



UNIVERSIDAD
PRIVADA
DEL NORTE

ESCUELA DE POSTGRADO Y ESTUDIOS CONTINUOS

DISEÑO DE UN SISTEMA DE DESPACHO MULTIPLANTA Y SU IMPACTO EN LA EFICIENCIA DEL PROCESO DE DESPACHO DE CONCRETO PREMEZCLADO DE LA EMPRESA DISTRIBUIDORA NORTE PACASMAYO SRL EN LA CIUDAD DE TRUJILLO.

Tesis para optar el grado **MAESTRO** en:

Dirección de Operaciones y Cadena de Abastecimiento

Autor:

Br. Mendoza Rodriguez, Tommy Alexander

Asesor:

Dr. Alberto Carlos Mendoza de los Santos

Trujillo – Perú

2019

Dedicatoria y Agradecimiento

A Dios, por iluminar mi camino y darme Sabiduría durante el transcurso de mi vida.

A mis Padres, por mantener su confianza en mí y por los valores que me han inculcado, siendo un ejemplo a seguir en todo momento.

A mis abuelos, por el apoyo y motivación incondicional que me dan para continuar adelante y lograr mis objetivos.

Tommy Alexander Mendoza Rodríguez.

Índice

Resumen:	1
Abstract:	2
CAPITULO I: INTRODUCCIÓN:	3
1.1. Realidad problemática:	3
1.2. Pregunta de investigación.....	6
1.3. Objetivos de la investigación.	6
1.3.1. Objetivo General.....	6
1.3.2. Objetivo Específico:.....	6
1.4. Justificación de la investigación.....	6
1.5. Alcance de la investigación.....	7
CAPITULO II: MARCO TEORICO:.....	8
2.1. Antecedentes.	8
2.2. Marco Conceptual:	13
2.2.1. Cadena de Suministro:.....	13
2.2.2. Localización de Planta:.....	16
2.2.3. Modelos de Transporte y sus Variantes:.....	25
2.2.4. Proceso de despacho de Concreto Premezclado (CPM)	33
2.2.5. Eficiencia del Proceso de despacho de CPM.	37
2.3. Definición de Términos.	38
CAPITULO III: HIPOTESIS:	40
3.1. Declaración de la hipótesis.	40
3.1.1. Hipótesis de investigación:.....	40
3.2. Operacionalización de variables.	40
3.3. Validación de la hipótesis:	41
CAPITULO IV: DESCRIPCIÓN DE MÉTODOS Y ANALISIS	43
4.1. Tipo de Investigación.	43
4.1.1. Por su Enfoque:.....	43
4.1.2. Por su Alcance:	43
4.2. Diseño de la Investigación	43
4.3. Población y muestra.	43
4.3.1. Población:.....	43
4.3.2. Muestra:.....	43
4.4. Técnicas e instrumentos.	45
4.4.1. Técnica de investigación:	45
4.4.2. Instrumentos:.....	45
4.5. Métodos:	45
4.5.1. Técnicas de recolección de datos y Análisis de datos.	45
CAPITULO V: RESULTADOS.....	47
5.1. Eficiencia Actual:.....	47
5.2. Pronósticos de las obras a distancia en Trujillo.....	51
5.2.1. Estacionalidad de Despachos de CPM:	51
5.2.2. Crecimiento de Obras en Trujillo:.....	52
5.3. Diseño de Sistema de Despacho Multiplanta (SDM).	60
5.3.1. Localización de Planta.	60

5.3.1.1. Método de Localización de Planta Carga - Distancia.	63
5.3.1.2. Método de localización de planta por factores ponderados.....	73
5.3.2. Algoritmo Aproximación Vogel para programación de despachos.....	73
5.3.2.1. Tiempos promedios de Plantas a Distritos.....	74
5.3.2.2. Costo por viaje de Plantas a Distritos.	78
5.3.2.3. Simulación de Montecarlo para la Programación diaria.....	80
5.3.2.4. Aplicación del Método de Aproximación Vogel.	87
5.3.2.5. Diseño Operativo.....	88
5.4. Eficiencia proyectada del proceso de despacho de CPM con SDM.	90
5.4.1. Tiempo de Viaje Proyectado:	90
5.4.2. Tiempo de Ciclo Proyectado:	93
5.4.3. Costo de Transporte Proyectado:	93
5.4.4. Eficiencia Operador:	93
5.4.5. Eficiencia Mixer.	96
CAPITULO VI: DISCUSIÓN.....	98
CONCLUSIONES.....	101
RECOMENDACIONES.	103
REFERENCIAS.....	104
ANEXOS.....	107

Índice de Figuras

Figura N° 1: Consumo y producción de Cemento, y PBI del mundo del 2006 al 2018	3
Figura N° 2: Waze: Ranking de Países para el manejo.....	4
Figura N° 3: Red de cadena de Suministro.....	15
Figura N° 4: Plano de ubicación de coordenadas según cada lugar meta.....	20
Figura N° 5: Coordenadas de locación optima	21
Figura N° 6: Análisis del Punto de equilibrio	24
Figura N° 7: Representación del modelo de transporte con nodos y arcos	25
Figura N° 8: Representación del modelo de transporte con nodos y arcos	26
Figura N° 9: Aplicación método húngaro.	29
Figura N° 10: método Hungaro – Paso 1.....	29
Figura N° 11: método Hungaro – Paso 2.....	29
Figura N° 12: método húngaro – Paso 4.....	30
Figura N° 13: Red de Transbordos entre plantas y agencias.	31
Figura N° 14: Modelo de transbordo en TORA.....	31
Figura N° 15: Modelo de transbordo resuelto en TORA.....	32
Figura N° 16: Modelo de programación lineal del problema del agente viajero.	33
Figura N° 17: Formato Control Semanal de despachos – Dino SRL.....	34
Figura N° 18: Modelo de Producción y despacho de Concreto premezclado.	35
Figura N° 19: Modelo de Producción y despacho de Concreto premezclado.	36
Figura N° 20: Histórico de despachos (m3) del 2014 al 2018, Zonal Trujillo, 2014 - 2018.	52
Figura N° 21: Localización de la Alternativa en Moche. Nota: Recuperado de Google Maps.	60
Figura N° 22: Localización de la alternativa Salaverry	61
Figura N° 23: Localización de la alternativa Virú.	62
Figura N° 24: Localización de la alternativa Chao.	62
Figura N° 25: Gráfico de subdivisión de Trujillo.....	75

Índice de Tablas.

Tabla N° 1 Matriz de Alternativas vs factores cualitativos	18
Tabla N° 2 Calificación ponderada y Global de las alternativas.	19
Tabla N° 3 Coordenadas de Lugares meta vs Población	19
Tabla N° 4 Resultado óptimo del eje X	20
Tabla N° 5 Resultado óptimo del eje Y	21
Tabla N° 6 Distancia de puntos de alternativas hacia puntos destino.	22
Tabla N° 7 Cálculo de carga x distancia.	22
Tabla N° 8 Costos Fijos vs Costos variables de cada Alternativa	23
Tabla N° 9 Calculo de costos totales para cada alternativa.	23
Tabla N° 10 Matriz de Costos de Puntos Orígenes a Destinos.	26
Tabla N° 11 Paso 1 de la Aplicación del Método de Aproximación Vogel.....	27
Tabla N° 12 Paso 2 de la Aplicación del Método de Aproximación Vogel.....	27
Tabla N° 13 Matriz de operacionalización de variables.	40
Tabla N° 14 Muestra de Tiempos de Viaje	41
Tabla N° 15 Prueba para una muestra T- Student.....	42
Tabla N° 16 Cálculo de la muestra para Tiempos de Viaje.	44
Tabla N° 17 Técnicas de recolección de datos y análisis de datos.	46
Tabla N° 18 Tiempo de transporte Trujillo – Enero a diciembre 2018	47
Tabla N° 19 Tiempo de ciclos Trujillo – Enero a diciembre 2018	47
Tabla N° 20 Costo de Operación (soles/min) – Enero a diciembre 2018	48
Tabla N° 21 Eficiencia Operador (m ³ / Operador) mensual – Enero a diciembre 2018.....	49
Tabla N° 22 Eficiencia mixer (m ³ / mixer) mensual – Enero a diciembre 2018.....	49
Tabla N° 23 Eficiencia mixer - Vueltas (N° Vueltas / mixer) – Enero a diciembre 2018.....	50
Tabla N° 24 Porcentaje de despachos a distancia Sur del 2014 al 2018	54
Tabla N° 25 Método Winter - Pronósticos Enero a diciembre 2019 (m ³)	55
Tabla N° 26 Variables para minimizar error en Solver – Excel – Pronósticos de despachos (m ³) .	56
Tabla N° 27 Método Winter - Pronósticos despachos a distancia Sur, enero a diciembre 2019	57
Tabla N° 28 Variables para minimizar error en Solver – Excel – Pronósticos de despachos a distancia Sur (m ³)	58
Tabla N° 29 Método Winter – Pronósticos de despachos totales vs Pronósticos de despachos a distancia Sur, enero a diciembre 2019.....	59
Tabla N° 30 Porcentaje de viajes enviados a distritos del sur.	63
Tabla N° 31 N° de viajes por distrito.	63
Tabla N° 32 Calculo de Tiempos y distancias de Alternativa Moche hasta Víctor Larco, Salaverry y Moche.....	64
Tabla N° 33 Calculo de Tiempos y distancias de Alternativa Moche hasta Virú y Chao	65
Tabla N° 34 Calculo de Tiempos y distancias de Alternativa Salaverry hasta Víctor Larco, Salaverry y Moche.....	66
Tabla N° 35 Calculo de Tiempos y distancias de Alternativa Salaverry hasta Virú y Chao	67
Tabla N° 36 Calculo de Tiempos y distancias de Alternativa Virú hasta Víctor Larco, Salaverry y Moche.....	67
Tabla N° 37 Calculo de Tiempos y distancias de Alternativa Salaverry hasta Virú y Chao	68
Tabla N° 38 Calculo de Tiempos y distancias de Alternativa Chao hasta Víctor Larco, Salaverry y Moche.....	69
Tabla N° 39 Calculo de Tiempos y distancias de Alternativa Chao hasta Virú y Chao	70
Tabla N° 40 Calculo de la mejor Alternativa con el método de Localización Carga – Distancia.....	72

