. Velocidad de diseño - intersección La Campana, Talara, Piura.....                   | 23 |

## Índice de figuras

|   |    |
|---|----|
| Figura 1: Ejemplo de una turbo rotonda ubicada en el sur de Holanda (FHWA Safety Program, 2019).....  | 7  |
| Figura 2: Ejemplo de bloque turbo (Džambas, Ahac, & Dragčević, 2017) .....  | 9  |
| Figura 3: Ejemplo de separador de carriles en una turbo rotonda ubicada en el Aeropuerto Internacional Victoria (FHWA Safety Program, 2019) ..... | 10 |
| Figura 4. Ubicación de la intersección “La Campana”, Talara, Piura.....   | 14 |
| Figura 5. Levantamiento con estación total de la intersección “La Campana”, Talara, Piura.....  | 15 |
| Figura 6. Procesamiento de información en el software Civil 3D 2020 de la intersección “La Campana”, Talara, Piura .....                          | 15 |
| Figura 7. Registro fotográfico empleando dron de la intersección “La Campana”, Talara, Piura.....   | 16 |
| Figura 8. Plano de planta topográfica de la intersección “La Campana”, Talara, Piura.....   | 17 |
| Figura 9. Plano de planta existente de la intersección “La Campana”, Talara, Piura. ....  | 17 |
| Figura 10. Vista panorámica de intersección La Campana, Talara, Piura. ....   | 18 |
| Figura 11: Ubicación de estaciones de conteo vehicular - intersección La Campana, Talara, Piura.....  | 19 |
| Figura 12: Patrón horario de tránsito vehicular - intersección La Campana, Talara, Piura.....   | 20 |
| Figura 13: Vehículos totales contabilizados - intersección La Campana, Talara, Piura.....   | 20 |
| Figura 14: Turbo rotonda para la intersección La Campana, Talara, Piura .....   | 22 |
| Figura 15: Configuración de vehículo de diseño en Autodesk Vehicle Tracking 2020 - intersección La Campana, Talara, Piura .....                   | 23 |

|  |    |
|--|----|
| Figura 16: Definición de ancho de carril analizando la trayectoria de barrido del vehículo de diseño en Autodesk Vehicle Tracking 2020 - intersección La Campana, Talara, Piura..... | 24 |
| Figura 17: Definición del bloque turbo - intersección La Campana, Talara, Piura.   | 25 |
| Figura 18: Ramas que ingresarán a la turbo rotonda y rotación del bloque turbo - intersección La Campana, Talara, Piura .....  | 25 |
| Figura 19: Interconexión del bloque turbo con ramales que ingresarán a la rotonda - intersección La Campana, Talara, Piura .....   | 26 |
| Figura 20: Afinación de la turbo rotonda - intersección La Campana, Talara, Piura .....  | 26 |
| Figura 21: Evaluación de giros en turbo rotonda diseñada - intersección La Campana, Talara, Piura.....   | 27 |
| Figura 22: Rutas vehiculares en turbo rotonda - intersección La Campana, Talara, Piura.....  | 28 |
| Figura 23: Líneas demarcadoras de entrada y salida - intersección La Campana, Talara, Piura.....   | 29 |
| Figura 24: Flechas demarcadoras en pavimentos - intersección La Campana, Talara, Piura.....  | 29 |
| Figura 25: Señal de aproximación de rotonda (MTC-2018) .....   | 30 |
| Figura 26: Señal de ensanchamiento de carril (MTC-2018) .....  | 30 |
| Figura 27: Señal de prohibición de circulación de mototaxis y montacargas (MTC-2018).....  | 30 |
| Figura 28: Señal de CEDA EL PASO (MTC-2018) .....  | 31 |
| Figura 29: Señal de velocidad máxima permitida (MTC-2018).....   | 31 |
| Figura 30: Señales de diagrama de rotonda - intersección La Campana, Talara, Piura.....  | 31 |
| Figura 31: Señal de salida - intersección La Campana, Talara, Piura.....   | 31 |

## RESUMEN

Este estudio tuvo como objetivo determinar el planteamiento de una turbo rotonda para la intersección vial “La Campana” del distrito de Pariñas de la provincia de Talara del departamento de Piura en el año 2021. Es de enfoque cuantitativo, de tipo aplicado y de diseño no experimental, descriptivo y transeccional. Se trabajó con una muestra de estudio conformada por toda la extensión geográfica de la intersección “La Campana”. Se empleó la técnica de la observación para estudios como topografía y análisis del tráfico, y se emplearon instrumentos como estación total y dron, y fichas de conteo vehicular. Se encontró que la topografía de la zona es plana, del análisis vehicular se determinó un IMDa de 4689 veh/día, del diseño de la turbo rotonda fue compuesta por dos semicírculos de radio interior mínimo de 25m, de carriles separados de 5.00m de ancho definidos por el análisis del barrido de un vehículo T3S3; y de la señalización líneas de demarcación del pavimento centrales, de entrada y salida, y demarcación de flechas en pavimento, y señalización vertical. Se concluyó con el planteamiento de la turbo rotonda para la mencionada intersección, indicando que de aplicarse se contribuiría a mejorar las condiciones del tráfico actual.

**Palabras Clave:** Turbo rotonda, intersecciones viales, ingeniería del tránsito.



## **ABSTRACT**

The objective of this study was to determine the design of a turbo traffic circle for the "La Campana" road intersection in the district of Pariñas, province of Talara, department of Piura, in the year 2021. It is a quantitative approach, applied, non-experimental, descriptive and cross-sectional design. The study sample consisted of the entire geographical extension of the "La Campana" intersection. The observation technique was used for studies such as topography and traffic analysis, and instruments such as total station and drone, and vehicle count cards were used. It was found that the topography of the area is flat, the vehicle analysis determined an IMDa of 4689 veh/day, the design of the turbo traffic circle was composed of two semicircles of minimum inner radius of 25m, separated lanes of 5.00m wide defined by the analysis of the sweep of a T3S3 vehicle; and the signage, central pavement demarcation lines, entry and exit, and demarcation of arrows on pavement, and vertical signage. It was concluded with the approach of the turbo traffic circle for the mentioned intersection, indicating that if implemented it would contribute to improve the current traffic conditions.

**Keywords:** Turbo traffic circle, road intersections, traffic engineering.

## I. INTRODUCCIÓN

La responsabilidad del Ingeniero Civil es diseñar y realizar obras que brinden seguridad y confort, y que reduzcan sobre todo el riesgo de perder vidas humanas. Esto también se tiene en cuenta al diseñar una intersección vial, ya que es en este punto donde el conductor tiende a tomar una decisión basada en numerosos factores como lo es la velocidad de circulación, o el carril a tomar, la dirección a cruzar, sumado a los vehículos que transitan en la misma intersección, aumentando el estrés, complicando la situación y aumentando considerablemente la probabilidad de que ocurra un accidente de tránsito (Torres, Torres, & Pardillo, 2010).

Una investigación que realizó un análisis de los factores que intervienen en los accidentes de tránsito referido a las intersecciones indicó también que el tipo de choque lateral es el más constante, y su causa está ligada al poco entendimiento de las señales de tránsito y mala visualización de estas (González & Ordoñez, 2014); esto coincide con otro estudio realizado sobre accidentalidad en intersecciones que suma a lo anteriormente dicho indicando que una mala planeación y/o diseño, señalización pobre, entrecruzamiento de vehículos, decisiones erradas e incumplimiento de normas de tránsito hacen que este se vea alterado y aumenten las posibilidades de accidentes de tránsito considerando que en las intersecciones ocurren la mayoría (Caicedo, Córdoba, & Lara).

En el Perú se realizó una “radiografía” de los accidentes de tránsito que se registran anualmente (Lima Cómo Vamos, 2021) y las cifras son preocupantes, a tal punto de afirmar que las muertes ocurridas en las carreteras son mucho mayores que la cantidad de homicidios y que solo Lima registra casi la mitad de accidentes ocurridos anualmente. Con solo indicar que en el año 2019 murieron en accidentes de tránsito más de 3000 personas, razón por la que estos casos son considerados de prioridad nacional y siempre se busca la manera de implementar medidas que ayuden a reducir la cantidad de accidentes, para asegurar la salud y vida de los ciudadanos.

Actualmente, en la zona denominada “La Campana” del distrito de Pariñas existe una intersección peligrosa de tipo Y que sirve como enlace de las ciudades de Sullana - Talara - Tumbes; y en donde se han registrado un sinnúmero de

accidentes de tránsito mortales que han cobrado la vida de muchas personas, además que se genera un terrible caos vehicular debido al crecimiento inminente del parque automotor, a la falta de señalización y sobre todo a la falta de una intersección diseñada de tal modo que brinde la comodidad y seguridad que los choferes de los diferentes vehículos que transitan por ella requieren, motivo por el cual urge plantear estrategias que conlleven a resolver esta situación problemática. El planteamiento de una rotonda de tipo turbo o turbo rotonda es una alternativa ideal y moderna para solucionar el problema del congestionamiento vehicular ya que, a diferencia de las rotondas de carácter convencional, las turbo-rotondas presentan una geometría diferente y están orientadas a mejorar las condiciones de circulación, reordenar el tránsito y a reducir en gran medida los accidentes que se generan en esta zona.

Por este motivo, este estudio planteó una turbo rotonda para la intersección vial “La Campana” del distrito de Pariñas exponiendo las características que deberá tener para ser aplicada bajo las condiciones de tráfico actual. Por ello se formuló como problema general ¿Cómo será el planteamiento de una turbo rotonda para la intersección vial “La Campana” del distrito de Pariñas de la provincia de Talara del departamento de Piura en el año 2021?; y como problemas específicos se plantea ¿Cómo será el levantamiento topográfico de la intersección vial “La Campana” del distrito de Pariñas de la provincia de Talara del departamento de Piura en el año 2021?, ¿Cómo será el análisis del tráfico de la intersección vial “La Campana” del distrito de Pariñas de la provincia de Talara del departamento de Piura en el año 2021?, ¿Cómo será el diseño de la turbo rotonda para la intersección vial “La Campana” del distrito de Pariñas de la provincia de Talara del departamento de Piura en el año 2021? Y ¿Cómo será la señalización de la intersección vial “La Campana” del distrito de Pariñas de la provincia de Talara del departamento de Piura en el año 2021?

Esta investigación es importante porque presenta el planteamiento de un tipo de intersección moderno y que supone muchas ventajas con respecto a las rotondas convencionales, considerando que esta alternativa se está implementando en muchas ciudades europeas y de Estados Unidos ya que se ha demostrado que reduce el número de puntos conflictivos y favorece la circulación de vehículos, conllevando a agilizar el tráfico y reducir las colisiones

entre ellos. La turbo rotonda, por su diseño específico, proporciona un flujo en espiral de tránsito y carriles guiados; eliminando la necesidad de entrecruzamiento o cambio de carril, obligando a los conductores a elegir su dirección antes de entrar en la rotonda; de este modo, se reduce el número de puntos de conflictos comunes en las rotondas convencionales concéntricas. De allí que, el principal beneficio de esta turbo rotonda, sea el de evitar embotellamientos y proporcionar un flujo más seguro y ordenado del tráfico. Por lo tanto, la aplicación de la turbo rotonda, es importante para mejorar su funcionalidad vehicular lo que le da una justificación práctica. Tiene justificación metodológica porque los métodos adoptados y empleados para realizar esta propuesta de turbo rotonda son novedosos y pueden ser empleados como aportes en futuras investigaciones y/o alternativas de diseño de intersecciones, además que profundizará el conocimiento sobre diseño de turbo-rotondas. Su justificación social es evidente ya que está orientada de manera indirecta también a la reducción de la tasa de mortandad por accidentes de tránsito en intersecciones de nuestro país.

Este estudio tuvo como objetivo general determinar el planteamiento de una turbo rotonda para la intersección vial “La Campana” del distrito de Pariñas de la provincia de Talara del departamento de Piura en el año 2021, y como primer objetivo específico se plantea: determinar el levantamiento topográfico de la intersección vial “La Campana” del distrito de Pariñas de la provincia de Talara del departamento de Piura. Como segundo objetivo específico: determinar el análisis del tráfico de la intersección vial “La Campana” del distrito de Pariñas de la provincia de Talara del departamento de Piura. Como tercer objetivo específico: determinar el diseño de la turbo rotonda para la intersección vial “La Campana” del distrito de Pariñas de la provincia de Talara del departamento de Piura. Como cuarto objetivo específico determinar la señalización de la intersección vial “La Campana” del distrito de Pariñas de la provincia de Talara del departamento de Piura en el año 2021. Como hipótesis general se tiene que es posible determinar el planteamiento de una turbo rotonda para la intersección vial “La Campana” del distrito de Pariñas, provincia de Talara del departamento de Piura en el año 2021.

## II. MARCO TEÓRICO:

Como antecedentes internacionales se presenta: Osorio (2020) realizó una investigación titulada “Implementación y simulación de turbo glorieta, propuesta de cambio de glorieta convencional a turbo glorieta en Mérida, Yucatán” cuyo objetivo principal fue comparar la funcionalidad de las turbo rotondas frente a la rotonda convencional que actualmente se encuentra en la intersección, con referencia a la demora, longitud de cola, nivel de servicio y gases de efecto invernadero. Para seleccionar la rotonda óptima, se utilizaron los criterios de la publicación *Roundabout - Application and design*. En cuanto al diseño y la modelización de la turbo rotonda, se trabajó sobre el terreno, abarcando la capacidad de la carretera, la clasificación de los vehículos, la topografía mediante dron y estación total, vídeos y fotografías. Posteriormente se realizó el análisis de tráfico de la rotonda con el fin de diseñar, modelar y simular la rotonda, así como la turbo rotonda para el tráfico actual y futuro de la intersección.

Moncada y Castillo (2017) realizaron una investigación titulada “Evaluación de propuesta de evolución de intersección semaforizada a glorieta” donde determinó por medio de modelos de micro simulación las diferencias de funcionamiento para una intersección controlada por semáforos contra la misma intersección implementando una turbo glorieta, evidenciando mejoras en la movilidad y seguridad, dentro de los aportes del trabajo se encuentran intervenir una intersección con la nueva propuesta de glorieta que se acopla a las situaciones de tránsito de la ciudad de Bogotá, se hace énfasis en la cultura por cumplir con la señalización ya que el éxito de la propuesta depende principalmente del cumplimiento de las normas de tránsito.