Tabla N° 41 Calculo de la mejor Alternativa con el método de Localización Factores Ponderados.	73
Tabla N° 42 Distribución de Urbanizaciones para Trujillo Norte y Trujillo Sur.	76
Tabla N° 43 Calculo de tiempos de Planta Esperanza a distritos Destino.	77
Tabla N° 44 Calculo de tiempos de Planta Moche a distritos Destino.	77
Tabla N° 45 Calculo de Costo por viaje de Planta Esperanza a Distrito.	78
Tabla N° 46 Calculo de Costo por viaje de Planta Moche a Distritos.	79
Tabla N° 47 Menor costo de viaje por Planta.	79
Tabla N° 48 Volumen (m3) por Distrito de la programación de despachos del mes de abril y Mayo 2018.	81
Tabla N° 49 Volumen(m3) por Distrito de la programación de despachos del mes de junio 2018.	82
Tabla N° 50 Simulación de despachos por Distrito por día.	83
Tabla N° 51 Resumen de la simulación de despachos por Distrito.	86
Tabla N° 52 Costo total de Viajes óptimos mediante el Algoritmo de Aproximación Vogel.	87
Tabla N° 53 Diseño Operativo de los despachos simulados	88
Tabla N° 54 Formula para el cálculo de mixers efectivos.	89
Tabla N° 55 Calculo de Operadores para cumplir los despachos simulados.	89
Tabla N° 56 N° de Viajes pronosticados para el Sur y Norte del 2019.	90
Tabla N° 57 Porcentaje de despachos enviados a cada distrito del Norte y Sur.	91
Tabla N° 58 Tiempo de viaje con el Sistema de despacho Multiplanta.	92
Tabla N° 59 Tiempo Ciclo con SDM.	93
Tabla N° 60 Costo de Viaje con SDM.	93
Tabla N° 61 Diseño Operativo con SDM.	94
Tabla N° 62 Eficiencia Operador (m3 / operador) - 2019.	95
Tabla N° 63 Eficiencia Mixer (m3 / mixer) con SDM - 2019.	96
Tabla N° 64 Eficiencia Mixer (N° vueltas / mixer) con SDM - 2019.	97
Tabla N° 65 Indicadores de eficiencia Actuales - Dino SRL	101
Tabla N° 66 Comparativo indicadores Actuales vs Indicadores con Diseño de Sistema de despacho Multiplanta - Dino SRL	102

Resumen:

La presente Tesis tiene como objetivo evaluar el impacto de la implementación de un sistema de despacho multiplanta (SDM) en la eficiencia del proceso de despacho de concreto premezclado (CPM) en la empresa Distribuidora Norte Pacasmayo en la ciudad de Trujillo. Debido a que se identificó una oportunidad de optimizar la eficiencia del proceso reduciendo el tiempo de transporte dentro del ciclo de despacho.

La investigación, por su enfoque es una investigación cuantitativa y por su diseño Investigación Pre Experimental, tomando como muestra los viajes del proceso de despacho de CPM, usando como técnica el análisis documental.

Como resultados, se obtuvo la eficiencia actual de Dino SRL. Se usó el método Winter para realizar pronósticos a un año del volumen (m^3) de CPM, Asimismo, se diseñó el sistema de despacho multiplanta integrando métodos de localización de Planta (Carga – distancia y Factores Ponderados), siendo el lugar más adecuado para la segunda planta el Distrito de Moche y con el algoritmo de aproximación Vogel se optimizó la programación diaria de despachos.

Finalmente, con el SDM se obtuvieron mejoras en la eficiencia, con un ahorro en el costo de viaje del 41.7%, incremento en la eficiencia operador y mixer de 59.3% y 66.6%, respectivamente.

Abstract:

The objective of this Thesis is to evaluate the impact of the implementation of a multi-plant dispatch system (MDS) on the efficiency of the ready-mix concrete dispatch process (RMC) in Distribuidora Norte Pacasmayo company in the city of Trujillo. Because of an opportunity was identified to optimize the efficiency of the process by reducing the transport time within the dispatch cycle.

The research, by its approach is a quantitative investigation and by its design Pre Experimental Research, taking as a sample the trips of the RMC dispatch process, using the documentary analysis technique.

As a result, the current efficiency of Dino SRL was obtained. The Winter method was used to make one-year forecasts of the volume (m³) of RMC. Also, the multi-plant dispatch system was designed integrating Plant location methods (Load - distance and Weighted Factors), being the most suitable place for the second plant the Moche District and with the Vogel approach algorithm, the daily dispatch scheduling was optimized.

Finally, with the MDS, improvements in efficiency were obtained, with a cost savings of 41.7%, an increase in operator and mixer efficiency of 59.3% and 66.6%, respectively.

CAPITULO I: INTRODUCCIÓN:

1.1. Realidad problemática:

El consumo del cemento en el mundo se ha incrementado considerablemente en los últimos 10 años de 2,500 Mt. (Millones de Toneladas) en el 2006 a 4,128 Mt en el 2016, liderando China con el 58% de la participación mundial. Asimismo, la producción mundial de cemento alcanzo el 4,174 Mt. en el 2016 obteniendo un crecimiento del 2.3% con respecto al 2015 (ASOCEM, 2018).

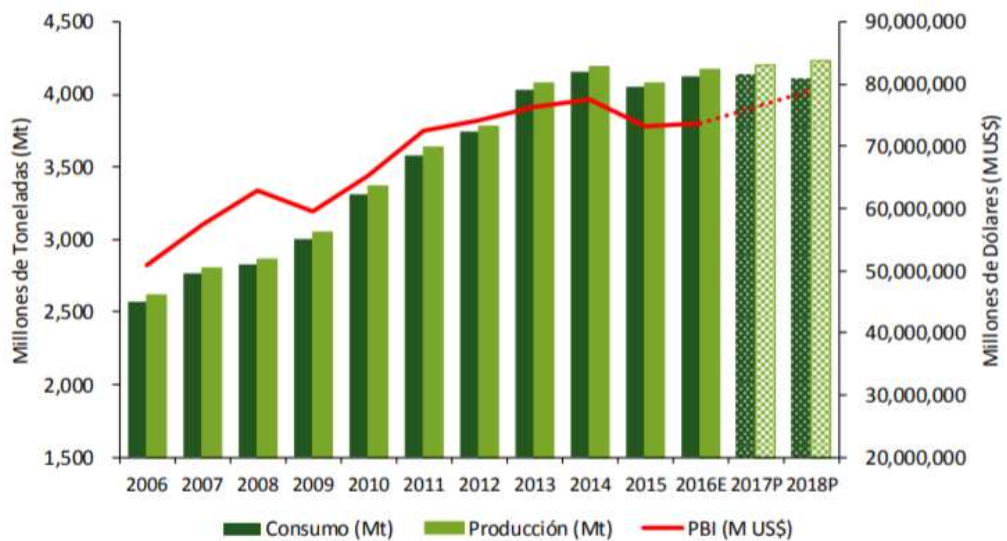


Figura N° 1: Consumo y producción de Cemento, y PIB del mundo del 2006 al 2018

Nota: Tomado de International Cement Review, Banco Mundial y FMI

Elaboración: ASOCEM 2018

Anticipándose a la creciente demanda, las empresas cementeras también ampliaron su capacidad de producción de cemento con 6,141 Mt. en el 2016, con un avance del 7.8% con respecto al 2014. Entre las empresas más representativas se tiene a Lafarge-Holcim que lidera con una capacidad mundial de 353 Mt. con 226 plantas y presencia en 80 países; Anhui Conch con 303 Mt., pero casi todas sus plantas se encuentran en China; Heidelberg – Cement con 193.5 Mt., con cobertura en las principales regiones del mundo excepto américa latina y Cemex con 93 Mt que cuenta con 54 plantas y presencia en 17 países (ASOCEM, 2018).

Para mantener mayor cobertura de sus operaciones en los diferentes países las empresas optan por implementar sus plantas en ciudades estratégicas, abasteciendo más eficiente a los clientes, siendo el transporte un factor clave en la reducción de costos y en los tiempos de entrega.

En el 2016 Waze, hizo un estudio de satisfacción de manejo a nivel de 38 países según la experiencia de conducción, de 38 países analizados el Perú se encuentra en el

puesto 33. Además de 186 ciudades estudiadas, Lima se encuentra en el puesto 169, siendo una de las ciudades con la calificación más baja para el manejo. Sumando el alto tráfico en horas punta y el incremento del parque automotor en el Perú del 5.2% de promedio anual (ASOCEM, 2018).

COUNTRY	RANK	INDEX RATING	TRAFFIC RATING	ROAD SAFETY RATING	DRIVER SERVICES RATING	QUALITY RATING	SOCIO-ECONOMIC RATING	WAZE RATING
URUGUAY	27	4.27	4.78	4.75	1.80	4.80	4.20	3.80
COSTA RICA	29	3.95	6.74	6.73	3.73	5.35	3.70	4.35
VENEZUELA	30	3.93	2.21	6.70	2.37	4.75	5.45	4.50
COLOMBIA	31	3.81	2.51	5.90	2.31	6.21	2.80	4.90
SINGAPORE	32	3.78	2.28	6.32	NA	4.85	5.90	1.85
PERU	33	3.72	6.83	6.45	NA	6.18	1.55	3.65
PANAMA	35	3.48	1.11	6.15	2.80	7.25	4.40	3.95
GUATEMALA	36	3.36	6.96	7.38	3.83	6.55	6.45	3.70
EL SALVADOR	38	2.85	1.78	5.45	2.10	4.75	6.35	3.35

Figura N° 2: Waze: Ranking de Países para el manejo

Nota: Tomado de Waze – Driver satisfaction – Index 2016

La industria de cemento en el Perú viene creciendo considerablemente, según la Asociación de productores de Cemento (ASOCEM), la producción nacional incremento en 1.9% de Julio 2017 a Julio del 2018. Liderando UNACEM con 48.3% de market share, Cementos Yura con el 24.09% y Cementos Pacasmayo S.A.A. el 22.8%. La industria del concreto Premezclado representa aproximadamente el 10% de la producción de cemento en el país.

En la región Norte y Nor-oriental del Perú, no se tiene competencia directa con otras plantas de cemento ya que solo se encuentra posicionado Grupo Pacasmayo con 03 plantas cementeras y 10 plantas de concreto premezclado que abastecen a la región norte. Asimismo, cuenta con una red de 114 ferreterías DINO que cobertura todo el norte, asegurando el posicionamiento de la marca. Grupo Pacasmayo obtuvo un market share del 92% al 2018 (Inteligencia Comercial, Dino SRL), y el 8% corresponde a importaciones e ingreso de cemento envasado de la competencia (Qhuna, Quisquella, Cementos Inka, entre otros.)

En la Región La Libertad, el Grupo Pacasmayo abastece cemento a nivel local y también al sector rural representando el 20% del despacho de cemento. A nivel local el cemento se distribuye en cemento a granel, envasado y en bolsones, siendo el cemento a granel el que se distribuye en bombonas a las plantas de concreto para transformarlo en concreto premezclado, el cual es la mezcla de cemento, piedra, arena, agua y aditivo que se dosifica en un mixer (camión mezclador), y se transporta a obra para su suministro en la estructura que el cliente solicite.

Distribuidora Norte Pacasmayo SRL (Dino SRL) es una de las empresas del Grupo Pacasmayo que se dedica a la fabricación, distribución y suministro de concreto premezclado a las obras del todo Norte y Nor-oriental del País. Contando con competencia Directa de otras concreteras como Ken y Nortmix, quienes cuentan con una flota de mixers reducida y no se abastecen para atender despachos masivos, debido a la frecuencia consecutiva que se requiere, o con distancia de recorrido mayor a una hora por la pérdida de eficiencia.

La Planta de concreto de Trujillo se encuentra ubicada en el Parque industrial de la esperanza, Trujillo – La Libertad (a 25 minutos de la ciudad de Trujillo). y el número de mixers de la flota oscila en función al diseño operativo del mes con un aproximado de 30 a 34 mixers.

A medida que la ciudad de Trujillo va creciendo, su esparcimiento urbano también crece y se aleja en gran medida de la planta. Por tanto, el tiempo de ciclo (tiempos desde que carga el concreto hasta que regresa a planta para su siguiente vuelta) de los mixer se está incrementando, con un ciclo promedio de 4 horas (Data Dino SRL – Julio 2018), representando los tiempos de transporte el 30% del tiempo de ciclo. En los últimos 05 años el crecimiento del sector construcción se ha venido concentrando en el sur con un 80% de despachos enviados a los distritos de Víctor Larco, Moche, Salaverry y Virú.

Asimismo, durante el día aumenta el flujo vehicular en horas punta (07:00 a 09:00 am y 6 pm a 8 pm); despachos a distancia; incremento de volumen no programado y saldos de clientes por error en cubicaje. Estos problemas conllevan a tener baja capacidad de respuesta hacia los clientes, reduciendo la eficiencia de mixer y operador en un aproximado de 25%.

Las demoras en el viaje, afectan directamente a la calidad del concreto puesto que es un producto perecible y tiene un tiempo de vida de 2.5 horas. Además, teniendo en cuenta que los operadores pueden trabajar un máximo de 12 horas según la legislativa laboral vigente y por seguridad, ante los retrasos del día y en muchas ocasiones para cumplir con el programa de despachos se exceden el tiempo máximo permisible de trabajo, incumpliendo con el estándar.

Finalmente, la suma de todos estos problemas, incrementa el tiempo de viaje, el costo de transporte y genera ineficiencia en el proceso de despacho de concreto premezclado. Por eso, es necesario definir el impacto de la implementación de un sistema de despacho multiplanta en la eficiencia, y así, en un posterior estudio definir su factibilidad de la implementación.

1.2. Pregunta de investigación.

¿En qué medida el diseño de un sistema de despacho multiplanta impacta en la eficiencia del proceso de despacho de concreto premezclado de la empresa Distribuidora Norte Pacasmayo SRL en la ciudad de Trujillo?

1.3. Objetivos de la investigación.

1.3.1. Objetivo General.

Evaluar el impacto de la implementación de un sistema de despacho multiplanta en la eficiencia del proceso de despacho de concreto premezclado de la empresa Distribuidora Norte Pacasmayo SRL en la ciudad de Trujillo.

1.3.2. Objetivo Específico:

- Medir la eficiencia actual del proceso de despacho de concreto premezclado.
- Elaborar un pronóstico de despachos de las obras a distancia en la ciudad de Trujillo.
- Diseñar un sistema de despacho multiplanta a través de la técnica Localización de planta integrado con el Algoritmo de aproximación Vogel.
- Estimar la eficiencia proyectada del proceso de despacho de concreto premezclado con diseño propuesto.

1.4. Justificación de la investigación.

En la cadena de suministro de una empresa siempre se busca mejorar los procesos para mejorar la eficiencia y reducir costos. Asimismo, partiendo de la premisa que el concreto premezclado en estado fresco es un producto perecible, ya que tiene un tiempo de vida de 2.5 horas, y para obras a distancias se requiere incrementar su tiempo de vida, por ello se usan aditivos súper plastificantes que incrementan el costo del producto.

Otras empresas del mismo rubro, no solo buscan reducir tiempos y costo de transporte sino evitar usar menos recursos materiales para minimizar costos de producción. Y han encontrado la oportunidad de aplicar las teorías de modelos de transporte y su sinergia con la localización de centros de distribución, con el fin en optimizar sus procesos.

Este modelo de despacho de plantas múltiples, vienen siguiendo empresas en otros países como lo son: Lafarge – Holcim, Cemex, Argos y en nuestro país un claro ejemplo es Unicon, que cuenta con 07 plantas a nivel de todo Lima, con el fin de abastecer requerimientos de concreto premezclado a menor costo y en menos tiempo.

Ante la problemática anteriormente expuesta, se propone evaluar el diseño de un sistema de despacho multiplanta para medir su impacto en la eficiencia del proceso de despachos de concreto premezclado, el cual, busca reducir los tiempos de viaje, minimizar los costos de transporte y optimizar la eficiencia de operadores y mixer, asimismo se contribuye con la estrategia del directorio de brindar un mejor servicio al cliente.

Desde el enfoque teórico, se busca la integración de las teorías de localización de planta y modelos de transporte, aportando conocimiento a la literatura existente, y este modelo no solo aplica a empresas del mismo rubro sino a todas las empresas de distribución que deseen optimizar la eficiencia de su proceso de despacho, minimizar sus costos y tiempos de entrega.

Finalmente, el diseño de un sistema de despacho multiplanta respeta las políticas, procedimientos y normas con las que cuenta la empresa Distribuidora Norte Pacasmayo SRL.

1.5. Alcance de la investigación

La actual tesis de investigación implica diseñar un sistema de despacho multiplanta para medir su impacto en la eficiencia del proceso de despacho de concreto premezclado, para ello se consideró realizar una investigación pre experimental.

El sistema de despacho multiplanta consiste en aplicar las teorías de localización de planta para establecer un nuevo centro de despacho en un punto estratégico para optimizar tiempos y que va de la mano con un método de programación de transporte para encontrar la forma óptima de distribución de unidades y mejorar la eficiencia en el proceso de despacho de concreto premezclado en la empresa Distribuidora Norte Pacasmayo SRL.

Por tanto, el proceso de despacho de concreto premezclado de la empresa Distribuidora Norte Pacasmayo SRL. inicia en la programación de despachos hasta la entrega del concreto al cliente final, teniendo como enfoque principal el diseño del sistema de despacho multiplanta y su impacto en la eficiencia.

La investigación actual no comprende la propuesta de inversión de implementar una planta de despacho adicional ni su logística para hacerlo. Al finalizar esta investigación y en caso se obtuvieran resultados positivos, se dará inicio a una nueva investigación para poner en marcha la propuesta e implementación.

CAPITULO II: MARCO TEORICO:

2.1. Antecedentes.

Este proyecto de investigación se basa en la realidad problemática de la empresa, pero el problema de distribución de mercancías, asociado a centros de distribución y métodos de transporte se viene estudiando a través del tiempo y es muy poco enfocado por las empresas, es por eso que se ha revisado otros proyectos de investigación donde tengan una problemática similar y sus aplicaciones, de manera que nos ayude a reforzar la presente investigación.

Milla G. y Silva M. (2013) en su Tesis denominada “Plan de mejora del almacén y planificación de las rutas de transporte de una distribuidora de productos de consumo masivo”, se hace un estudio a una empresa de comercialización y distribución de productos masivos, teniendo como principales proveedores Procter y Gamble, PepsiCo, Química Suiza y Productos Tissue del Peru.

Parte de su problemática se centra en problemas de recepción, almacenaje, picking y despacho de productos, para este último la empresa no cuenta con flota de transporte propia, la cual se terceriza, sin embargo, la asignación de viajes y rutas está a cargo de la distribuidora. La empresa distribuye sus productos a más de mil clientes en Lima centro y callao, contando con 25 camiones para el abastecimiento.

Los principales problemas es la alta rotación debido a la excesiva carga laboral, poco descanso y bajo salario. Además, que por no contar con un plan de optimización de rutas los conductores de manera empírica empiezan a distribuir los productos por zonas urbanas, asimismo existen clientes donde solo se les puede despachar por ciertas franjas horarias.

Para dar solución a la problemática en la Gestión de almacenes se propuso la paletización y la redistribución de líneas de productos aplicando el método húngaro, permitiendo la reducción del 9.1% de los recorridos realizados dentro de almacén; para la distribución de productos se propuso la agrupación de clientes a través de clústeres de puntos de reparto y para ello se aplicó el algoritmo Clarke and Wright que permite un ahorro de 25.68% en la distancia recorrida en el transporte.