Como antecedentes nacionales se presenta: Tarquino (2020) en su investigación titulada “Replanteo físico y operacional de la rotonda monitor ubicada en el distrito de Santiago de Surco para mejorar su eficiencia y seguridad vial” La investigación presenta un nuevo diseño de rotondas llamado turbo rotondas, estos tipos de rotondas se adoptan, debido a que las glorietas convencionales multicarril se encuentran relacionadas con problemas como los son el comportamiento de los conductores en la entrada, carril circulatorio y zonas de salida de la rotonda; donde se observa el cambio e invasión de los

carriles sin respetar las marcas divisorias de carril lo que genera mayor velocidad. Las turbos rotondas a comparación de las rotondas convencionales, poseen beneficios operativos y de seguridad, gracias a que tienen separadores de carril cuya principal función es de restringir los cambios de carril o malas maniobras de los conductores, reducir la velocidad y los puntos de conflictos. Para el caso de estudio se eligió a la rotonda Monitor por la congestión vehicular que presenta, la mala operación de la rotonda y la alta tasa de accidentes de tránsito, por lo que se plantea un rediseño físico y operacional mediante una turbo rotonda, donde se evaluará los niveles de servicio, las demoras y el nivel de seguridad a través de una micro simulación mediante el software Vissim 9 entre la rotonda actual y la propuesta. Finalmente, después de realizar varias corridas al programa se llega a la conclusión de que el replanteo físico y operacional de la rotonda Monitor Huáscar, a través de la Turbo Rotonda tipo rotor beneficia a los usuarios mejorando el nivel de servicio de F a C. Esto quiere decir, que las demoras y los tiempos de viaje se reducen significativamente. Además, de mejorar la seguridad vial reduciendo el número de puntos de conflicto.

Chávez *et al* (2019) en su tesis “Propuesta de un nuevo diseño geométrico para la intersección Av. Javier Prado Este y Av. Melgarejo-Óvalo Huarochiri” realizó el diseño geométrico de lo que viene a ser una variante de las rotondas convencionales llamado turbo rotonda, la cual, se caracteriza por su forma de espiral con separadores físicos. Se presenta este tipo de diseño como solución a los accidentes producidos en los puntos de conflictos existentes en la zona de estudio (ovaló Huarochiri), por ende, tiene como fin reducir la ocurrencia de accidentes, la congestión y los tiempos de viaje. Asimismo, se pudo determinar la variación de los niveles de servicio entre la rotonda convencional existente y la turbo rotonda propuesta, “F” y “C” respectivamente. Por otro lado, hubo una reducción de un 65% en los conflictos vehiculares en comparación con el diseño anterior. El diseño geométrico de la turbo rotonda se realizó bajo los lineamientos del Ministry of Transport, Public Works and Water management Partners for Roads y se utilizaron los programas TORUS y AutoTURN, para el diseño y la simulación de movimientos respectivamente.

Como antecedentes locales se presenta: Henriquez (2019) realizó una investigación titulada “Propuesta de mejora vial en la intersección de las avenidas Miguel Grau y Gulman en la ciudad de Piura, Piura” que tuvo como objetivo realizar un estudio vial a la Intersección de las Avenidas Miguel Grau y Guillermo Gulman en la Ciudad de Piura, estas avenidas son muy importantes en esta ciudad ya que en términos de su movilidad y accesibilidad se clasifican en una avenida Colectora y Principal respectivamente, esto es debido a la gran cantidad de vehículos que transitan y la variedad de funciones que se realizan en este espacio, a todo ello se propone una mejor opción para reducir el caos vehicular. Por lo antes mencionado, y para obtener una realidad situacional actual referente al tema de congestión, en el presente estudio se ha determinado las variables del tránsito tales como el volumen de tráfico vehicular, tasas de flujo y velocidades, aplicando las metodologías y procedimientos pertinentes; referente a la Capacidad Vial y Niveles de Servicio se ha analizado mediante la metodología propuesta por el HCM para el caso de intersecciones semaforizadas, además de la problemática en cuanto a tiempos semafóricos y geometría vial. Así mismo, determinados y analizados estos y tomando en cuenta las propuestas de mejoramiento que nos brinda MTC (Ministerio de Transportes y Comunicaciones) se ha desarrollado la propuesta más óptima para la mejora vial de dichas avenidas.

Valenzuela (2017) realizó una investigación titulada “Diseño comparativo como alternativa entre turbo rotonda convencional, mediante la microsimulación de tránsito” cuyo objetivo general fue comparar la funcionalidad de la turbo rotonda y la rotonda convencional en términos de nivel de servicio según el ‘Manual de capacidad de carreteras’ (Transportation Research Board. 2010), mediante la modelación de microsimulación de tránsito aplicado al óvalo la Fontana, ubicado en un distrito de Lima. Así mismo, el autor concluyó que la turbo rotonda presenta mejores características funcionales, tales como un mejor ordenamiento y canalización del flujo vehicular. El análisis, incluyó indicadores funcionales tales como la demora promedio vehicular y la longitud de cola promedio vehicular en las entradas a la rotonda en horas punta. Este antecedente nos brinda como aporte tener consideraciones sobre el análisis de

tráfico con la finalidad de la posibilidad de tener el diseño de una turbo rotonda en la intersección entre la Av. Andrés Avelino Cáceres y la Calle San Ramón.

Una turbo-rotonda es un tipo de rotonda relativamente nuevo, que proporciona un flujo de tráfico en espiral, exigiendo a los conductores que elijan su dirección antes de entrar en la rotonda (Transoft Solutions B.V., 2021). Este tipo de intersección posee las mismas características generales de funcionamiento que las rotondas modernas, no obstante, se basa en una geometría diferente a la convencional que ha sido pensada para resolver los conflictos asociados a los tipos de colisión habituales en las rotondas de varios carriles. La experiencia internacional sugiere que las turbo rotondas son adaptables, proporcionando una solución eficaz de rotonda para las intersecciones de mayor volumen (FHWA Safety Program, 2019).



*Figura 1:* Ejemplo de una turbo rotonda ubicada en el sur de Holanda (FHWA Safety Program, 2019).

Alayón y Olivos (2015) mencionan que el origen de las rotondas turbo, o turbo rotondas proviene de Europa, del año 1996 cuando el docente Lambertus G. H. Fortuijn planteó este tipo de solución para las intersecciones viales. Y desde la fecha hasta la actualidad, en países como Holanda se han construido menos de setenta (70) rotondas de este tipo, logrando reducir la tasa de accidentes hasta en un 80%, al emplear “este novedoso diseño”. Las turbos rotondas se crearon por la necesidad de brindar una alternativa mucho más eficiente que una rotonda tradicional, ya que están pensadas para mejorar la



seguridad vial. Esto se logra eliminando la idea del “carril preferente”, y poniendo al mismo nivel de preferencia todos los carriles, lo que hace que cada uno cumpla una función principal y específica guiando al conductor hacia la salida deseada, eliminando entrecruzamientos innecesarios, zonas de conflicto y optimizando la circulación vehicular.

De acuerdo a Agudelo (2021) las principales características de una turbo rotonda en cuanto a su geometría se destacan como características más comunes: tener más de un carril en la calzada de giro, la selección previa del carril de ingreso a la turbo rotonda el cual debe hacerse antes de llegar a la intersección, la preferencia de los vehículos que circulan dentro de la rotonda por lo que aquellos que entran deben ceder el paso a aquellos que están circulando dentro, se eliminan los entrecruzamientos y cambios de carril de los vehículos que circulan por la turbo rotonda, limitando a los conductores a seguir el sentido del flujo establecido; esto debido a la geometría en espiral. Dada estas características, los beneficios principales que se obtienen son reducir los puntos de conflictos, reducir el riesgo de accidentes, mejorar fluidez y comodidad en el tráfico.

El Manual de Diseño Geométrico de Carreteras del Perú (2018) no tiene reglamentado los procedimientos de diseño para poder determinar una turbo rotonda, sin embargo, Alayón y Olivos (2015) indican que se deben tener en cuenta como elementos básicos: la seguridad vial, las trayectorias o barridos de los vehículos y la velocidad de circulación. Según el Manual *Roundabouts -Application and design* del Ministerio de Transportes de Holanda (2009) el diseño está comprendido en 5 etapas las cuales son:

Etapa 1: Determinar las anchuras de los elementos esenciales: el radio interior, los carriles interiores y exteriores, el divisor de carril y los desplazamientos del borde del carril y de la línea de carril. La trayectoria de barrido del vehículo de diseño debe utilizarse para establecer la anchura de los carriles.

Etapa 2: Para crear los arcos semicirculares, se determinan los cambios realizados por las líneas del carril y las correspondientes inclinaciones. La geometría real de las espirales de una glorieta se complica por la necesidad de tener en cuenta las distintas anchuras de los carriles y la anchura del separador

de carriles, a diferencia de la geometría ideal. Hay dos puntos centrales del lado derecho, uno con una inclinación un poco mayor que el otro, en lugar de un único punto central. Para hacer la transición del borde interior al divisor central, se emplea el punto central con mayor sesgo para el semicírculo más interior. El resto de la espiral se construye alrededor del punto central opuesto. En el croquis del bloque turbo se pueden observar estos dos puntos centrales. Al igual que los arcos del lado izquierdo del eje de traslación, los arcos del lado derecho del eje de traslación tienen dos centros con sesgos algo diferentes.

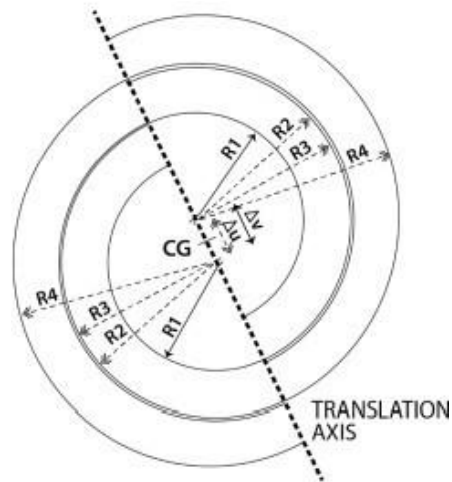


Figura 2: Ejemplo de bloque turbo (Džambas, Ahac, & Dragčević, 2017).

Etapa 3: Dibuje el bloque turbo y calcule los radios de los arcos circulares. Según la situación, se pueden utilizar espirales que indiquen líneas de carril con arcos que vayan de R1 a R4 o espirales que representen los márgenes de la carretera con arcos que vayan de R1 a R4.

Etapa 4: El bloque turbo se gira y traslada globalmente para que coincida con las ramas entrantes. La distancia entre el borde derecho de cada rama entrante y la curva del carril interior y exterior de la glorieta debe ser más o menos equivalente para una correcta alineación del eje de traslación.

Etapa 5: Afinar la posición del eje de interpretación: el punto donde la curva interior de los tramos de paso se interconecta con la curva exterior del tramo exterior de la glorieta, debe situarse después del eje de interpretación.



*Figura 3:* Ejemplo de separador de carriles en una turbo rotonda ubicada en el Aeropuerto Internacional Victoria (FHWA Safety Program, 2019).

Para la señalización en la rotonda, se debe considerar lo estipulado en el Manual de dispositivos de control del tránsito y automotor para calles y carreteras del MTC (2013), con la finalidad de advertir a los choferes los requisitos de circulación. Estas pueden incluir señalización horizontal como marcas en el pavimento, señalización vertical como los postes y letreros. Por su función la señalización también es informativa, preventiva y reguladora.

### III. METODOLOGÍA

#### 3.1. Tipo y Diseño de investigación

**Tipo de investigación:** La presente investigación es de tipo Aplicada. Según CONCYTEC (2018) es aplicada porque la metodología utilizada aplicó la teoría existente con la finalidad de solucionar un problema específico.

**Diseño de investigación:** corresponde a un diseño no experimental, descriptivo y transversal. Carrasco (2005) explica que en estos diseños no existe manipulación de variables; tan solo se estudiarán y describirán las cualidades y características de la variable en estudio, sin aplicar ningún tipo de experimento o tratamiento que hagan que la naturaleza de la misma varíe en absoluto.

#### 3.2. Variables y operacionalización

**Variable Cualitativa:** Planteamiento de Turbo-Rotonda. Definición conceptual: El planteamiento de un tipo de rotonda relativamente nuevo, que proporciona un flujo de tráfico en espiral, exigiendo a los conductores que elijan su dirección antes de entrar en la rotonda (Transoft Solutions B.V., 2021).

**Operacionalización:** Se midió de acuerdo al Levantamiento topográfico, análisis del tráfico, diseño de turbo rotonda y señalización.

#### 3.3. Población, muestra y muestreo

**Población:** toda el área geográfica abarcada por la intersección conocida como “La Campana” del distrito de Pariñas, provincia de Talara, Piura.

**Muestra:** No probabilística e intencional, de carácter censal dado que se utilizó toda el área de la intersección para poder realizar el planteamiento de la turbo rotonda.

#### 3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

**Técnicas de investigación:** se empleó la técnica de la observación, la cual incluye el estudio de las características actuales de la variable que abarcan lo que es topografía y levantamiento geométrico actual, así como el

conteo vehicular y el análisis de tráfico en la zona para lo cual toda esta información fue recopilada en fichas de recolección de datos.

**Instrumentos de recolección de datos:** Para el levantamiento topográfico se empleó instrumentos topográficos como estación total y dron. Para el análisis de tráfico se empleó fichas de conteo vehicular (Anexo 4).

### **3.5. Procedimientos**

Los procedimientos se dividieron en trabajos de campo y trabajos de gabinete. Se realizaron las visitas de campo respectivas para obtener la información que se utilizará en los resultados de la presente investigación. El conteo vehicular fue realizado entre los días 30 de agosto del 2021 al 05 de setiembre del 2021 durante las 24 horas. Esto fue registrado en una ficha de recolección de datos estandarizada para conteo vehicular por el Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones, y adaptada para la presente investigación (Anexo 4).

Durante los trabajos de campo también se realizó el levantamiento topográfico de la zona en donde se encuentra la intersección. Para ello se trabajó con estación total y también se empleó dron.

Una vez obtenida la información, se procedió a realizar los trabajos de gabinete en donde se realizó el estudio de tránsito que incluye la clasificación vehicular, descripción de la situación actual, clasificación vehicular, cálculo del IMD. Asimismo, la información topográfica obtenida se utilizó para realizar los planos de topografía.