Finalmente, las implementaciones de estas mejoras de gestión integradas permitieron un ahorro de 7.78% de los costos totales de la empresa.

Aarón G.; Rodolfo P. y Elías O. (2011) en su paper publicado en el 4to Taller Latino Iberoamericano de Investigación de Operaciones (Acapulco – noviembre 2011), denominado “Un caso logístico del problema del ruteo vehicular múltiple m – VRP resuelto con la heurística de Fisher y Jaikumar”, plantea un problema en el ruteo

vehicular de una empresa PYME dedicada a la distribución de productos de papelería proponiendo la heurística de Fisher y Jaikuman.

La empresa PYME, no cuenta con una programación de unidades que tenga un fundamento técnico para determinar el punto de inicio o fin en la distribución de sus productos, asimismo en el transcurso de su despacho deja de atender a muchos clientes por temas de demoras e ineficiencia causando malestar en los clientes clave. Sumado a ello, la empresa también busca reducir sus costos de transporte.

Para el caso de estudio los autores seleccionaron una porción de clientes de la Zona A, la cual cubre 03 ciudades (Queretaro, León y Guadalajara), las cuales cuenta con 10, 10 y 6 clientes respectivamente; y un centro de distribución ubicado en Tlalnepantla, con 15 vehículos para la distribución.

Para encontrar las rutas optimas, se propuso usar la heurística de Fisher y Jaikumar, que consiste en formar clústers, mediante un problema de asignación generalizada, después se fijan los clientes Semilla sobre la base de los cuales se construirán los clústers de clientes, de una manera que no se exceda la capacidad de los recursos. Después, se realiza un ruteo de cada clúster mediante el método de TSP (Traveling salesperson problem), para finalmente ingresar los datos al software Lingo 10.1 y encontrar la solución óptima.

Como resultado final de la investigación, con un modelo optimo en el ruteo de vehículos usando la Heurística de Fisher y Jaikuman, la empresa ahorraría 26,285 Dólares a la semana.

De este paper se deduce que, en el ruteo de vehículos, los métodos empíricos o el criterio de expertos no siempre es el óptimo, y que todo proceso de distribución acompañado de un modelo matemático, siempre genera ahorro de costos y tiempos en el transporte.

Yasel C. y Nestor C. (2015) en su paper publicado en INGENIARE – revista Chilena de Ingeniería (Vol. 23 N°3 Arica – Setiembre 2015), denominado “Simulación y optimización para dimensionar la flota de vehículos en operaciones logísticas de abastecimiento-distribución”, hacen un estudio de dimensionamiento de flota a una compañía cubana dedicada a al transporte de bienes y servicios de almacenamiento.

El problema de esta empresa radica en su sistema de operación teniendo 15 locaciones, 07 tipos de destinos y 17 tipos de rutas diferentes, enfocando su necesidad en minimizar el tiempo ocioso de la flota y maximizar el servicio al cliente,

Para llevar poner en marcha su propuesta se usó la simulación como método de optimización con el software SimRunner 3.2.0.1, especificando 04 escenarios en donde la empresa contaba con 5, 6, 7 y 8 camiones de flota, para ello se tuvo en cuenta ciertas

restricciones como, tiempo de recorrido a los diferentes puntos, experiencia de choferes y data histórica de la empresa.

De la simulación se obtuvo que el número de camiones óptimos para la flota sería de 07 (siete), para comprobar su decisión final tomaron 100 réplicas en donde simulaban la distribución. Para ello se tuvo como objetivo final reducir el tiempo ocioso de los camiones, reducir el tiempo de entrega en días y aumentar la cantidad de pedidos satisfechos.

Como resultado final se obtuvo que en 100 días (replicas) se atenderían 38 órdenes más (1,600 USD por orden), el tiempo de entrega se reduciría de 4.13 días a 1.37 días, sin embargo, el tiempo ocioso se incrementaría en 1.59% más, y de acuerdo a los autores este último indicador no sería preocupante ya que representa 12 minutos más de tiempo ocioso por día.

De este paper se concluye, que la herramienta de simulación combinada con optimización ayuda de manera significativa a la toma de decisiones. Además, con este método propuesto se logró incremento de la eficiencia y satisfacción del cliente en un problema cotidiano de distribución y almacenamiento en la empresa cubana.

Alexander C., Juan C. y Juan S. (2011) en su paper publicado en la Revistas Avances en sistemas e informática (Vol. 8 N° 3 Medellín – diciembre 2011), Denominado “Solución de problemas de ruteo de vehículos con restricciones de capacidad usando la teoría de Grafos”. Utilizó la teoría de grafos para resolver un problema de ruteo de vehículos con restricciones de capacidad en una empresa de transportes a nivel nacional en Colombia.

Esta investigación los autores se enfocan que, en las empresas de transporte de carga, el proceso de asignación de rutas se realiza, sin ningún fundamento científico y solo se basa en el criterio de personas expertas, de acuerdo al requerimiento de los clientes. El problema que se modeló, consiste en que la empresa tiene que enviar diferentes volúmenes de carga a las ciudades Cartagena, Bogotá, Buenaventura y Cúcuta, teniendo como punto de origen la ciudad de Medellín y los municipios de su área metropolitana, con una flota de 13 vehículos y una capacidad de carga de 15 tm cada uno.

Como solución óptima a su problema los autores propusieron el uso de una herramienta informática basada en la teoría de grafos para determinar el número de camiones que debe asignar a su operación, teniendo como inputs, la distancia entre nodos, costo fijo y variable, capacidad de carga y la demanda/oferta en el mes, después se procede a modelar las rutas óptimas.

Del resultado se obtuvo que mediante la aplicación de Grafos se redujo en 22 % la utilización de recursos, dado que, para cubrir un recorrido de 102,700 km, de 9 vehículos, solo se usarían 7 vehículos, asimismo se obtuvo un ahorro en los costos de transporte de 4,800 USD al mes.

De este paper se concluye que un adecuado uso de algoritmos en el ruteo de vehículos, como la teoría de Grafos influye de manera positiva en el incremento de eficiencia y la reducción de costos en los procesos de transporte de mercancías.

Lucero M. (2013) en su tesis, denominado “Implantación de VRP – Solver aplicando la heurística de Clarke and Wright para el ruteo terrestre en el área de distribución caso de estudio: Industrias Alimentarias”. Realizo una investigación a los métodos heurísticos en la problemática del ruteo de transporte para escoger el mejor modelo y así minimizar las distancias hechas en el envío de productos alimenticios de una empresa distribuidora.

La empresa distribuidora tiene como problema, la pérdida de tiempo y costos al momento en que el conductor escoge su ruta de transporte; no se escoge la ruta optima y no se tiene en cuenta las distancias recorridas y no hay una correcta distribución de los camiones de acuerdo al tamaño de los productos y su capacidad.

Como propuesta para dar solución a su problema, la autora analizó 05 modelos heurísticos, tales como: Modelo de Transporte, Modelo de Transbordo, Método de Clarke and wright, Método del vecino más próximo; Algoritmo del Barrido o Sweep, Algoritmo de K-opt y el Método de Inserción para definir el que mejor se adecua a la realidad de su problema, determinando que el Método de Clarke and wright es el más eficiente para su operación, y para que la aplicación del método sea más didáctico se usó la formación de clústers mediante el método de cercanías de puntos y después se aplicó el software VRP – Solver.

Como Resultado, se obtuvo que mientras que con la programación manual se recorrían un promedio de 444 km por viaje, con el método heurístico de Clarke and wright, se obtuvo 370 km por viaje, que representa el 10% de ahorro en distancia de viaje.

De esta tesis se concluye que el uso de métodos heurísticos como el de Clarke and wright en la programación de rutas de transporte disminuye significativamente la distancia de recorrido.

José T. (2013) en su tesis, denominado “Optimización de rutas en una empresa de recojo de residuos sólidos en el distrito de los olivos”, hace un estudio a una empresa de recolección de residuos para encontrar la manera óptima en la distribución de sus rutas de la operación.

Su problemática se enfoca, en que la empresa recolectora cuenta con 11 unidades compactadores con capacidad de carga de 13 tm y una capacidad volumétrica de 20 m³, que se encargan de la recolección de residuos en Los Olivos. Sin embargo, no se tiene los parámetros claros para definir las rutas, ya que en la distribución se tiene que tener en cuenta cantidad y volumen de recojo (algunas terminan con más o menos capacidad con una desviación considerable) para aprovechar de manera óptima la capacidad de la

maquina compactadora. Por tanto, la empresa está incurriendo en altos costos de transporte y también tiene baja satisfacción de atención en los vecinos de la zona por el tiempo de espera en el recojo de los residuos

El autor de esta investigación propuso, la optimización de rutas con el método del Agente Viajero (TSP), usando el software LINGO, teniendo en cuenta ciertos parámetros (recorridos menores a 4 horas) en los traslados, puntos de inicios y necesidad de recorrido, simuló 18 diferentes rutas en las cuales obtuvo un tiempo menor a 4 horas.

De la investigación se obtuvieron los siguientes resultados, en un escenario optimista se redujo el 40% de su tiempo de recorrido, se redujo la utilización de unidades de 11 a 09 unidades, se obtuvo un ahorro de 432,023 soles en el año por reducción en personal, equipo y combustible.

La optimización de rutas basada en el método del Agente Viajero (TSP), brinda ahorros considerables en la gestión de transportes, sin embargo. siempre hay variaciones en las rutas planificadas de las reales por eso se debe llevar un control y realizar ajustes necesarios que coincidan con la realidad.

William P. y Gustavo P. (2017) en su tesis, denominada “Optimización de transporte TSP y plan de acción para incrementar la rentabilidad del Perú GLP SAC Trujillo”, Hace una investigación para implementar un modelo óptimo de rutas para incrementar la rentabilidad en una empresa distribuidora de GLP, basado en la literatura de algoritmo de TSP (The salesman person).

La empresa cuenta con una flota camiones que trasladan combustible, siendo su principal problema la carencia de una programación y asignación de carga y descarga de combustible a los diferentes clientes, teniendo como método de trabajo la atención de los pedidos del día. Como consecuencia la empresa incurre en altos costos de combustible, incremento de tiempo en los viajes y exceso de horas en el personal.

Para dar solución a su problema el autor propuso un diseño de rutas para el transporte de las unidades basado en el algoritmo TSP, para ello uso el software lindo 6.1 y así obtuvo su función objetivo de sus rutas diseñadas, estableciendo como ruta final la unión de las 07 rutas óptimas. Adicional, se elaboró un plan de acción para poner en marcha la planificación de rutas como parte de la gestión de la empresa.

Con esta propuesta la empresa obtendría la atención del 26% más de pedidos en el día, se obtuvo la reducción del 13% de los costos directos y un incremento en la utilidad de 8,843 soles / mes.

De la investigación se concluye que la optimización de rutas aporta beneficios significativos para la empresa de la distribución de GLP, ya que el 80% de sus problemas se centra en el despacho de combustible.

2.2. Marco Conceptual:

2.2.1. Cadena de Suministro:

La cadena de suministro comprende todos los procesos que intervienen de manera directa o indirecta en la fabricación de un bien o prestación de un servicio, desde los proveedores hasta el cliente final, de tal manera que se cumpla la satisfacción de las necesidades del cliente cumpliendo con sus expectativas.

Es por eso que su gestión es bien importante en la actualidad, de esta manera es importante aplicar un enfoque basado en la tecnología de información para agilizar el flujo de data, materiales, y servicios de los proveedores de materia prima hasta el cliente final, optimizando de esta manera el suministro.

En la figura N°03, muestra una red de cadena de suministro para una empresa manufacturera y/o servicios y se puede apreciar que los proveedores se organizan para atender a las plantas de transformación en cada país ubicadas estratégicamente, quienes a su vez gestionan sus operaciones para enviar los productos a centros de distribución para que llegue de manera rápida al cliente final.

Es ahí donde las empresas tienen la oportunidad de lograr una ventaja competitiva gestionando de manera óptima su cadena de suministro, para ello tienen que diseñar estrategias que les permita reducir costos y minimizar tiempo, teniendo gran impacto en sus operaciones: gestión de transportes, producción, almacenes y procesos de soporte que trabajando en conjunto se logran una buena gestión de la misma.

2.2.1.1. Tipos de Cadena de Suministro:

Según Hau Lee (1995), hay 04 arquetipos de cadena de Suministro:

- **Cadena de suministros eficientes:** Son cadenas de suministros enfocadas a reducir sus costos, eliminando las actividades que no agregan valor, generando economías en escala, usan ingeniería para optimizar sus procesos de producción y distribución.
- **Cadena de Suministros con riesgos compartidos:** son cadenas de suministros enfocadas en compartir recursos con otras empresas que también lo necesitan y de esta manera comparten los riesgos caso la cadena de suministro sea interrumpida, esta estrategia es con el fin de compartir los costos.

- **Cadenas de suministros responsivas:** Son cadenas de suministros que usan estrategias responsivas y flexibles ante las necesidades cambiantes de los clientes, asimismo trabajan bajo pedido y personalización masiva para cumplir con las expectativas de los clientes.

- **Cadenas de suministros ágiles:** Son cadenas de suministros que son responsivas y flexibles ante las demandas cambiantes de los clientes, y a la vez que comparten los riesgos ante una interrupción del suministro.

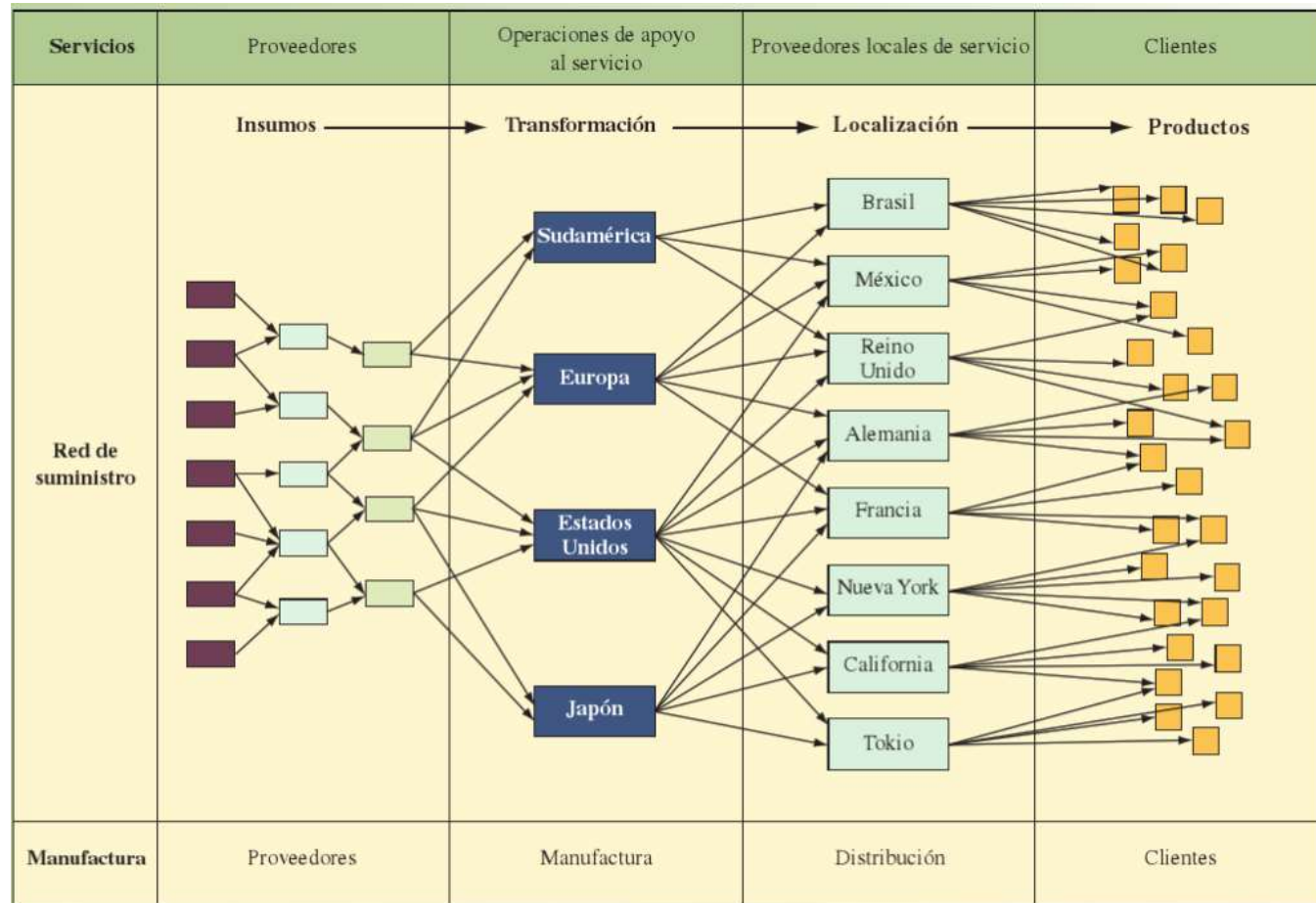


Figura N° 3: Red de cadena de Suministro

Nota: Tomado de Chase, R. B., Jacobs, F. R., & Aquilano, N. J. (2009). Administración de operaciones: producción y cadena de suministros (12a. ed.)

2.2.2. Localización de Planta:

La localización de planta es una de las decisiones más difíciles para una empresa, pues intervienen muchas variables y una serie de restricciones que influyen de manera positiva o negativa en la decisión, por ello es importante tener en claro el tipo de rubro de la empresa que se pretende localizar.

Al momento de tomar una decisión para localizar la planta se toman en cuenta factores cualitativos como factores cuantitativos. (Platas & García, 2014, p. 25), “en lo referente a la ubicación de una nueva planta es recomendable que todos los negocios primero haga su análisis de manera cualitativa y después de manera cuantitativa”

Platas (2014 p. 24) indica:

Para la elección del País o área geográfica se deben tener en cuenta los siguientes criterios.

- Disponibilidad y costos de recursos naturales.
- Transporte y comunicaciones.
- Disponibilidad y costos de mano de obra
- Estabilidad política.
- Sindicatos
- Posibilidad de expropiación.
- Conflictos armados.
- Disponibilidad de capital local
- Posibilidad de repatriación de los beneficios y del capital.
- Convertibilidad y estabilidad monetaria.
- Impuestos, aranceles e incentivos a la inversión.

Para la elección de una región dentro del país se debe elegir una gama más alta y homogénea.

- Accesibilidad a las fuentes de materia prima.
- Mano de obra y salarios.
- Disponibilidad y costos de energía.
- Transportes y comunicaciones.
- Clima.
- Factores fiscales y económicos.
- Servicios.
- Espacios para expansión.
- Actitud de la comunidad.
- Proximidad a las fuentes de Materia prima.

- Disponibilidad de Agua.
- Condiciones de vida.
- Posibilidad de deshacerse de los desechos de producción.
- Proximidad a los mercados.
- Proximidad a centros básicos, técnicos y universitarios
- Disponibilidad y suministro de energía eléctrica y combustible.
- Disponibilidad de vivienda.
- Políticas locales, legales e impositivas.
- Aspectos culturales y religiosos.