Con el levantamiento topográfico y el análisis de tráfico, se procedió a diseñar la turbo rotonda considerando lo estipulado en el manual *Roundabouts - Application and design* del Ministerio de Transportes de Holanda (2009). También se tuvo en cuenta parámetros estipulados en la norma de diseño geométrico del MTC (2018), y para la señalización el manual del MTC (2013).

### **3.6. Método de análisis de datos**

La información obtenida fue procesada y analizada en gabinete. Para la topografía, la información recopilada en campo se procesó en el software

Civil 3D 2020 para generar los planos necesarios que sirvieron para proyectar la turbo rotonda. Para el análisis de tráfico, se empleó manuales de estudios de tránsito en donde describen los métodos para determinar parámetros como el aforo, clasificación vehicular, índice medio diario, entre otros. Para ello se empleó el software Excel 2016. Para diseñar la turbo rotonda se empleó el software Vehicle tracking 2020 con la finalidad de evaluar radios de giro, además de la metodología expuesta en el manual *Roundabouts - Application and design* (2009); y el software Civil 3D 2020. Para la señalización se tuvo en cuenta los lineamientos estipulados en el manual de dispositivos de control del tránsito y automotor para calles y carreteras del MTC (2013).

### **3.7. Aspectos éticos**

La presente investigación cumple con lo estipulado en el código de ética establecido por la Universidad Cesar Vallejo (2017). Se respeta la propiedad intelectual y no contiene en su contenido información plagiada ni malintencionada. Durante su ejecución no se puso en riesgo ninguna vida humana ni tampoco hubo acciones malintencionadas.

#### IV. RESULTADOS

Con respecto al **primer objetivo específico**: Realizar el levantamiento topográfico de la intersección vial “La Campana” del distrito de Pariñas de la provincia de Talara del departamento de Piura, los resultados fueron los siguientes:

*Figura 4.* Ubicación de la intersección “La Campana”, Talara, Piura.



**Delimitación del área de estudio:** La Figura 4 muestra que el levantamiento topográfico estuvo delimitado por el área que ocupa la intersección vial conocida como “La campana” que conecta las carreteras a Sullana, Pariñas y Tumbes. Adicionalmente existe una trocha de desvío a la ciudad de Negritos. El levantamiento topográfico se realizó con el objetivo de medir las áreas de terreno que ocupará el proyecto y por el cual se podrá construir el relieve topográfico de la superficie, así como se representará gráficamente las obras, objetos y elementos que se encuentran delimitados tales como pavimento existente, tuberías, postes de alumbrado, obras de arte (de ser el caso), etc. Esta información permitió elaborar el plano topográfico que servirá para el diseño dela turbo rotonda.



Figura 5. Levantamiento con estación total de la intersección “La Campana”, Talara, Piura.

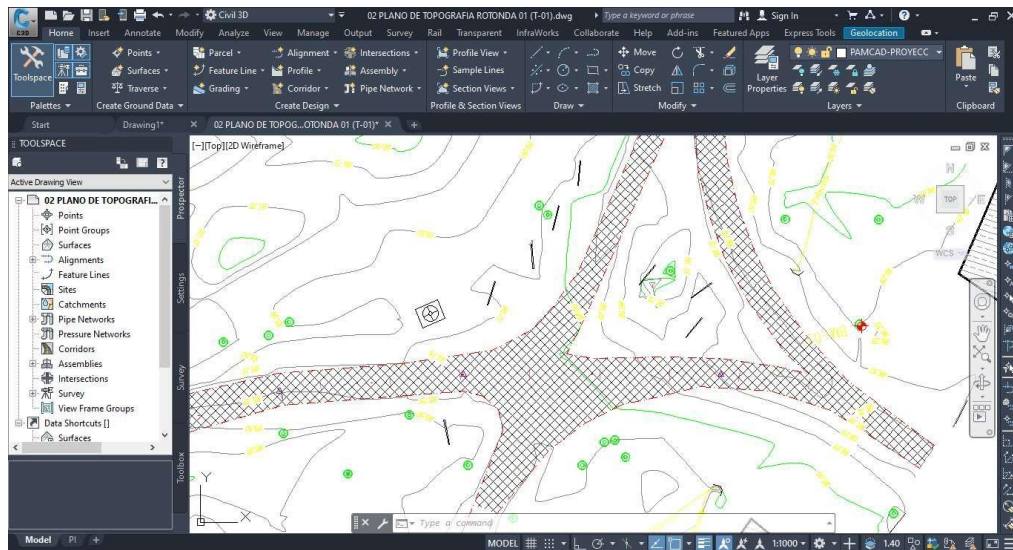


Figura 6. Procesamiento de información en el software Civil 3D 2020 de la intersección “La Campana”, Talara, Piura.





*Figura 7.* Registro fotográfico empleando drone de la intersección “La Campana”, Talara, Piura.

**Alcances del estudio:** El levantamiento topográfico se realizó en dos partes: trabajos de campo y trabajos de gabinete. Los trabajos de campo (Figura 5) comprendieron el registro y toma de información existente en el ámbito de estudio mientras que los trabajos de gabinete (Figura 6) comprendieron los cálculos necesarios para determinar las dimensiones lineales, las áreas, los volúmenes, posicionamiento espacial, así como la representación gráfica a escala. Adicionalmente, se realizó un registro fotográfico de la zona con el empleo de un drone de la marca DJI modelo Phantom 4 pro (Figura 7).

**Recopilación de información:** Se empleó una estación total configurada para la toma de coordenadas en el sistema UTM WGS-84.

**Descripción de la superficie:** la zona de estudio presenta una orografía plana, con pendientes transversales inferiores al 10% y longitudinales al 3%, lo cual facilita la proyección del trazo.

**Planos:** Los planos fueron elaborados mediante el software Civil 3D 2020 (Figura 6). La superficie fue representada mediante curvas de nivel configuradas a 0.25 m las curvas menores y 1.00 m las mayores. Se representaron en escalas de 1/500.

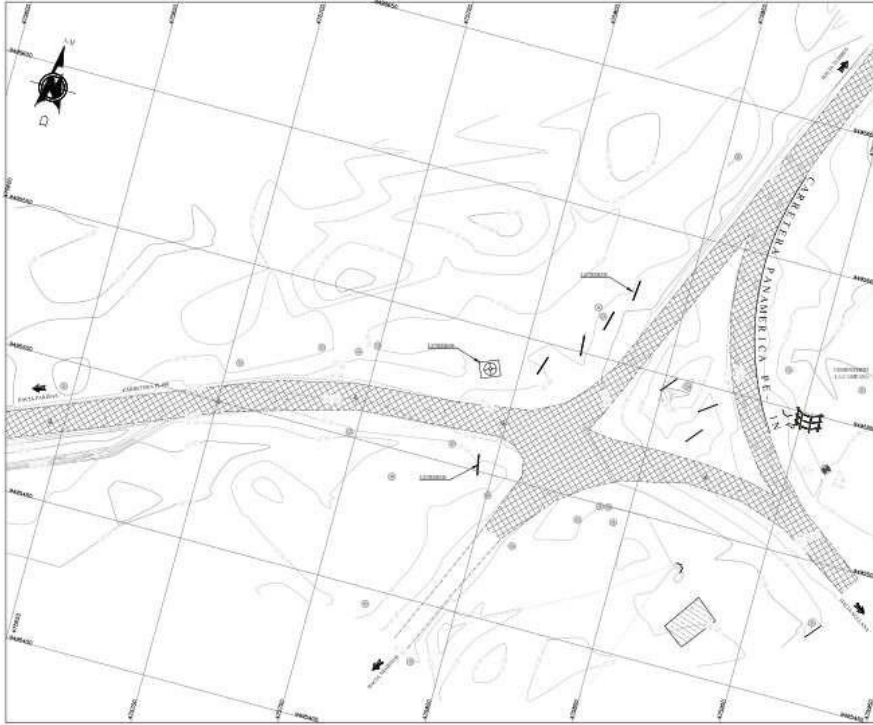


Figura 8. Plano de planta topográfica de la intersección “La Campana”, Talara, Piura.

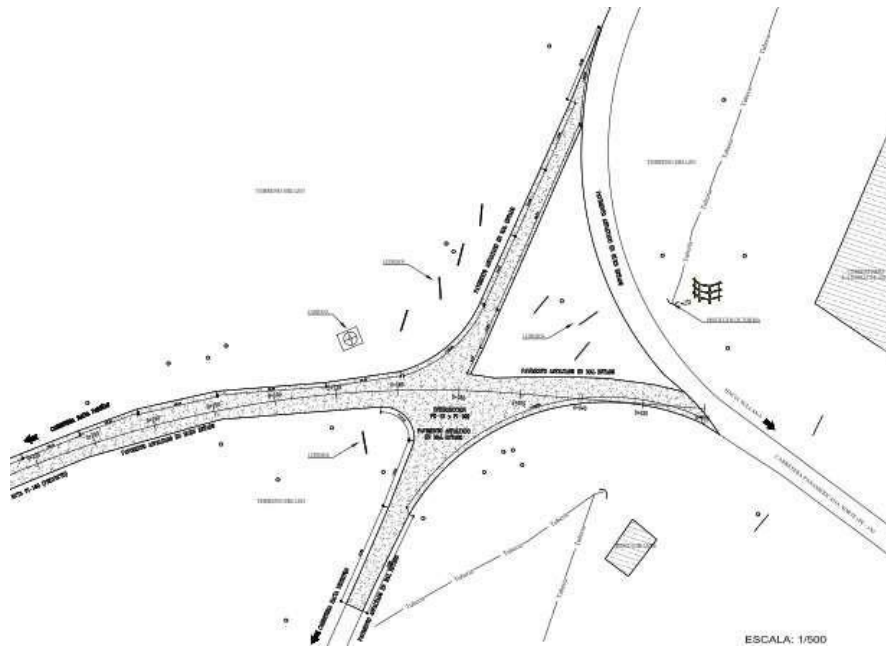


Figura 9. Plano de planta existente de la intersección “La Campana”, Talara, Piura.



Figura 10. Vista panorámica de intersección La Campana, Talara, Piura.

Con respecto al **segundo objetivo específico**: Realizar el análisis de tráfico de la intersección vial “La Campana” del distrito de Pariñas de la provincia de Talara del departamento de Piura, los resultados fueron los siguientes:

Tabla 1. *Ubicación de estaciones de conteo - intersección La Campana, Talara, Piura*

| <i>Código de estación</i> | <i>Norte (X)</i>  | <i>Este (Y)</i>  | <i>Descripción</i>         |
|---------------------------|-------------------|------------------|----------------------------|
| <i>E-01-CAMP</i>          | <i>9495534.00</i> | <i>475753.00</i> | <i>Carretera a Pariñas</i> |
| <i>E-02-CAMP</i>          | <i>9495507.00</i> | <i>475942.00</i> | <i>Carretera a Sullana</i> |
| <i>E-03-CAMP</i>          | <i>9495675.00</i> | <i>475864.00</i> | <i>Carretera a Tumbes</i>  |



Figura 11: Ubicación de estaciones de conteo vehicular - intersección La Campana, Talara, Piura.

**Conteo de flujo vehicular.** El aforo vehicular se realizó entre las fechas 30 de agosto del 2021 al 05 setiembre del 2021 durante las 24 horas continuas. La ubicación de las estaciones de conteo (Tabla 1 y Figura 11) estuvo determinada por los puntos estratégicos de entrada y salida de vehículos de la intersección “La campana”.

Tabla 2. Promedio de conteo de flujo vehicular - intersección La Campana, Talara, Piura