2.2.2.1. Factores cualitativos:

- **Mercados:** para la localización de la planta se tiene que tener muy claro el mercado hacia donde se dirige el producto o servicio, teniendo en cuenta factores como: cantidad de población, ingreso per cápita, normalización y certificación, competitividad, etc.
- **Proximidad a Clientes:** las empresas de servicios y manufactureras necesitan tener cerca a sus clientes por posicionamiento. Asimismo, por proximidad los clientes siempre acuden al proveedor más cercano para optimizar sus tiempos.
- **Costos totales:** es un factor importante evaluar los costos totales pues de esta manera, se tienen que evaluar los costos interno y los costos externos, los costos de transporte, costos de los impuestos locales y/o regionales, entre otros costos ocultos que son difíciles de calcular como desecho de residuos.
- **Proximidad a proveedores y recursos:** Se debe considerar tener acceso y buena respuesta de abastecimiento de los proveedores para no cortar el suministro, además de poder estar cerca de la materia prima en donde se dé el caso. Este análisis tiende a reducir los costos de aprovisionamiento y almacenamiento.
- **Impuestos y consideraciones legales:** Estas consideraciones juegan un papel importante en la decisión de localización ya que se tiene cumplir con los reglamentos ambientales, de transporte, zonificación, derechos de vía, de construcción, de seguridad e higiene ocupacional y finalmente cumplir con todos los impuestos reglamentarios de la zona.
- **Acceso a Energía eléctrica y combustible:** Este factor es imprescindible a tener en cuenta, ya que representa un costo importante en la empresa y es primordial para que la planta trabaje y se puedan hacer los transportes internos. Generalmente hay mucho desperdicio de dinero en este factor que debería tratarse más.

- **Calidad de Mano de Obra:** Al momento de localizar la planta se debe tener en cuenta que se cuenta con la mano de obra correcta, capacitada y disponible para poder iniciar operaciones ya que traer mano de obra de exteriores podría representar sobre costos.
- **Transporte y telecomunicaciones:** Para hacer coordinaciones inmediatas y justo a tiempo se requiere tener acceso a las comunicaciones (redes móviles e internet), que son importantes en la logística. Asimismo, acceso a los tipos de transporte (férreo, marítimo, terrestre o aéreo) hacia y desde planta que de verse afectados positiva o negativamente, reducirían o incrementarían respectivamente. Además, el tipo de transporte es determinado por el tipo de carga y/o materia prima que influye en su dimensiones, densidad o estado.

A. Método de Criterios de Selección de Alternativas:

Para aplicar este método primero se tiene que seguir lo siguiente:

- a. Seleccionar alternativas posibles de lugares de ubicación.
- b. Establecer factores cualitativos y plasmarlos en una matriz.

Factores	Alternativas				
	1	2	3	4	5
Comerciales	U1	V1	W1	Y1	Z1
Laborales	U2	V2	W2	Y2	Z2
Operacionales	U3	V3	W3	Y3	Z3
Económicos	U4	V4	W4	Y4	Z4
Sociales	U5	V5	W5	Y5	Z5

1

Matriz de Alternativas vs factores cualitativos

Nota: Tomado de Platas, G. J. A., (2014). Planeación, diseño y layout de instalaciones: un enfoque por competencias.

- c. Después, se debe asignar pesos a cada factor cualitativo.
- d. Se saca un promedio ponderado de cada alternativa multiplicando por el peso asignado.

Factores	Alternativas					
	Peso	1	2	3	4	5
Comerciales	X1	X1 U1	X1 V1	X1 W1	X1 Y1	X1 Z1
Laborales	X2	X2 U2	X2 V2	X2 W2	X2 Y2	X2 Z2
Operacionales	X3	X3 U2	X3 V2	X3 W2	X3 Y2	X3 Z2
Económicos	X4	X4 U3	X4 V3	X4 W3	X4 Y3	X4 Z3
Sociales	X5	X5 U3	X5 V3	X5 W3	X5 Y3	X5 Z3

a

bla N° 2

Calificación ponderada y Global de las alternativas.

Nota: Tomado de Platas, G. J. A., (2014). Planeación, diseño y layout de instalaciones: un enfoque por competencias.

e. Finalmente se elige la alternativa cuya sumatoria de promedios ponderados sea mayor.

2.2.2.2. Factores Cuantitativos:

Los factores cuantitativos se relacionan mucho a la carga vs distancia para poder encontrar locaciones optimas entre los métodos cuantitativos se tiene:

A. Método de Centro de Gravedad:

El método de centro de Gravedad se establecen los lugares meta y se relaciona con el impacto que va a generar para cada alternativa ya sea (Numero de viajes o número de personas).

- Se establecen las ubicaciones alternativas.
- Se establecen las coordenadas en eje X y Y de la ubicación de los lugares meta

Tabla N° 3
Coordenadas de Lugares meta vs Población

	X	Y	PERSONAS
ALT. 1	2	8	48
ALT. 2	1	6	50
ALT. 3	9	6	23

ALT. 4	6	8	15
ALT. 5	5	2	65
ALT. 6	3	1	11
ALT. 7	4	1	34
ALT. 8	10	4	25

Nota: Tomado de Platas, G. J. A., (2014). Planeación, diseño y layout de instalaciones: un enfoque por competencias.

- c. Se establece en un Plano eje (X y Y), los puntos de las coordenadas.

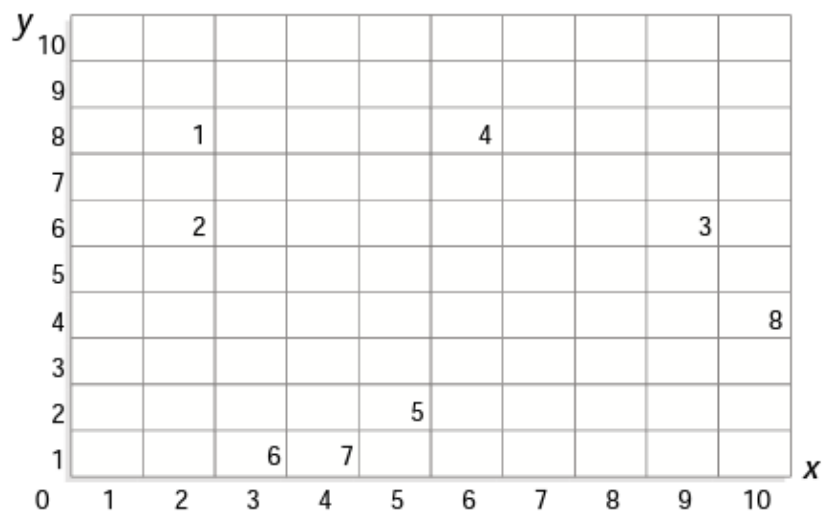


Figura N° 4: Plano de ubicación de coordenadas según cada lugar meta

Nota: Tomado de Platas, G. J. A., (2014). Planeación, diseño y layout de instalaciones: un enfoque por competencias.

- d. Se ordena de mayor a menor para cada eje y se calcula la ponderación.
- e. Para cada coordenada el resultado total de la ponderación dividido entre dos, siendo el numero mayo próximo de esa división el valor óptimo de cada coordenada.

Tabla N° 4
Resultado óptimo del eje X

	X	PERSONAS	POND. ACUM.
ALT. 2	1	48	48
ALT. 1	2	50	98
ALT. 6	3	23	121

ALT. 7	4	15	136
ALT. 5	5	65	201
ALT. 4	6	11	212
ALT. 3	9	34	246
ALT. 8	10	25	271

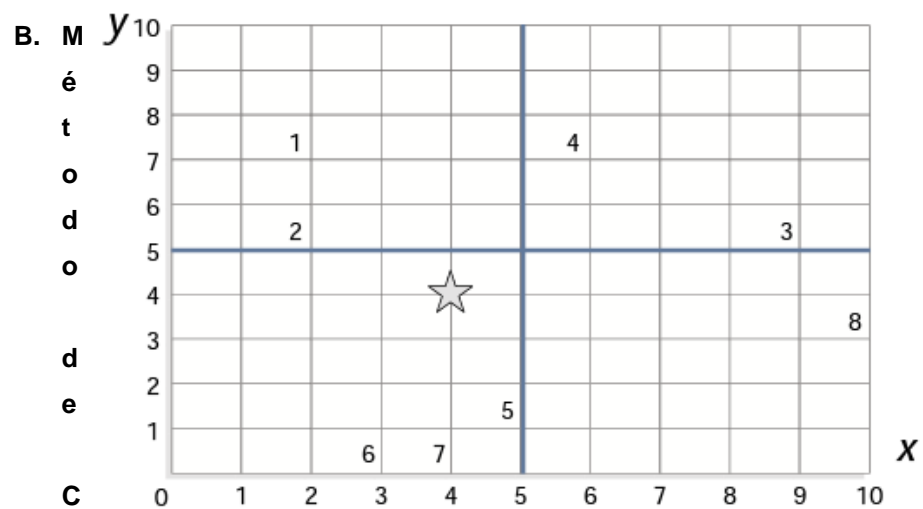
Nota: Tomado de Platas, G. J. A., (2014). Planeación, diseño y layout de instalaciones: un enfoque por competencias.

Tabla N° 5
Resultado óptimo del eje Y

	Y	PERSONAS	POND. ACUM.
ALT. 6	1	48	48
ALT. 7	1	50	98
ALT. 5	2	23	121
ALT. 8	4	15	136
ALT. 2	6	65	201
ALT. 3	6	11	212
ALT. 1	8	34	246
ALT. 4	8	25	271

Nota: Tomado de Platas, G. J. A., (2014). Planeación, diseño y layout de instalaciones: un enfoque por competencias.

- f. Como resultado se determina que el punto de localización se debe ubicar en la coordenada (4,4).



arga

Figura N° 5: Coordenadas de locación optima

Dist

Nota: Tomado de Platas, G. J. A., (2014). Planeación, diseño y layout de instalaciones: un enfoque por competencias.

ancia:

El método de carga – distancia sirve para calcular la relación entre la carga que puede ser (cantidad de mercancía o N° de viajes) y la distancia (Rectilínea o euclidiana), entre 02 puntos. Poniendo las alternativas de locación posible.

- a. Se determinan las alternativas y los puntos de envío calculando las distancias.

Tabla N° 6

Distancia de puntos de alternativas hacia puntos destino.

	ALM. 1	ALM. 2	ALM. 3	ALM. 4	ALM. 5
A1	DV1	DW1	DX1	DY1	DZ1
A2	DX2	DY2	DX2	DY2	DZ2
A3	DX3	DY3	DX3	DY3	DZ3
A4	DX4	DY4	DX4	DY4	DZ4
A5	DX5	DY5	DX5	DY5	DZ5
A6	DX6	DY6	DX6	DY6	DZ6
A7	DX7	DY7	DX7	DY7	DZ7

Nota: Tomado de Platas, G. J. A., (2014). Planeación, diseño y layout de instalaciones: un enfoque por competencias.