| HORA        | Moto<br>Mototaxi | Autos  | Station<br>Wagon | CAMIONETAS |       |                |        | BUS   |       |       | CAMIONES |       |         | SEMITRAYLER |         |       | TRAYLER |       |       | TOTAL | %      |        |
|-------------|------------------|--------|------------------|------------|-------|----------------|--------|-------|-------|-------|----------|-------|---------|-------------|---------|-------|---------|-------|-------|-------|--------|--------|
|             |                  |        |                  | Pick up    | Panel | Rural<br>Combi | Micros | 2 E   | >=3 E | 2 E   | 3 E      | 4 E   | 2S1/2S2 | 2S3         | 3S1/3S2 | >=3S3 | 2T2     | 2T3   | 3T2   |       |        | >=3T3  |
| 00:00-01:00 | -                | 1      | -                | -          | -     | -              | -      | -     | -     | -     | -        | -     | -       | -           | -       | -     | -       | -     | -     | -     | 1      | 0.01%  |
| 01:00-02:00 | -                | 2      | -                | 0          | -     | -              | -      | -     | -     | -     | -        | -     | -       | -           | -       | -     | -       | -     | -     | -     | 2      | 0.04%  |
| 02:00-03:00 | -                | 5      | 0                | 2          | -     | -              | -      | -     | -     | -     | -        | -     | -       | -           | -       | -     | -       | -     | -     | -     | 7      | 0.15%  |
| 03:00-04:00 | -                | 12     | 1                | 5          | -     | -              | 0      | -     | -     | -     | -        | -     | -       | -           | -       | -     | -       | -     | -     | -     | 18     | 0.39%  |
| 04:00-05:00 | -                | 20     | 3                | 12         | 0     | 1              | -      | -     | -     | 0     | 0        | -     | -       | -           | -       | -     | -       | -     | -     | -     | 37     | 0.81%  |
| 05:00-06:00 | -                | 37     | 6                | 23         | 1     | 4              | -      | 0     | 0     | 1     | 0        | -     | -       | -           | -       | -     | -       | -     | 0     | -     | 73     | 1.59%  |
| 06:00-07:00 | -                | 72     | 11               | 38         | 1     | 8              | -      | 0     | 1     | 0     | 2        | 0     | -       | -           | 0       | -     | -       | -     | -     | -     | 135    | 2.94%  |
| 07:00-08:00 | -                | 119    | 19               | 44         | 1     | 16             | 1      | 2     | 1     | 4     | 1        | 0     | 0       | 0           | 1       | 2     | -       | -     | -     | -     | 212    | 4.62%  |
| 08:00-09:00 | -                | 126    | 15               | 65         | 3     | 22             | 1      | 10    | 1     | 12    | 3        | 0     | 0       | 2           | 7       | -     | -       | -     | -     | -     | 267    | 5.82%  |
| 09:00-10:00 | -                | 133    | 23               | 69         | 4     | 28             | 1      | 12    | 1     | 14    | 5        | 1     | 1       | 3           | 13      | -     | -       | -     | -     | -     | 308    | 6.72%  |
| 10:00-11:00 | -                | 151    | 30               | 66         | 4     | 28             | 0      | 15    | 1     | 16    | 6        | 2     | 0       | 3           | 8       | -     | -       | -     | -     | -     | 330    | 7.20%  |
| 11:00-12:00 | -                | 141    | 23               | 69         | 6     | 27             | 1      | 14    | 3     | 15    | 8        | 1     | 0       | 2           | 11      | -     | -       | -     | -     | -     | 323    | 7.05%  |
| 12:00-13:00 | -                | 158    | 24               | 71         | 3     | 26             | 1      | 14    | 2     | 18    | 7        | 1     | 0       | 2           | 7       | -     | -       | -     | -     | -     | 335    | 7.31%  |
| 13:00-14:00 | -                | 172    | 22               | 71         | 6     | 33             | 1      | 16    | 1     | 18    | 7        | 1     | 0       | 3           | 11      | -     | -       | -     | -     | -     | 362    | 7.90%  |
| 14:00-15:00 | -                | 171    | 27               | 70         | 4     | 33             | 1      | 10    | 1     | 11    | 6        | 0     | 0       | 1           | 7       | -     | -       | -     | -     | -     | 344    | 7.50%  |
| 15:00-16:00 | -                | 160    | 20               | 72         | 4     | 32             | 0      | 16    | 3     | 15    | 6        | 1     | 0       | 3           | 12      | -     | -       | -     | -     | -     | 343    | 7.48%  |
| 16:00-17:00 | -                | 175    | 24               | 71         | 6     | 36             | 1      | 16    | 2     | 14    | 8        | 0     | 0       | 3           | 10      | -     | -       | -     | -     | -     | 368    | 8.03%  |
| 17:00-18:00 | -                | 188    | 23               | 81         | 7     | 42             | 1      | 14    | 2     | 15    | 6        | 0     | 0       | 2           | 10      | -     | -       | -     | -     | -     | 393    | 8.57%  |
| 18:00-19:00 | -                | 177    | 20               | 72         | 3     | 29             | 0      | 4     | 1     | 5     | 1        | 0     | 0       | 1           | 2       | -     | -       | -     | -     | -     | 316    | 6.89%  |
| 19:00-20:00 | -                | 125    | 15               | 50         | 1     | 19             | 0      | 2     | -     | 2     | 1        | -     | -       | 0           | 1       | -     | -       | -     | -     | -     | 216    | 4.71%  |
| 20:00-21:00 | -                | 69     | 9                | 27         | 0     | 9              | -      | 1     | 0     | 1     | 0        | -     | -       | 0           | -       | -     | -       | -     | -     | -     | 117    | 2.55%  |
| 21:00-22:00 | -                | 31     | 4                | 13         | 0     | 2              | -      | -     | -     | -     | -        | -     | -       | -           | -       | -     | -       | -     | -     | -     | 51     | 1.11%  |
| 22:00-23:00 | -                | 15     | 2                | 4          | -     | 0              | -      | -     | -     | -     | -        | -     | -       | -           | -       | -     | -       | -     | -     | -     | 21     | 0.46%  |
| 23:00-24:00 | -                | 5      | 0                | 0          | -     | -              | -      | -     | -     | -     | -        | -     | -       | -           | -       | -     | -       | -     | -     | -     | 6      | 0.13%  |
| TOTAL       | 0                | 2,268  | 323              | 996        | 56    | 395            | 10     | 149   | 20    | 163   | 68       | 9     | 2       | 4           | 27      | 103   | 0       | 0     | 0     | 0     | 4,593  | 100.0% |
| %           | 0.00%            | 49.38% | 7.03%            | 21.69%     | 1.22% | 8.60%          | 0.22%  | 3.24% | 0.44% | 3.55% | 1.48%    | 0.20% | 0.04%   | 0.09%       | 0.59%   | 2.24% | 0.00%   | 0.00% | 0.00% | 0.00% | 100.0% |        |

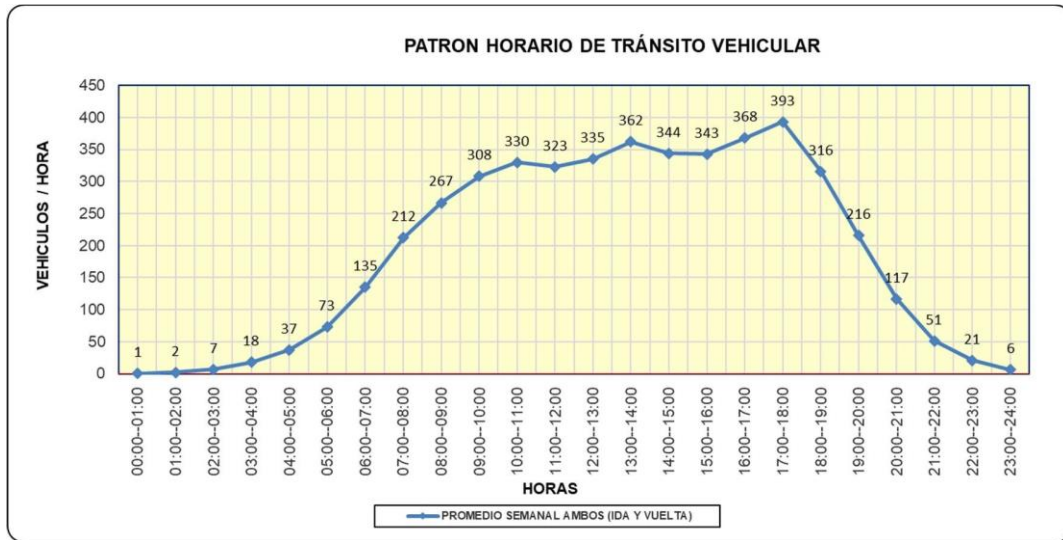


Figura 12: Patrón horario de tránsito vehicular - intersección La Campana, Talara, Piura.

La Tabla 2 y Figura 12 muestran el patrón horario de la intersección “La Campana”. Del conteo de flujo vehicular, se identificó que la hora pico en promedio se genera entre las 5 de la tarde y las 6 de la tarde, alcanzando un volumen de 393 veh/h.



Figura 13: Vehículos totales contabilizados - intersección La Campana, Talara, Piura.

La Figura 13 muestra la cantidad total de vehículos que transitan en la intersección “La Campana”. El mayor flujo de vehículos se registró el día sábado, alcanzando la cantidad de 5223 veh/día, mientras que el menor flujo de vehículos se obtuvo el día jueves, alcanzando la cantidad de 4014 veh/día.

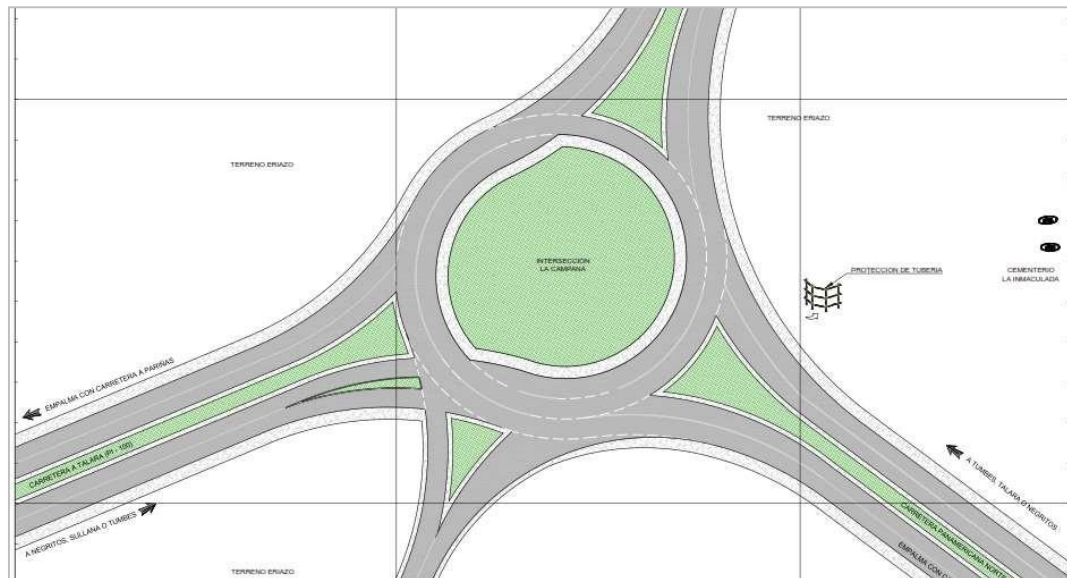


Tabla 3. Índice Medio Diario - intersección La Campana, Talara, Piura

| TIPO DE VEHÍCULO    | IMDs         | FC     | IMDA 2021    | %           |
|---------------------|--------------|--------|--------------|-------------|
| Autos               | 2,268        | 1.0280 | 2,331        | 49.7%       |
| Station Wagon       | 322          |        | 331          | 7.1%        |
| Pick up             | 995          |        | 1,023        | 21.8%       |
| Panel               | 55           |        | 57           | 1.2%        |
| Rural Combi         | 395          |        | 406          | 8.7%        |
| Micros              | 10           | 0.9840 | 10           | 0.2%        |
| Bus 2 E             | 148          |        | 146          | 3.1%        |
| Bus >=3 E           | 20           |        | 19           | 0.4%        |
| Camión 2 E          | 162          |        | 160          | 3.4%        |
| Camión 3 E          | 68           |        | 67           | 1.4%        |
| Camión 4 E          | 8            |        | 8            | 0.2%        |
| Semi tryler 2S1/2S2 | 1            |        | 1            | 0.0%        |
| Semi tryler 2S3     | 3            |        | 3            | 0.1%        |
| Semi tryler 3S1/3S2 | 27           |        | 26           | 0.6%        |
| Semi tryler >=3S3   | 102          |        | 101          | 2.1%        |
| <b>IMD</b>          | <b>4,585</b> |        | <b>4,689</b> | <b>100%</b> |

**Índice medio diario:** La Tabla 3 muestra los resultados del índice medio diario IMD de la intersección “la Campana”. Se obtuvo que el Índice Medio Diario Semanal IMDs para la intersección fue de 4585 veh/día, y el Índice Medio Diario Anual IMDa para la intersección fue de 4689 veh/día. Según el Manual de Diseño Geométrico de Carreteras DG-2018 del Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones MTC (2018), la clasificación de la carretera debería corresponder a una autopista de segunda clase; esto debido a que el IMDa se encuentra entre el rango de 6000 a 4001 veh/día. Las características geométricas que se deben adoptar para esta intersección son: calzada con mínimo dos carriles, de 3.60m de ancho mínimo cada carril, con control parcial de accesos, y puede presentar pasos vehiculares a nivel, como lo es el caso de rotondas.

Con respecto al **tercer objetivo específico**: realizar el diseño geométrico de la turbo rotonda para la intersección vial “La Campana” del distrito de Pariñas de la provincia de Talara del departamento de Piura, los resultados fueron los siguientes:



*Figura 14:* Turbo rotonda para la intersección La Campana, Talara, Piura.

La *Figura 14* muestra el diseño de la turbo rotonda propuesta para la intersección “La Campana”. Los criterios de diseño aplicados estuvieron basados en parámetros del Manual DG-2018 (Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones, 2018), en las fases de diseño del manual *Roundabouts - Application and design* (2009) y en la evaluación de giros mediante el uso del software Autodesk Vehicle Tracking 2020.

**Definición de parámetros básicos del diseño geométrico:** estuvieron enfocados en los lineamientos del Manual DG-2018, los cuales fueron vehículo de diseño, velocidad de diseño los parámetros necesarios para diseñar la turbo rotonda.

Selección del vehículo de diseño: De los resultados de conteo vehicular, se decidió diseñar la turbo rotonda empleando como vehículo de diseño el Semirremolque simple T3S3 bajo el criterio de ser el vehículo más grande que se registró en el tráfico de la intersección, por lo que la rotonda deberá ser diseñada para que pueda transitar sin ningún problema esta clase de vehículos

y por ende, el resto. Para ellos se tomaron en cuenta los parámetros propuestos en el DG-2018.

Tabla 4. Vehículo de diseño - intersección La Campana, Talara, Piura

| Tipo de vehículo            | Alto total (m) | Ancho Total (m) | Vuelo lateral (m) | Ancho ejes (m) | Largo total (m) | Vuelo delantero (m) | Separación ejes (m) | Vuelo trasero (m) | Radio mín. rueda exterior |
|-----------------------------|----------------|-----------------|-------------------|----------------|-----------------|---------------------|---------------------|-------------------|---------------------------|
| Semirremolque simple (T3S3) | 4.10           | 2.60            | 0.00              | 2.60           | 20.50           | 1.20                | 5.40/<br>11.90      | 2.00              | 1                         |

Fuente: DG-2018

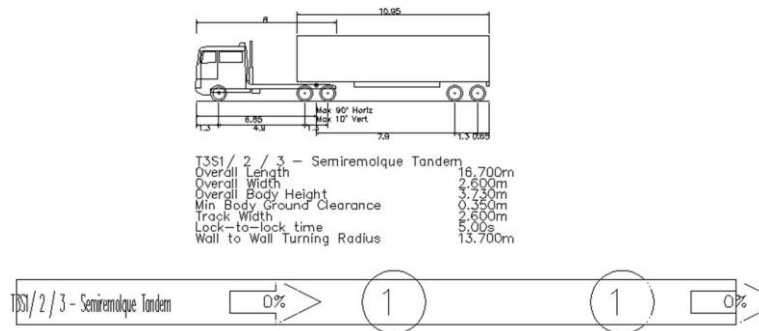


Figura 15: Configuración de vehículo de diseño en Autodesk Vehicle Tracking 2020 - intersección La Campana, Talara, Piura.

Velocidad de diseño: La turbo rotonda se diseñó para una velocidad de circulación máxima de 60 km/h de acuerdo a la DG-2018. Para controlar la velocidad de ingreso se ha considerado colocar señales verticales de reguladoras, preventivas e informativas.

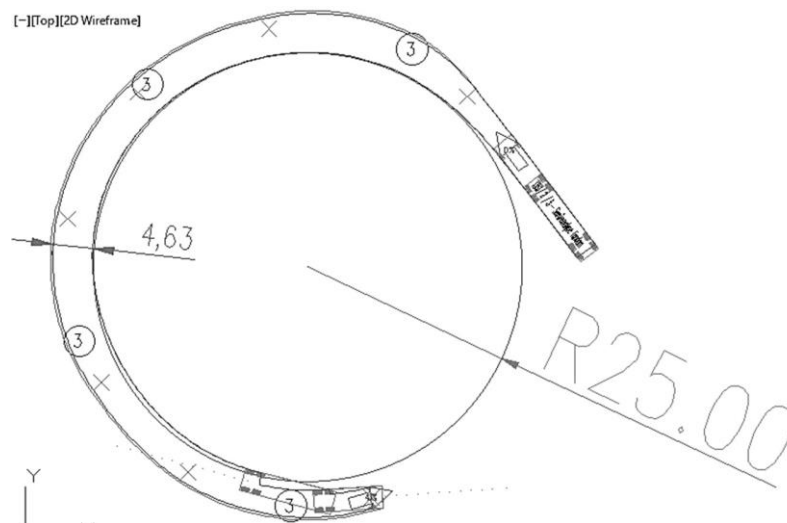
Tabla 5. Velocidad de diseño - intersección La Campana, Talara, Piura

| CLASIFICACIÓN              | OROGRAFÍA   | VELOCIDAD DE DISEÑO DE UN TRAMO HOMOGÉNEO (km/h) |    |    |    |    |    |    |     |     |     |     |
|----------------------------|-------------|--|----|----|----|----|----|----|-----|-----|-----|-----|
|                            |             | 30   | 40 | 50 | 60 | 70 | 80 | 90 | 100 | 110 | 120 | 130 |
| Autopista de segunda clase | Plano       |  |    |    | X  | X  | X  | X  | X   | X   | X   |     |
|                            | Ondulado    |  |    |    |    |    |    |    |     |     |     |     |
|                            | Accidentado |  |    |    |    |    |    |    |     |     |     |     |
|                            | Escarpado   |  |    |    |    |    |    |    |     |     |     |     |

Fuente: DG-2018



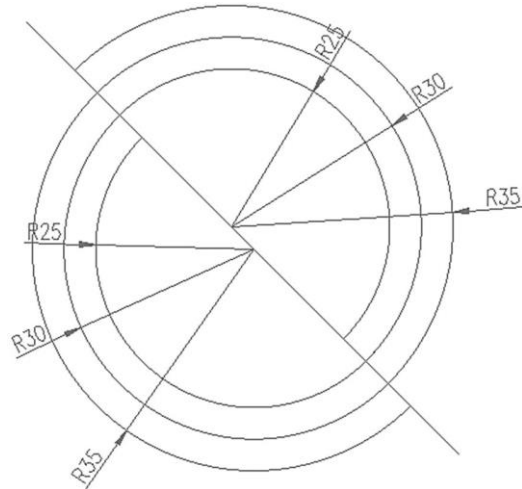
**Etapa 1 del diseño:** de acuerdo al manual *Roundabouts - Application and design* (2009), se realizó el dimensionamiento de los elementos básicos de la rotonda como el radio interior de la rotonda, calzadas internas y externas, la línea divisora de carriles y las compensaciones entre los bordes de las calzadas y las líneas divisoras. Para la selección del diámetro interno de la rotonda, se tomó de referencia lo estipulado en la DG-2018, seleccionando un diámetro interno de 50m, el cual fue corroborado con los radios de giro del programa Autodesk Vehicle Tracking.



*Figura 16:* Definición de ancho de carril analizando la trayectoria de barrido del vehículo de diseño en Autodesk Vehicle Tracking 2020 - intersección La Campana, Talara, Piura.

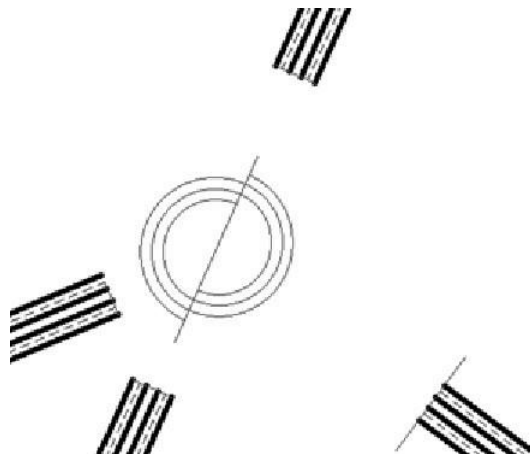
El manual *Roundabouts - Application and design* (2009) indica que, para dimensionar el ancho de los carriles, se debe tener en cuenta la trayectoria del barrido del vehículo de diseño. Como se ve en la Figura 16, el radio propuesto permite que el vehículo de diseño seleccionado (Semirremolque Simple T3S3) circule sin ningún problema una velocidad de 25km/h, generando una trayectoria de barrido de 4.63m; por lo que para el presente caso se considerará que el ancho del carril externo será de 5.00m. Esto fue corroborado con el software *Autodesk Vehicle Tracking 2020*.

**Etapa 2 del diseño:** de acuerdo al manual *Roundabouts - Application and design* (2009), se determinó cuáles son los cambios que deben hacer las líneas de carril, dato que sirvió para poder elaborar el espiral de diseño o el también llamado bloque turbo. De la mano con la **Etapa 3 del diseño:** se determinaron los radios de cada semicírculo.

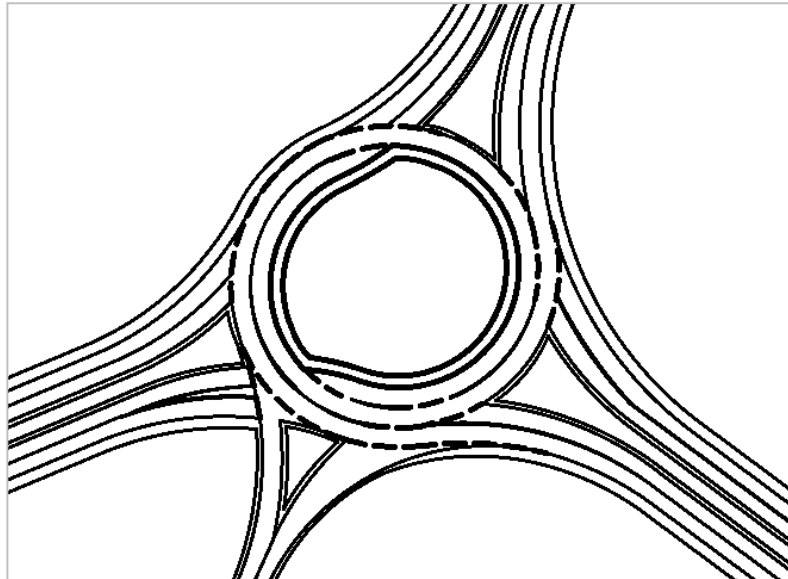


*Figura 17:* Definición del bloque turbo - intersección La Campana, Talara, Piura.

**Etapa 4 del diseño:** de acuerdo al manual *Roundabouts - Application and design* (2009), se “conectó” el bloque turbo con las vías a las cuales servirá, para ello el diseño o bloque turbo se rotó hasta coincidir con las carreteras de entrada y salida existentes actualmente.



*Figura 18:* Ramas que ingresarán a la turbo rotonda y rotación del bloque turbo - intersección La Campana, Talara, Piura



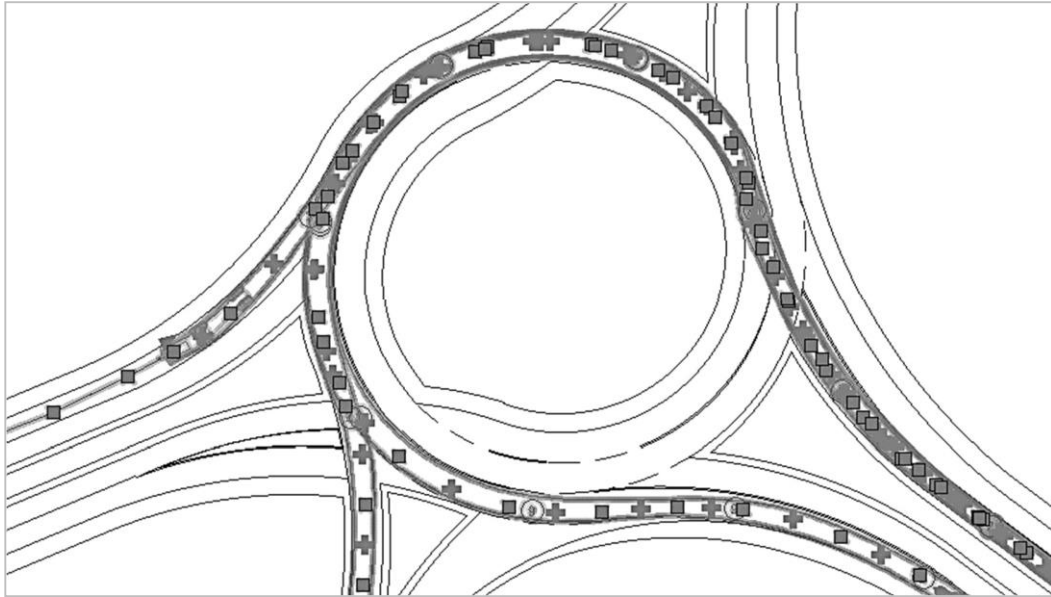
*Figura 19:* Interconexión del bloque turbo con ramales que ingresarán a la rotonda - intersección La Campana, Talara, Piura

**Etap 5 del diseño:** Afinación de la posición de los ejes de la rotonda. En la posición del eje de traslación: en este punto se procede a conectar cada carril con cada salida, y a pulir detalles como las curvaturas de entrada, mismas que fueron de radio 80m.



*Figura 20:* Afinación de la turbo rotonda - intersección La Campana, Talara, Piura

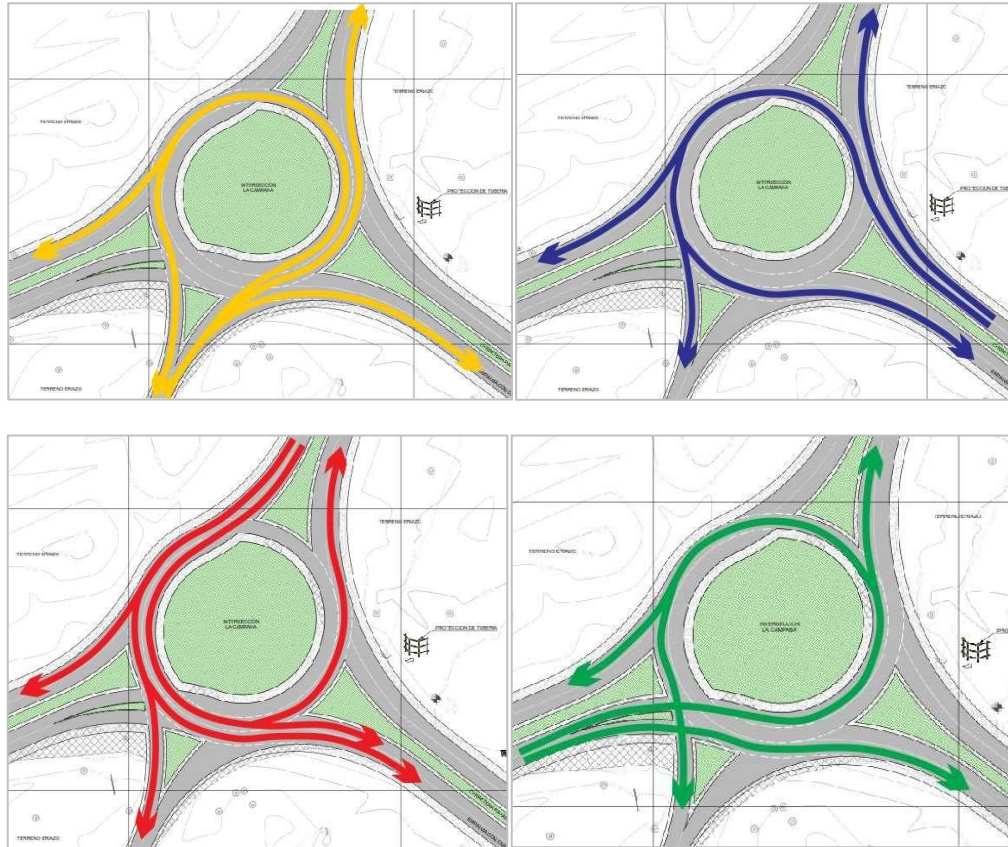
**Comprobación del diseño con Autodesk Vehicle Tracking 2020:** las medidas propuestas para la turbo rotonda fueron puestas a prueba con el programa de simulación de giros vehiculares y trayectorias.



*Figura 21:* Evaluación de giros en turbo rotonda diseñada - intersección La Campana, Talara, Piura

La Figura 21 muestra la evaluación de giros realizadas en el software *Autodesk Vehicle Tracking 2020*. Se pudo observar que los vehículos de diseño transitan sin ningún problema con las medidas adoptadas para la turbo rotonda, corroborando un tráfico seguro evitando entrecruzamientos e invasión de carriles, y contribuyendo a ordenar el flujo vehicular.

**Diseño de la turbo rotonda:** la turbo rotonda “La Campana” propuesta tiene una isla central compuesta por dos semicírculos de radio interior mínimo de 25m, de carriles separados de 5.00m de ancho definidos por el análisis del barrido de los vehículos más largos; e interconecta a 4 entradas viales las cuales son carretera panamericana a Sullana (PE-1N), Carretera Panamericana a Tumbes (PE-1N), carretera a Negritos (PI-513) y carretera a Pariñas (PI-100). Se encuentra diseñada para una velocidad máxima de 60 km/h sin embargo se regulará en campo la velocidad de circulación a 40km/h como máximo. Las rutas vehiculares que tomarán los vehículos al transitar por esta turbo rotonda se representan en la Figura 22.