- b. Se determina la carga en mercancía o número de viajes para poder calcular.

Tabla N° 7

Cálculo de carga x distancia.

	CARGA	ALM. 1	ALM. 2	ALM. 3	ALM. 4	ALM. 5
A1	W1	DV1*W1	DW1*W1	DX1*W1	DY1*W1	DZ1*W1
A2	W2	DX2*W2	DY2*W2	DX2*W2	DY2*W2	DZ2*W2
A3	W3	DX3*W3	DY3*W3	DX3*W3	DY3*W3	DZ3*W3
A4	W4	DX4*W4	DY4*W4	DX4*W4	DY4*W4	DZ4*W4
A5	W5	DX5*W5	DY5*W5	DX5*W5	DY5*W5	DZ5*W5
A6	W6	DX6*W6	DY6*W6	DX6*W6	DY6*W6	DZ6*W6
A7	W7	DX7*W7	DY7*W7	DX7*W7	DY7*W7	DZ7*W7

Nota: Tomado de Platas, G. J. A., (2014). Planeación, diseño y layout de instalaciones: un enfoque por competencias.

- c. Una vez calculado se determina la sumatoria por columna menor y poder escoger la alternativa óptima.

C. Método de Punto de Equilibrio:

Este método se usa para comparar diversas alternativas en base a costos fijos y variables y poder definir qué locación minimiza sus costos en base a la cantidad de mercancía que se transporta.

- a. Establecer alternativas de locación y determinar sus costos variables y fijos para cada una.

Tabla N° 8
Costos Fijos vs Costos variables de cada Alternativa

Comunidad	Costos Fijos por Año	Costos Variables por unidad
A	150,000	62
B	300,000	38
C	500,000	24
D	600,000	30

Nota: Tomado de Krajewski, L. J., Ritzman, L. P., & Malhotra, M. K.

Comunidad	Costos Fijos	Costos Variables (Costo por unidad)(Número de unidades)	Costo Total (Fijo + Variables)
A	150,000	62	1,390,000
B	300,000	38	1,060,000
C	500,000	24	980,000
D	600,000	30	1,200,000

Administración de operaciones: procesos y cadena de suministro.

- b. Determinar la demanda estimada que se quiere transportar y se calculan los costos totales ($CF + CV \cdot \text{Unidades}$).

Tabla N° 9
Calculo de costos totales para cada alternativa.

Nota: Tomado de Krajewski, L. J., Ritzman, L. P., & Malhotra, M. K. (2013). Administración de operaciones: procesos y cadena de suministro (10a. ed.).

- c. Se determina el Punto de equilibrio con N° de unidades 0, para que sea el inicio de la gráfica y poder tomar decisiones.

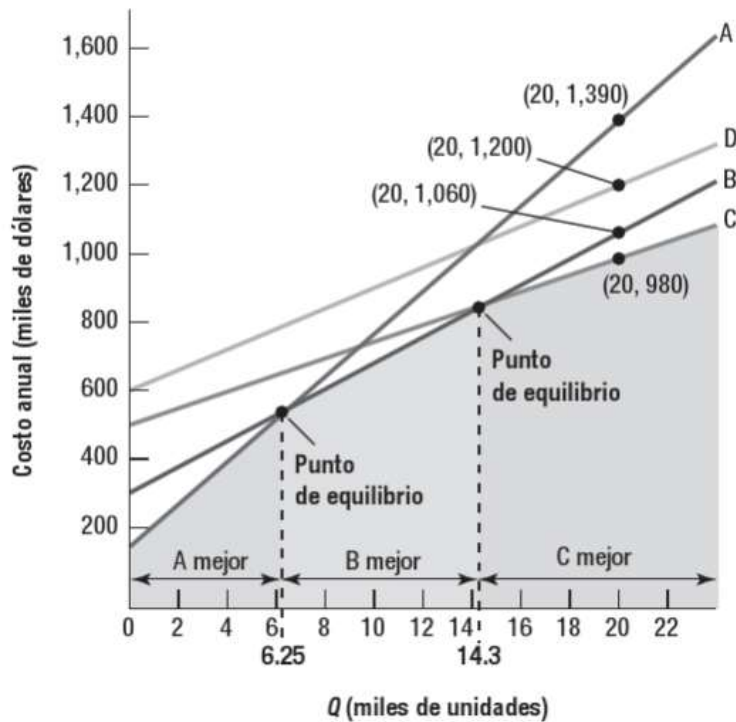


Figura N° 6: Análisis del Punto de equilibrio

Nota: Tomado de Krajewski, L. J., Ritzman, L. P., & Malhotra, M. K. (2013). Administración de operaciones: procesos y cadena de suministro (10a. ed.).

Se determina mediante el punto de equilibrio para que número de unidades se tendrían menos costos, en este caso se seleccionó la alternativa C.

2.2.3. Modelos de Transporte y sus Variantes:

El modelo de transporte es una rama de la programación lineal en donde se plantea enviar cierta mercancía, desde uno o más orígenes (fábricas o centros de distribución) a distintos destinos (clientes o bodegas), teniendo como objetivo principal calcular la ruta más óptima que minimice costos de transporte y tiempos de envío.

Aunque el modelo de transporte se puede desarrollar como una programación lineal, se puede desarrollar como un algoritmo matemático también.

Las mercancías a transportar tienen diferentes tipos de tratamientos ya sea por su densidad, su complejidad, su volumen o su forma. Asimismo, debido al rubro del negocio el transporte puede tener diferentes variables y restricciones.

2.2.3.1. Problema de Transporte:

Según (Taha, 2017),

“El problema se presenta en la red de la Figura N°07, hay m fuentes y n destinos, cada fuente y cada destino representados por un Nudo. Los arcos representan las rutas que enlazan las fuentes y los destinos. El arco (i,j) que une a la fuente i con el destino j conduce 02 clases de información: el costo de transporte C_{ij} por unidad y la cantidad transportada X_{ij} . La cantidad de la oferta en la fuente i es a_i y la cantidad de demanda en el destino j es b_j . El objetivo del modelo es determinar las incógnitas (X_{ij}) , que minimicen el costo total del transporte, y que al mismo tiempo satisfagan las restricciones de oferta y demanda”.

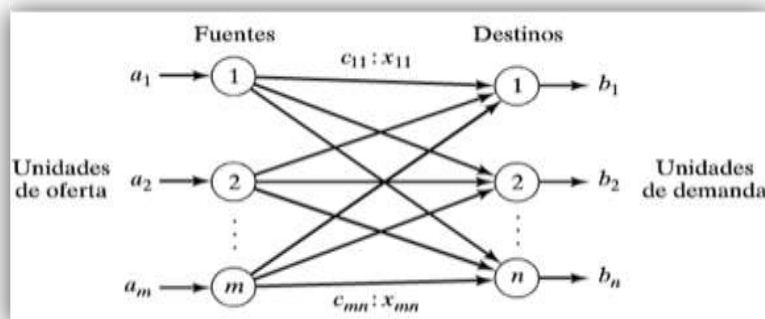


Figura N° 7: Representación del modelo de transporte con nodos y arcos

Nota: Tomado de Hamdy A. Taha 2017. Investigación de Operaciones y Optimización.

Basado en el modelo de transporte (Taha, 2017), su modelo de optimización es:

$$\begin{aligned} \text{MINIMIZAR } Z &= C_{11} \cdot X_{11} + C_{12} \cdot X_{12} + C_{13} \cdot X_{13} + C_{21} \cdot X_{21} + C_{22} \cdot X_{22} + C_{23} \cdot X_{23} \\ &+ C_{31} \cdot X_{31} + C_{32} \cdot X_{32} + C_{33} \cdot X_{33} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} X_{11} + X_{12} + X_{13} &= A_1 \\ X_{21} + X_{22} + X_{23} &= A_2 \\ X_{31} + X_{32} + X_{33} &= A_3 \\ X_{11} + X_{21} + X_{31} &= B_1 \\ X_{12} + X_{22} + X_{32} &= B_2 \\ X_{13} + X_{23} + X_{33} &= B_3 \\ X_{ij} \geq 0, i = 1,2,3; j = 1,2,3 \end{aligned}$$

Figura N° 8: Representación del modelo de transporte con nodos y arcos
Nota: Hamdy A. Taha 2017. Investigación de Operaciones y Optimización.

Dentro del problema de transporte se puede aplicar un método heurístico que optimiza el valor objetivo en función a ciertas variables.

A. Método de Aproximación de Vogel (MAV):

Este método sigue los principios del Método de esquina



oeste y del Método de Coste mínimo, sin embargo, es una versión mejorada.

Para explicar mejor el método se tomó el ejemplo de (Frederick, 2015).

Paso 01: Establecer en una matriz los orígenes y destinos con los costos independientes de cada tramo; asimismo se debe asignar las unidades de oferta y las unidades de demanda, siendo la sumatoria de del total de demanda de los destinos igual a la sumatoria del total de orígenes. En caso la oferta es mayor que la demanda, se asigna destinos ficticios con costos 0. O en el caso de tener ciertas restricciones como que el origen X no puede ir al destino Y, se pone un costo alto, en este caso asignaremos M según el caso práctico (Frederick, 2015).

Tabla N° 10
Matriz de Costos de Puntos Orígenes a Destinos.

		1	2	3	4	5	Recursos
Origen	1	16	16	13	22	17	50
	2	14	14	13	19	15	60
	3	19	19	20	23	M	50
	4	M	0	M	0	0	50
Demanda		16	16	13	17	50	3
Origen	1	14	30	20	15	30	60
	2	14	14	13	15	60	60
	3	19	19	20	M	50	0

N
o
t

a: Tomado de Frederick H. y Lieberman G. 2015. Investigación de Operaciones (10ma Ed.)

Paso 02: El método indica que se tiene que establecer una penalidad, por tanto, se determina el valor absoluto de la resta del valor mínimo y el valor que le sigue de los costos y se aplica para cada fila y cada columna.