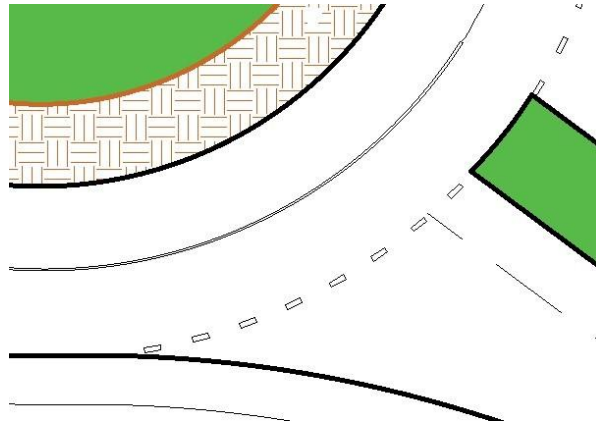


*Figura 22:* Rutas vehiculares en turbo rotonda - intersección La Campana, Talara, Piura

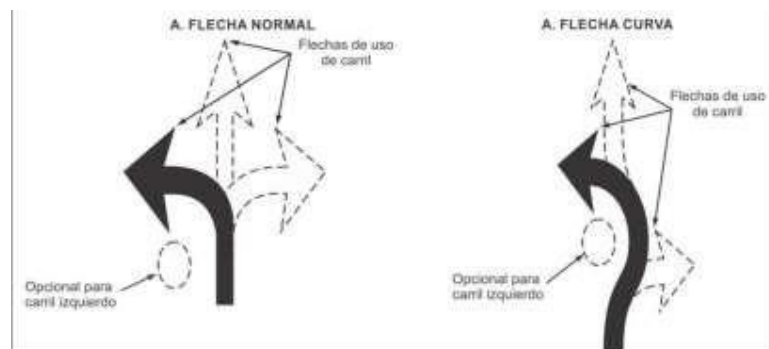
Con respecto al **cuarto objetivo específico**: determinar la señalización de la intersección vial “La Campana” del distrito de Pariñas de la provincia de Talaradel departamento de Piura en el año 2021. La turbo rotonda fue señalizada de acuerdo a lo comprendido en el manual de dispositivos de control del tránsito y automotor para calles y carreteras del MTC (2013).

Señalización horizontal: se considerará entre la señalización horizontal las líneas de demarcación del pavimento en las cuales se puede destacar líneas de carril central, de 15cm ancho las cuales separan a los carriles de la turbo rotonda. Estas líneas son continuas indicando que está prohibido cambiar de carril cuando ya se está circulando en la rotonda. También se destacan las líneas de entrada y salida, las cuales son líneas discontinuas de 30cm de ancho y de 1.00m de largo, separados cada 2 metros, y que se ubican en las entradas y salidas de la turbo rotonda. Por otro lado, se consideran la demarcación de las flechas en

pavimento, indicando la dirección que el vehículo debe tomar para cada carril. Asimismo, se considera la demarcación CEDA EL PASO en las entradas de la rotonda que requieren cruzar hacia el carril interior. Esta demarcación estará acompañada de una señal vertical CEDA EL PASO.



*Figura 23:* Líneas demarcadoras de entrada y salida - intersección La Campana, Talara, Piura



*Figura 24:* Flechas demarcadoras en pavimentos - intersección La Campana, Talara, Piura

Señalización vertical: Entre la señalización vertical se considerarán letreros de código R-30 “MÁXIMA VELOCIDAD PERMITIDA” (Figura 29) indicando que la velocidad máxima de circulación manteniendo la seguridad vial será de 50km/h. Antes de llegar a la rotonda, se deberá colocar en cada entrada una señal informativa indicando la aproximación de una intersección a 500 m Figura 30 y Figura 25. Además, se deberá colocar señales informativas sobre que carriltomar en la intersección de acuerdo a cada salida. Esto deberá estar colocado a

100 metros antes de ingresar a la rotonda. En la vía que se dirige de Sullana a Tumbes hay un carril independiente que deberá tener la señal indicada en la Figura 31. Actualmente la carretera panamericana es de una sola calzada con doble carril, pero dada la funcionalidad de la turbo rotonda y al índice medio diario obtenido en el conteo vehicular realizado, la vía deberá ser ensanchada a una autopista de doble calzada para cada sentido de circulación, cada una de doble carril. Para esto es necesario colocar señales de ensanchamiento de calzada (Figura 26). Por otro lado, se restringe el tráfico de mototaxis y montacargas por la rotonda, por lo que se deberá colocar señales de prohibición (Figura 27). Se deberá colocar señales de “CEDA EL PASO” en las entradas de la rotonda que requieren cruzar hacia el carril interior (Figura 28).

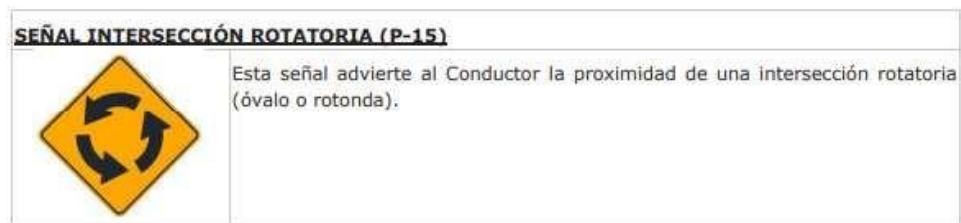


Figura 25: Señal de aproximación de rotonda (MTC-2018)



Figura 26: Señal de ensanchamiento de carril (MTC-2018)



Figura 27: Señal de prohibición de circulación de mototaxis y montacargas (MTC-2018)




| <b>SEÑAL DE CEDA EL PASO (R-2)</b>  |  |
|---|--|
|  | <p>Esta señal dispone que los conductores cedan el paso a los vehículos que circulan por una vía preferencial, principal, prioritaria o glorietas.</p> <p>Adicionalmente podrá instalarse al lado izquierdo o ser de mayor tamaño, cuando existan vías unidireccionales de dos o más carriles o cuando la visibilidad de la señal del lado derecho sea insuficiente.</p> |

Figura 28: Señal de CEDA EL PASO (MTC-2018)



| <b>SEÑAL VELOCIDAD MÁXIMA PERMITIDA 40 km/h. 100 km/h (R-30)</b>                  |  |
|---|--|
|  | <p>Esta señal establece la velocidad máxima de operación en kilómetros por hora (km/h) a la que puede circular un vehículo en determinado carril, tramo o sector de una vía.</p> <p>Los límites máximos de velocidad deben ser expresados en múltiplos de 10 km/h.</p> <p>En el caso de señales dinámicas de mensaje variable, serán de fondo de color negro, con orla roja y la numeración de la velocidad de color blanco, tal como se indica en el ejemplo de la <a href="#">Figura 2.56</a>.</p> <p>La reducción de la velocidad debe ser gradual, tal como se muestra en la <a href="#">Tabla 2.8</a>, la cual además indica las distancias mínimas para cada cambio de velocidad de operación.</p> |
|  |  |

Figura 29: Señal de velocidad máxima permitida (MTC-2018)

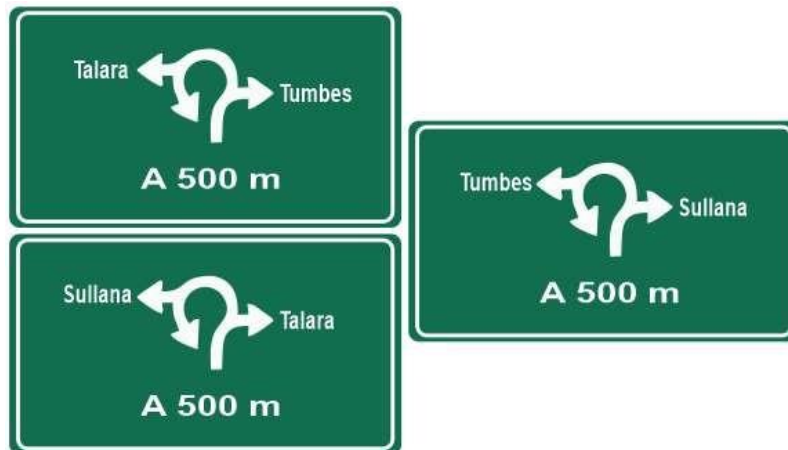


Figura 30: Señales de diagrama de rotonda - intersección La Campana, Talara, Piura



Figura 31: Señal de salida - intersección La Campana, Talara, Piura



## V. DISCUSIÓN

El presente estudio determinó las características del planteamiento de una turbo rotonda para la intersección conocida como “La Campana”, en el distrito de Pariñas, Talara, Piura. La metodología empleada para poder realizar el planteamiento conllevó a realizar estudios de topografía, conteos vehiculares y al uso de reglamentos de diseño geométrico extranjeros dado que actualmente en Latinoamérica las normas nacionales de diseño geométrico no contienen una metodología establecida para poder diseñar una turbo rotonda; de manera similar lo menciona Osorio (2020) quien en Colombia realizó una investigación titulada “Implementación y simulación de turbo glorieta, propuesta de cambio de glorieta convencional a turbo glorieta en Mérida, Yucatán” y utilizó la metodología expuesta en el manual holandés *“Roundabout - Application and design”* para poder determinar las características de la turbo rotonda que diseñó para dicha intersección y para lo cual las etapas de diseño también incluyeron estudiar las características del tráfico como los niveles de servicio actuales de la carretera, la clasificación vehicular, levantamiento topográfico con estación total y dron. Por otra parte, Chávez et al (2019) en Lima, concuerda en su “Propuesta de un nuevo diseño geométrico para la intersección Av. Javier Prado Este y Av. Melgarejo- Óvalo Huarochiri” al emplear metodología extranjera, precisamente basada del *Ministry of Transport, Public Works and Water management Partners for Roads*.

Producto de los trabajos de campo, con el levantamiento topográfico, se pudo registrar a escala todas las dimensiones de los elementos existentes dentro del área de estudio como los alineamientos actuales, los anchos reales de las calzadas, posicionamiento de postes, letreros, elementos viales, así como las características del terreno obtenidas utilizando una estación total configurada para la toma de coordenadas en el sistema UTM WGS-84 y un registro fotográfico de la zona empleando un dron de la marca DJI modelo Phantom 4 pro, de manera similar a los equipos utilizados por Osorio (2020) quien también empleó estación total y dron en sus trabajos de campo. Del levantamiento topográfico, se evidenció un terreno con orografía plana, con pendientes transversales inferiores al 10% y longitudinales al 3%. La superficie fue representada en planos de topografía mediante curvas de nivel configuradas a

0.25 m las curvas menores y 1.00 m las mayores, y en escalas de 1/500. Se elaboraron planos con el software Civil 3D 2020.

Por otro lado, del análisis del tráfico realizado en la presente investigación se evidenció un IMDa de 4689 veh/día, poniendo en evidencia que con las características actuales de la carretera no se estaría cumpliendo con el nivel de servicio adecuado ya que actualmente se adoptan dimensiones que no se ajustan con lo mencionado por la norma DG-2018, y por el IMDa registrado (entre el rango de 6000 a 4001 veh/día) la carretera debería ser concebida como autopista de segunda clase; y por tanto debería ser una vía de doble calzada, cada una con un mínimo de dos carriles para un solo sentido, de 3.60m de ancho mínimo cada carril, con control parcial de accesos, y puede presentar pasos vehiculares a nivel, como lo es el caso de rotondas, por lo que es justificable la propuesta presentada ya que se cumple con lo establecido en la norma.

Del diseño de la turbo rotonda, esta se diseñó de acuerdo a las etapas de diseño establecidas en el manual holandés "*Roundabouts - Application and design*" y a algunos parámetros de la norma peruana DG-2018 del MTC como fueron las dimensiones del vehículo de diseño y las velocidades de diseño. La central de la turbo rotonda se compone de dos semicírculos de radio interior mínimo de 25m, de carriles con un ancho de 5.00m (que estuvo definido por el análisis del barrido del vehículo de diseño *Semitrailer Simple T3S3* y que fue realizado en el software Autodesk Vehicle Tracking 2020 bajo el cumplimiento de la norma holandesa para el diseño geométrico de turbo rotondas); e interconecta a 4 entradas viales las cuales son carretera panamericana a Sullana (PE-1N), Carretera Panamericana a Tumbes (PE-1N), carretera a Negritos (PI- 513) y carretera a Pariñas (PI-100).

Las características empleadas en este diseño permitirán reducir el número de puntos de conflicto, re ordenar el tránsito, mejorar la fluidez y reducir la probabilidad de ocurrencias de accidentes de tránsito dado que este tipo de rotonda está pensado para ello, concordando con lo mencionado por Valenzuela (2017) quien comparó el desempeño de una rotonda convencional con una turbo rotonda convencional indicando que la segunda opción presenta mejores características funcionales, tales como un mejor ordenamiento y canalización del

flujo vehicular. De forma similar, Tarquino (2020) elogia los beneficios de las turbos rotondas con respecto a aquellas de diseño tradicional indicando que con ella se reduce la velocidad y los puntos de conflictos.

Entre la señalización horizontal se colocarán líneas de demarcación del pavimento como las separadoras de carril de la turbo rotonda, las líneas de ingreso y salida, que están en las entradas y salidas de la turbo rotonda, demarcación de las flechas en pavimento, indicando la dirección que el transporte debería tomar para cada carril y la demarcación CEDA EL PASO en las entradas de la rotonda que necesitan cruzar hacia el carril interior. Entre la señalización vertical se considerarán señales informativas, preventivas y reguladoras como letreros de código R-30 “MÁXIMA VELOCIDAD PERMITIDA”, señales de aproximación de una intersección a 500 m anterior a llegar a la Turbo rotonda, señales informativas sobre que carril tomar en la intersección según cada salida y señales de engrandecimiento de calzada en los empalmes de la carretera que existe con los de la carretera proyectada, la cual ampliará su número de 2 a 4. Además, se colocarán señales de prohibición para unidades de transporte como mototaxis y montacargas y se colocarán señales de “CEDA EL PASO” en las entradas de la rotonda.

Por ser una alternativa nueva en el país que ha sido corroborada su efectividad por estudios realizados anteriormente a nivel internacional, además de su empleo exitoso en países desarrollados, se recomienda su aplicación y consideración como una alternativa eficaz para reordenar el tráfico generado en intersecciones con alto flujo vehicular. Así mismo, se recomienda no dejar de lado el factor capacitación, es sumamente importante y necesario capacitar a los choferes a un correcto uso de la turbo rotonda y al respeto de las señales de tránsito, concordando con lo mencionado por Moncada y Castillo (2017) quienes en su estudio realizado en Colombia resaltan la importancia de culturizar a los choferes, quienes deben cumplir estrictamente con las señales de tránsito si se desea que la propuesta funcione exitosamente.

## VI. CONCLUSIONES

1. Del levantamiento topográfico, se determinaron las dimensiones lineales, las áreas, los volúmenes, posicionamiento espacial, así como la representación gráfica a escala de todos los elementos existentes delimitados en la zona de estudio. Adicionalmente, se realizó un registro fotográfico de la zona con el empleo de un dron de la marca DJI modelo Phantom 4 pro. Se empleó una estación total configurada para la toma de coordenadas en el sistema UTM WGS-84. encontrándose una zona de estudio con orografía plana, con pendientes transversales inferiores al 10% y longitudinales al 3%, lo cual facilita la proyección del trazo. Se elaboraron planos software Civil 3D 2020 (Figura 3). La superficie fue representada mediante curvas de nivel configuradas a 0.25 m las curvas menores y 1.00 m las mayores. Se representaron en escalas de 1/500.
2. Del análisis del tráfico, se encontró que actualmente la intersección es de una sola calzada, con carriles que van en sentido opuesto. El Índice Medio Diario Anual IMDa fue de 4689 veh/día que según el Manual de Diseño Geométrico de Carreteras del MTC, la clasificación de la carretera debería corresponder a una autopista de segunda clase; esto debido a que el IMDa se encuentra entre el rango de 6000 a 4001 veh/día. Las características geométricas que se deben adoptar para la carretera antes de ingresar a la intersección son: calzada con mínimo dos carriles, de 3.60m de ancho mínimo cada carril, con control parcial de accesos, y puede presentar pasos vehiculares a nivel, como lo es el caso de rotondas. Por otro lado, se identificó que la hora pico en promedio se genera entre las 5 de la tarde y las 6 de la tarde, alcanzando un volumen de 393 veh/h y que la mayor cantidad de vehículos que transitan son autos en un 47.9% de la composición vehicular. El vehículo más grande que transitó por la vía fue el Semitrailer Simple T3S3.
3. Del diseño de la turbo rotonda, esta se diseñó de acuerdo a los manuales *Roundabouts - Application and design* y al Manual del diseño geométrico del MTC. La turbo rotonda “La Campana” propuesta tiene una isla central compuesta por dos semicírculos de radio interior mínimo de 25m, de carriles separados de 5.00m de ancho definidos por el análisis del barrido del vehículo de diseño (Semitrailer Simple T3S3) que fue realizado en el software

Autodesk Vehicle Tracking 2020; e interconecta a 4 entradas viales las cuales son carretera panamericana a Sullana (PE-1N), Carretera Panamericana a Tumbes (PE-1N), carretera a Negritos y carretera a Pariñas (PI-100). Se encuentra diseñada para una velocidad máxima de 60 km/h.

4. De la señalización, se tomó en cuenta el manual de dispositivos de control del tránsito y automotor para calles y carreteras del MTC tanto para la señalización horizontal como la vertical. Entre la señalización horizontal se colocarán líneas de demarcación del pavimento como las separadoras de carril de la turbo rotonda, las líneas de entrada y salida, que se ubican en las entradas y salidas de la turbo rotonda, demarcación de las flechas en pavimento, indicando la dirección que el vehículo debe tomar para cada carril y la demarcación CEDA EL PASO en las entradas de la rotonda que requieren cruzar hacia el carril interior. Entre la señalización vertical se considerarán señales informativas, preventivas y reguladoras como letreros de código R-30 “MÁXIMA VELOCIDAD PERMITIDA”, señales de aproximación de una intersección a 500 m antes de llegar a la Turbo rotonda, señales informativas sobre que carril tomar en la intersección de acuerdo a cada salida y señales de ensanchamiento de calzada en los empalmes de la carretera existente con los de la carretera proyectada, la cual ampliará su número de 2 a 4. También se colocarán señales de prohibición para unidades de transporte como mototaxis y montacargas y se colocarán señales de “CEDA EL PASO” en las entradas de la rotonda.

## **VII. RECOMENDACIONES**

1. A los futuros profesionales, y proyectistas: Por ser una alternativa nueva en el país que ha sido corroborada su efectividad por estudios realizados anteriormente a nivel internacional, además de su empleo exitoso en países desarrollados, se recomienda su aplicación y consideración como una alternativa eficaz para reordenar el tráfico generado en intersecciones con alto flujo vehicular, en los futuros proyectos viales y de ingeniería de tránsito.
2. A las autoridades competentes: Se recomienda no dejar de lado el factor capacitación, es sumamente importante y necesario capacitar a los choferes a un correcto uso de la turbo rotonda y al respeto de las señales de tránsito. Esto se puede lograr mediante el uso de las redes sociales, emisoras radiales y televisivas. Es importante considerar una campaña de culturización y preparación para usar este novedoso sistema, si es que se quiere que sea totalmente efectivo.
3. A los investigadores y sociedad académica: se recomienda plantear estudios y propuestas en diferentes intersecciones del país, empleando como alternativa el uso de turbo rotonda. Esto permitirá tener más antecedentes, reforzar las metodologías empleadas y así mismo llegar a normalizar el uso de esta alternativa en el Perú, lo cual beneficiará sumamente a la población al mejorar las condiciones paupérrimas del tráfico.

## REFERENCIAS

- Agudelo, M. (2021). *Valoración de propuesta evolutiva de intersección semaforizada a una glorieta en la ciudad de Villavicencio*. [Tesis de maestría, Universidad Cooperativa de Colombia]. [https://repository.ucc.edu.co/bitstream/20.500.12494/34501/2/2021\\_Valoraci%C3%B3n\\_propuesta\\_intersecci%C3%B3n.pdf](https://repository.ucc.edu.co/bitstream/20.500.12494/34501/2/2021_Valoraci%C3%B3n_propuesta_intersecci%C3%B3n.pdf)
- Alayon, Y., & Olivos, J. (2015). Desarrollo, diagnóstico y proyección de la infraestructura en Colombia. *Universidad Católica de Colombia*. <https://repository.ucatolica.edu.co/bitstream/10983/2812/4/ARTICULO%20TURBO%20GLORIETAS.pdf>
- Caicedo, D., Córdoba, J., & Lara, L. (s.f.). Accidentalidad en intersecciones. *Vitela*. [http://vitela.javerianacali.edu.co/bitstream/handle/11522/9926/Articulo\\_cient%C3%ADfico.pdf](http://vitela.javerianacali.edu.co/bitstream/handle/11522/9926/Articulo_cient%C3%ADfico.pdf)
- Carrasco, S. (2005). *Metodología de la investigación científica* (1ra ed.). Editorial San Marcos.
- Castillo, D., & Moncada, E. (2017). *Evaluación de propuesta de evolución de intersección semaforizada a glorieta*. [Tesis de grado, Universidad Católica de Colombia]. <https://repository.ucatolica.edu.co/handle/10983/14528>
- Chavez, N., Mancilla, J., Marino, S., & Medina, L. (2019). *Propuesta de un nuevo diseño geométrico para la intersección Av. Javier Prado Este y Av. Melgarejo-Óvalo Huarochirí*. [Tesis de grado, Universidad San Ignacio de Loyola]. <http://repositorio.usil.edu.pe/handle/USIL/9398>
- CONCYTEC. (2018). *Reglamento de calificación, clasificación y registro de los investigadores del SINACYT*. Recuperado el 20 de setiembre de 2020, de <https://portal.concytec.gob.pe>
- Džambas, T., Ahac, S., & Dragčević, V. (2017). Geometric Design of Turbo Roundabouts. *Tehnički vjesnik*, 1(24), 309-318.
- FHWA Safety Program. (2019). *Advancing Turbo Roundabouts in the United States: Synthesis Report*. U.S. Department of Transportation. <https://safety.fhwa.dot.gov/intersection/roundabouts/fhwasa19027.pdf>

- González, J., & Ordoñez, J. (2014). *Estudio de los factores que intervienen en los accidentes e infracciones de tránsito ocasionados por los buses de transporte público de pasajeros tipo urbano en la ciudad de Cuenca y planteamiento de la propuesta para disminuirlos*. Universidad Politécnica Salesiana. <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/6633/1/UPS-CT003269.pdf>
- Henríquez, J. (2019). *Propuesta de mejora vial en la intersección de las avenidas Miguel Grau y Gulman en la ciudad de Piura, Piura*. [Tesis de maestría, Universidad Privada Antenor Orrego]. <https://hdl.handle.net/20.500.12759/4691>
- Lima Cómo Vamos. (2021). Radiografía de siniestros y accidentes en vías rápidas. 4. [http://www.limacomovamos.org/wp-content/uploads/2021/01/comonosmovemos\\_LE.pdf](http://www.limacomovamos.org/wp-content/uploads/2021/01/comonosmovemos_LE.pdf)
- Ministerio de Transportes y Comunicaciones. (2013). *Manual de dispositivos de control del tránsito y automotor para calles y carreteras*. Gobierno del Perú. [http://transparencia.mtc.gob.pe/idm\\_docs/normas\\_legales/1\\_0\\_3730.pdf](http://transparencia.mtc.gob.pe/idm_docs/normas_legales/1_0_3730.pdf)
- Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones. (2018). *Manual de diseño geométrico de carreteras*. Lima: Gobierno del Perú. [https://portal.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas\\_carreteras/documentos/manuales/Manual.de.Carreteras.DG-2018.pdf](https://portal.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas_carreteras/documentos/manuales/Manual.de.Carreteras.DG-2018.pdf)
- Ministry of Transport, Public Works and Water management Partners for Roads. (2009). *Roundabouts - Application and design*. Netherlands: Royal Haskoning DVH.
- Osorio, I. (2020). *Implementación y simulación de turbo glorieta, propuesta de cambio de glorieta convencional a turbo glorieta en Mérida, Yucatán*. [Tesis de maestría, Universidad Autónoma de Chihuahua]. <http://repositorio.uach.mx/333/>
- Tarquino, F., Yauyo, J., & Perez, D. (2020). Replanteo físico y operacional de una rotonda urbana de cinco carriles interiores en situación de congestión para mejorar su eficiencia y seguridad vial. *EasyChair Preprint*. <https://easychair.org/publications/preprint/Z1fd>



Torres, A., Torres, F., & Pardillo, J. (2010). Modelo de clasificación del riesgo en intersecciones rurales en T y validación del tiempo de evasión como medición alternativa de la seguridad de tránsito en intersecciones. *Rev. Ing. Constr.*, 25(3), 353-370. doi:10.4067/S0718-50732010000300002

Transoft Solutions B.V. (2021). *Turbo Roundabouts*.  
<http://www.turboroundabout.com/turbo-roundabout.html>

Universidad Cesar Vallejo. (2017). *Código de ética en investigación*. Trujillo.  
<https://www.ucv.edu.pe/datafiles/C%C3%93DIGO%20DE%20%C3%89TICA.pdf>

Valenzuela, J. (2017). *Diseño comparativo como alternativa entre turbo rotonda convencional, mediante la microsimulación de tránsito*. [Tesis de maestría, Universidad de Piura]. <https://hdl.handle.net/11042/3451>

### ANEXO 3. MATRIZ DE OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

| VARIABLES                             | DEFINICIÓN CONCEPTUAL   | DEFINICIÓN OPERACIONAL   | DIMENSIONES   | INDICADORES   |
|---------------------------------------|---|--|---|---|
| V1:<br>Planteamiento de Turbo Rotonda | Planteamiento de Turbo-Rotonda.<br>Definición conceptual: El planteamiento de un tipo de rotonda relativamente nuevo, que proporciona un flujo de tráfico en espiral, exigiendo a los conductores que elijan su dirección antes de entrar en la rotonda (Transoft Solutions B.V., 2021) | Se medirá de acuerdo al Levantamiento topográfico, análisis del tráfico, diseño de turbo rotonda y señalización. | Levantamiento topográfico<br>Análisis del tráfico<br>Diseño de turbo rotonda<br>Señalización. | <p><b>Levantamiento topográfico:</b><br/>Generalidades<br/>Descripción de la superficie<br/>Planos de planta topográfica existente</p> <p><b>Estudio de tránsito:</b><br/>Definición de estaciones de conteo<br/>Conteo de flujo<br/>Índice Medio Diario</p> <p><b>Diseño geométrico:</b><br/>Etapa 1<br/>Etapa 2<br/>Etapa 3<br/>Etapa 4<br/>Etapa 5</p> <p><b>Señalización:</b><br/>Señalización Horizontal<br/>Señalización Vertical</p> |

















**PROMEDIO DE LA SEMANA**
**PROYECTO:** Diseño de Turbo-Rotonda para la intersección vial "La Campana" del distrito de Pariñas, provincia de Talara, Piura 2021

**UBICACIÓN:** INTERSECCION "LA CAMPANA" (Piura, Talara, Tu

**TRAMO:** CARRETERA A PARIÑAS

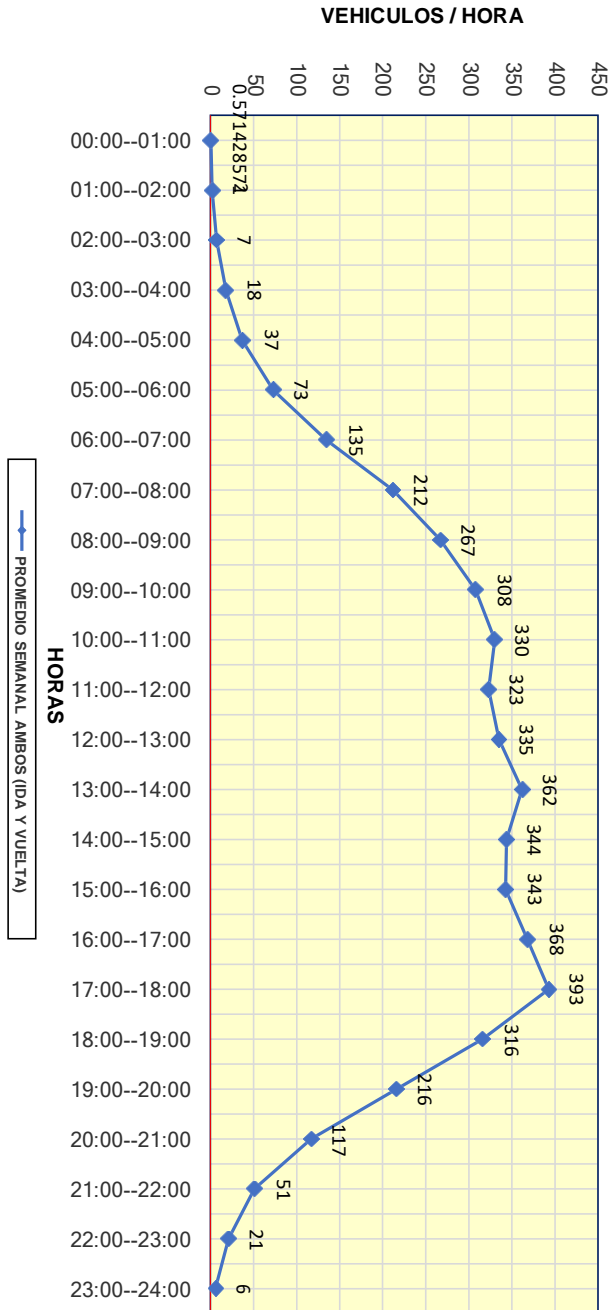
**SENTIDO:** AMBOS

**ESTACION:** E-01-CAMP

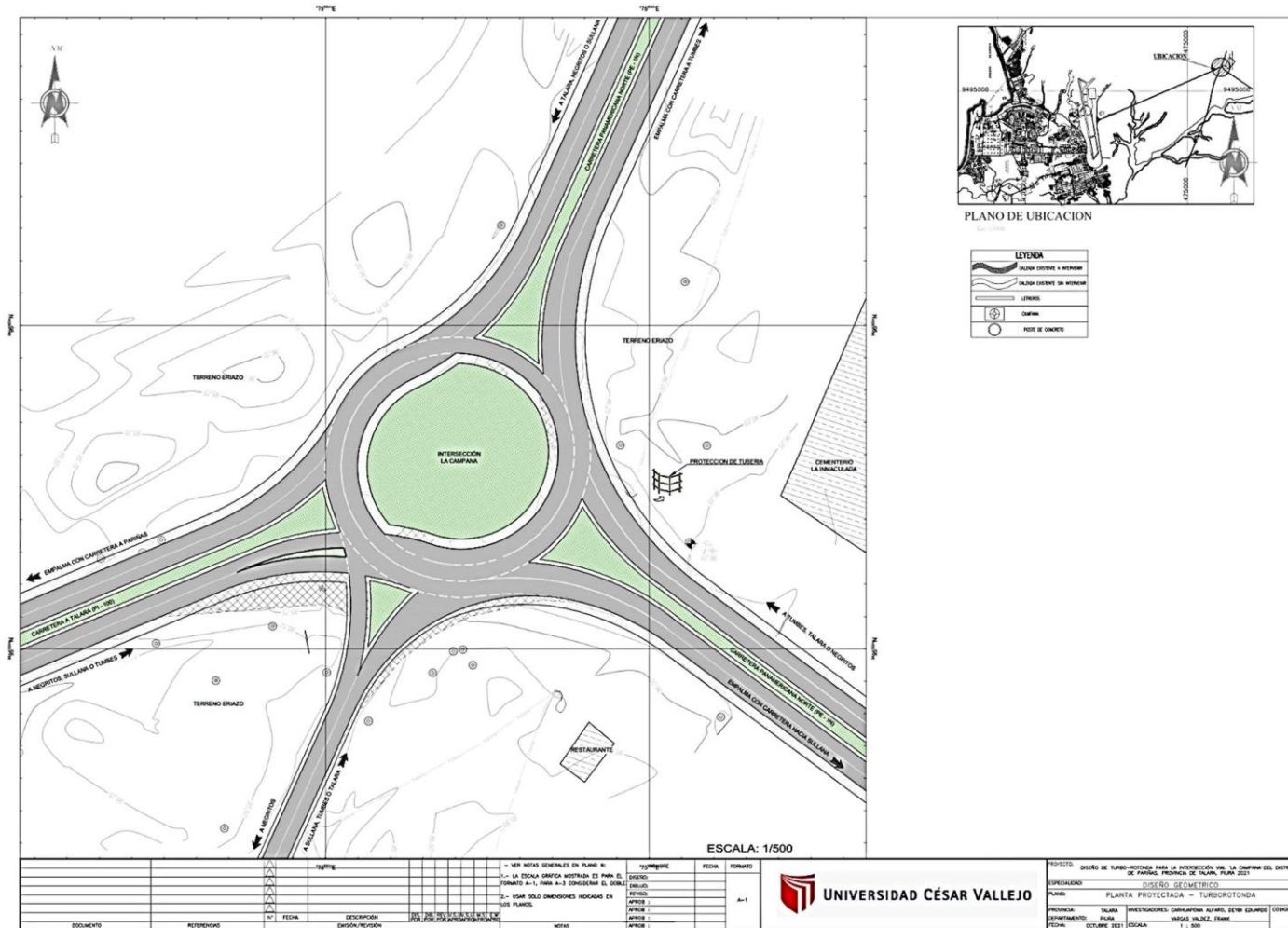
**FECHA:** DEL Lunes 30.08.2021 AL Domingo 05.09.2021

| HORA         | Moto<br>Mototaxi | Autos         | Station<br>Wagon | CAMIONETAS    |              |                |              | Micros       | BUS          |              | CAMIONES     |              |              | SEMI TRAYLER |              |              |              | TRAYLER      |              |              |               | TOTAL         | %     |
|--------------|------------------|---------------|------------------|---------------|--------------|----------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|---------------|---------------|-------|
|              |                  |               |                  | Pick up       | Panel        | Rural<br>Combi |              |              | 2 E          | >=3 E        | 2 E          | 3 E          | 4 E          | 2S1/2S2      | 2S3          | 3S1/3S2      | >=3S3        | 2T2          | 2T3          | 3T2          | >=3T3         |               |       |
| 00:00--01:00 | -                | 1             | -                | -             | -            | -              | -            | -            | -            | -            | -            | -            | -            | -            | -            | -            | -            | -            | -            | -            | -             | 1             | 0.01% |
| 01:00--02:00 | -                | 2             | -                | 0             | -            | -              | -            | -            | -            | -            | -            | -            | -            | -            | -            | -            | -            | -            | -            | -            | -             | 2             | 0.04% |
| 02:00--03:00 | -                | 5             | 0                | 2             | -            | -              | -            | -            | -            | -            | -            | -            | -            | -            | -            | -            | -            | -            | -            | -            | -             | 7             | 0.15% |
| 03:00--04:00 | -                | 12            | 1                | 5             | -            | -              | 0            | -            | -            | -            | -            | -            | -            | -            | -            | -            | -            | -            | -            | -            | -             | 18            | 0.39% |
| 04:00--05:00 | -                | 20            | 3                | 12            | 0            | 1              | -            | -            | -            | 0            | 0            | -            | -            | -            | -            | -            | -            | -            | -            | -            | -             | 37            | 0.81% |
| 05:00--06:00 | -                | 37            | 6                | 23            | 1            | 4              | -            | 0            | 0            | 1            | 0            | -            | -            | -            | -            | 0            | -            | -            | -            | -            | -             | 73            | 1.59% |
| 06:00--07:00 | -                | 72            | 11               | 38            | 1            | 8              | 0            | 1            | 0            | 2            | 0            | -            | -            | -            | 0            | 1            | -            | -            | -            | -            | -             | 135           | 2.94% |
| 07:00--08:00 | -                | 119           | 19               | 44            | 1            | 16             | 1            | 2            | 1            | 4            | 1            | 0            | 0            | 0            | 1            | 2            | -            | -            | -            | -            | -             | 212           | 4.62% |
| 08:00--09:00 | -                | 126           | 15               | 65            | 3            | 22             | 1            | 10           | 1            | 12           | 3            | 0            | 0            | 2            | 7            | -            | -            | -            | -            | -            | -             | 267           | 5.82% |
| 09:00--10:00 | -                | 133           | 23               | 69            | 4            | 28             | 1            | 12           | 1            | 14           | 5            | 1            | -            | 1            | 3            | 13           | -            | -            | -            | -            | -             | 308           | 6.72% |
| 10:00--11:00 | -                | 151           | 30               | 66            | 4            | 28             | 0            | 15           | 1            | 16           | 6            | 2            | -            | 0            | 3            | 8            | -            | -            | -            | -            | -             | 330           | 7.20% |
| 11:00--12:00 | -                | 141           | 23               | 69            | 6            | 27             | 1            | 14           | 3            | 15           | 8            | 1            | 0            | 0            | 2            | 11           | -            | -            | -            | -            | -             | 323           | 7.05% |
| 12:00--13:00 | -                | 158           | 24               | 71            | 3            | 26             | 1            | 14           | 2            | 18           | 7            | 1            | 0            | 0            | 2            | 7            | -            | -            | -            | -            | -             | 335           | 7.31% |
| 13:00--14:00 | -                | 172           | 22               | 71            | 6            | 33             | 1            | 16           | 1            | 18           | 7            | 1            | -            | 0            | 3            | 11           | -            | -            | -            | -            | -             | 362           | 7.90% |
| 14:00--15:00 | -                | 171           | 27               | 70            | 4            | 33             | 1            | 10           | 1            | 11           | 6            | 0            | 0            | -            | 1            | 7            | -            | -            | -            | -            | -             | 344           | 7.50% |
| 15:00--16:00 | -                | 160           | 20               | 72            | 4            | 32             | 0            | 16           | 3            | 15           | 6            | 1            | -            | -            | 3            | 12           | -            | -            | -            | -            | -             | 343           | 7.48% |
| 16:00--17:00 | -                | 175           | 24               | 71            | 6            | 36             | 1            | 16           | 2            | 14           | 8            | 0            | -            | 0            | 3            | 10           | -            | -            | -            | -            | -             | 368           | 8.03% |
| 17:00--18:00 | -                | 188           | 23               | 81            | 7            | 42             | 1            | 14           | 2            | 15           | 6            | 0            | -            | 0            | 2            | 10           | -            | -            | -            | -            | -             | 393           | 8.57% |
| 18:00--19:00 | -                | 177           | 20               | 72            | 3            | 29             | 0            | 4            | 1            | 5            | 1            | 0            | -            | -            | 1            | 2            | -            | -            | -            | -            | -             | 316           | 6.89% |
| 19:00--20:00 | -                | 125           | 15               | 50            | 1            | 19             | 0            | 2            | -            | 2            | 1            | -            | -            | -            | 0            | 1            | -            | -            | -            | -            | -             | 216           | 4.71% |
| 20:00--21:00 | -                | 69            | 9                | 27            | 0            | 9              | -            | 1            | 0            | 1            | 0            | -            | -            | -            | 0            | -            | -            | -            | -            | -            | -             | 117           | 2.55% |
| 21:00--22:00 | -                | 31            | 4                | 13            | 0            | 2              | -            | -            | -            | -            | -            | -            | -            | -            | -            | -            | -            | -            | -            | -            | -             | 51            | 1.11% |
| 22:00--23:00 | -                | 15            | 2                | 4             | -            | 0              | -            | -            | -            | -            | -            | -            | -            | -            | -            | -            | -            | -            | -            | -            | -             | 21            | 0.46% |
| 23:00--24:00 | -                | 5             | 0                | 0             | -            | -              | -            | -            | -            | -            | -            | -            | -            | -            | -            | -            | -            | -            | -            | -            | -             | 6             | 0.13% |
| <b>TOTAL</b> | <b>0</b>         | <b>2,268</b>  | <b>323</b>       | <b>996</b>    | <b>56</b>    | <b>395</b>     | <b>10</b>    | <b>149</b>   | <b>20</b>    | <b>163</b>   | <b>68</b>    | <b>9</b>     | <b>2</b>     | <b>4</b>     | <b>27</b>    | <b>103</b>   | <b>0</b>     | <b>0</b>     | <b>0</b>     | <b>0</b>     | <b>4,593</b>  | <b>100.0%</b> |       |
| <b>%</b>     | <b>0.00%</b>     | <b>49.38%</b> | <b>7.03%</b>     | <b>21.69%</b> | <b>1.22%</b> | <b>8.60%</b>   | <b>0.22%</b> | <b>3.24%</b> | <b>0.44%</b> | <b>3.55%</b> | <b>1.48%</b> | <b>0.20%</b> | <b>0.04%</b> | <b>0.09%</b> | <b>0.59%</b> | <b>2.24%</b> | <b>0.00%</b> | <b>0.00%</b> | <b>0.00%</b> | <b>0.00%</b> | <b>100.0%</b> |               |       |

### PATRÓN HORARIO DE TRÁNSITO VEHICULAR



# ANEXO 5. PLANO DE DISEÑO GEOMÉTRICO DE TURBO ROTONDA



| DOCUMENTO | REFERENCIAS | FECHA | ENCARGADO | REVISOR | NOTAS |
|-----------|-------------|-------|-----------|---------|-------|
|           |             |       |           |         |       |

| FECHA | FORMATO |
|-------|---------|
|       | A-1     |



|              |   |                |                                 |
|--------------|---|----------------|---------------------------------|
| PROYECTO     | DISEÑO DE TURBO-ROTONDA PARA LA INTERSECCIÓN DEL LA CAMPANA DEL DISTRITO DE PÁRAMO, PROVINCIA DE SULLA, PERÚ 2021 |                |                                 |
| DISCIPLINA   | DISEÑO GEOMÉTRICO   |                |                                 |
| PLANO        | PLANTA PROYECTADA - TURBOROTONDA  |                |                                 |
| PROVINCIA    | SULLA   | INVESTIGADORES | GABRIEL ALFARO, EDUARDO CORDOBA |
| DEPARTAMENTO | SULLA   | INVESTIGADOR   | WILSON VILLALBA, FERRER         |
| FECHA        | OCTUBRE 2021  | ESCALA         | 1:500                           |



## ANEXO 6. PANEL FOTOGRÁFICO



*Fotografía 1.* Vista aérea de la intersección “La Campana” de Tarma, Piura



*Fotografía 2.* Conteo Vehicular E-01 “La Campana” de Tarma, Piura





*Fotografía 3. Conteo Vehicular E-02 "La Campana" de Talara, Piura*



*Fotografía 4. Conteo Vehicular E-03 "La Campana" de Talara, Piura*



*Fotografía 5. Procesamiento de información de campo*



*Fotografía 6. Ubicación de BM "La Campana" de Talara, Piura*





Fotografía 7. Levantamiento topográfico con estación total de intersección “La Campana” de Talara, Piura



Fotografía 8. Levantamiento fotogramétrico con dron *Phantom 4 Pro* de intersección “La Campana” de Talara, Piura



Fotografía 9. Levantamiento topográfico con estación total de intersección "La Campana" de Talara, Piura