Paso 03: Después, se identifica la penalización máxima y se escoge el costo mínimo de la fila o columna que corresponda (En el caso de empates se escoge de modo arbitrario). Asignándole el total de la oferta del punto destino o el total de la oferta con el objetivo que se cumpla la demanda, y se elimina la columna o fila satisfecha.

Tabla N° 11
Paso 1 de la Aplicación del Método de Aproximación Vogel.

Nota: Tomado de Frederick H. y Lieberman G. 2015. Investigación de Operaciones (10ma Ed.)

Paso 04: Después, se repite el mismo el procedimiento desde el punto b, hasta que se agote la demanda de los destinos en función a la oferta asignada del punto de origen.

Tabla N° 12
Paso 2 de la Aplicación del Método de Aproximación Vogel.

	4(D)	M	0	M	0	50	0
demanda		30	20	70	60	Seleccionar X45 = 20	
Dif. Por columna		2	14	0	15	Eliminar renglón 4(D)	

Nota: Tomado de Frederick H. y Lieberman G. 2015. Investigación de Operaciones (10ma Ed.)

Paso 05: Como resultado se obtiene el costo total óptimo para este problema de transporte.

2.2.3.2. Problema de Asignación:

El problema de asignación consiste en asignar M máquinas a N tareas, teniendo en cuenta que cada máquina tiene un costo C y se quiere en minimizar el costo de las tareas asignando de manera óptima.

Otra definición (Taha, 2017), "La mejor persona para el mejor puesto. Siendo un ejemplo la asignación de trabajadores de diversos niveles de

		Destino					Recursos	Diferencia por Renglón
		1	2	3	4	5		
Origen	1	16	16	13	22	17	50	3
	2	14	14	13	19	15	60	1
	3	19	19	20	23	M	50	0
	4(D)	M	0	M	0	0	50	0
demanda		30	20	70	30	60	Seleccionar X44 = 30	
Dif. Por columna		2	14	0	19	15	Eliminar columna 4	

puestos. Un puesto que coincide con los conocimientos de un trabajador cuesta menos que uno en que el trabajador no es tan hábil. El objetivo del modelo es determinar la asignación óptima e trabajadores a puestos", (p. 196).

Asimismo, este tipo de problema es un caso especial que se puede desarrollar por el método del transporte. Por el mismo hecho que sus ofertas y variables sean iguales a 1 condujo a unos métodos más sencillos y específicos que fueron desarrollado como el método húngaro que aprovecha las propiedades del método de asignación.

B. Método Húngaro:

El algoritmo húngaro, se llama así porque fue desarrollado por matemáticos de Hungría.

Basado en el ejemplo (Taha, 2012)

	T1	T2	T3
M1	1	2	3
M2	2	4	6
M3	3	6	9

Figura N° 9: Aplicación método húngaro.

Nota: Tomado de Hamdy A. Taha 2012. Investigación de Operaciones.

Paso 01: Se determina el valor mínimo de cada fila y se le resta para obtener 0.

				min	
1	2	3	1	→	0 1 2
2	4	6	2		0 2 4
3	6	9	3		0 3 6

Figura N° 10: método Húngaro – Paso 1.

Nota: Tomado de Hamdy A. Taha 2012. Investigación de Operaciones.

Paso 02: Se obtiene 1 cero en cada columna y se debe restar a cada columna el valor mínimo de cada una.

	0	1	2	→	0	0	0
	0	2	4		0	1	2
	0	3	6		0	2	4
min	0	1	2				

Figura N° 11: método Húngaro – Paso 2.

Nota: Tomado de Hamdy A. Taha 2012. Investigación de Operaciones.

Paso 03: Se trata de asignar usando las celdas de costos ceros, estas celdas son: (1,1); (1,2); (1,3); (2,1); (3,1). La celda (3,1), por ejemplo,

indica que se puede asignar la maquina M3 a la tarea T1, y así con las otras celdas. Sí se asigna M1 a T1, ya no es posible asignar M2 ni M3, y si se asigna M1 a T2, M2 puede asignarse a T1, pero M3 no puede asignarse. Por tanto, no se puede obtener una asignación completa.

Paso 04: Se cubren las filas y columnas de Cero, para hallar el valor mínimo de las celdas no cubiertas y se le resta el valor mínimo hallado a cada celda no cubierta y a la intersección de las celdas cubiertas se le suma el valor mínimo.



Figura N° 12: método húngaro – Paso 4.

Nota: Tomado de Hamdy A. Taha 2012. Investigación de Operaciones.

Paso 05: Por tanto, la asignación sería la siguiente:

- M1 realiza la Tarea 3.
- M2 realiza la Tarea 2.
- M3 realiza la Tarea 1.

Nota: Se repiten los pasos 3 y 4 hasta encontrar la asignación óptima, y el método húngaro se cumple siempre y cuando el número de filas sea igual al número de columnas.

2.2.3.3. Problema de Transbordo:

El problema de transbordo se trata del envío de diferentes fuentes a distintos destinos, teniendo puntos intermedios en el viaje o Nodos que pueden ser centros de Acopio o distribución.

Basado en el modelo de transbordo (Taha, 2017).

Las fabricas P1 y P2 tienen que enviar ciertos productos a Destinos D1, D2, D3 y en el trascurso, se tienen centros de distribución T1 y T2.

Los productos enviados de P1 y P2 tiene que ser igual a la suma de productos recibidos por D1, D2 y D3, para plantear el modelo se deben tener en cuenta los costos unitarios a cada punto de llegada incluyendo los nodos intermedios.

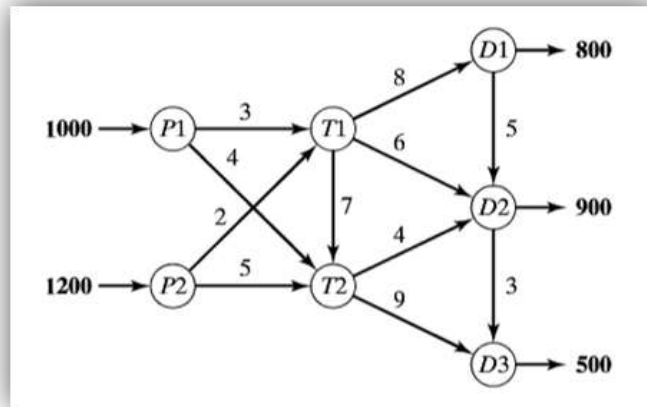


Figura N° 13: Red de Transbordos entre plantas y agencias.

Nota: Tomado de Hamdy A. Taha 2017. Investigación de Operaciones.

Este tipo de problemas es complejo y se desarrollan mediante software especializados, (Taha, 2017), “Se recomienda usar TORA, LINGO o Solver de Excel para resolver este tipo de problemas” (p. 185).

Siendo el modelo de transbordo en el TORA.

	<i>T1</i>	<i>T2</i>	<i>D1</i>	<i>D2</i>	<i>D3</i>	
<i>P1</i>	3	4	<i>M</i>	<i>M</i>	<i>M</i>	1000
<i>P2</i>	2	5	<i>M</i>	<i>M</i>	<i>M</i>	1200
<i>T1</i>	0	7	8	6	<i>M</i>	<i>B</i>
<i>T2</i>	<i>M</i>	0	<i>M</i>	4	9	<i>B</i>
<i>D1</i>	<i>M</i>	<i>M</i>	0	5	<i>M</i>	<i>B</i>
<i>D2</i>	<i>M</i>	<i>M</i>	<i>M</i>	0	3	<i>B</i>
	<i>B</i>	<i>B</i>	800 + <i>B</i>	900 + <i>B</i>	500	

Figura N° 14: Modelo de transbordo en TORA.

Nota: Tomado de Hamdy A. Taha 2017. Investigación de Operaciones y Optimización.

Concluyendo con este método que P2 traslada 1200 unidades a T1 y distribuye 800 a D1 y 400 a D2. Después P1 distribuye 1000 unidades a T2, transportando 500 unidades a D2 y 500 unidades a D3. (Ver Figura 15).

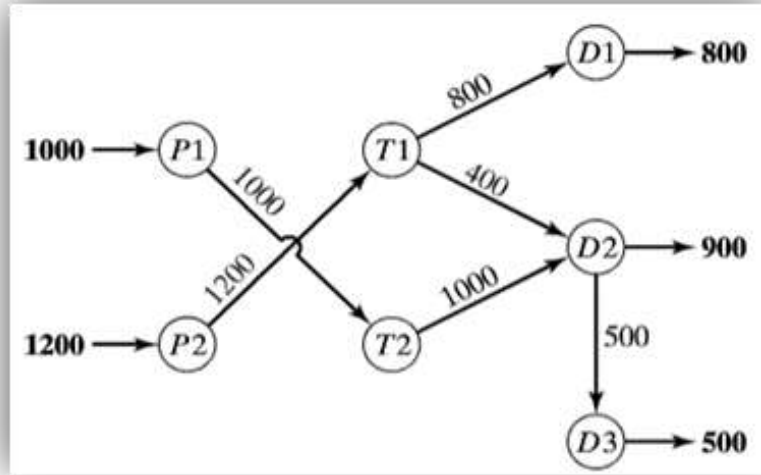


Figura N° 15: Modelo de transbordo resuelto en TORA.

Nota: Tomado de Hamdy A. Taha 2017. Investigación de Operaciones y optimización.

2.2.3.4. Problema del Viajante (TSP):

El problema del Agente Viajero es un caso estudiado en 1832 cuando un grupo de viajeros querían realizar un tour obteniendo la ruta más corta. Este tipo de problemas fue estudiado por Sir William Rowan Hamilton quien en 1857 diseño un juego, donde se deseaba encontrar la ruta más corta de un dodecaedro sin pasar por el mismo nodo dándole el nombre del ciclo hamiltoniano.

En 1932, Karl Menger se encuentra con la problemática de minimizar la mejor ruta para la entrega de postales durante toda la ciudad y encontrar los recorridos más cortos, aduciendo que para "n" ciudades se tiene n soluciones a evaluar.

El problema del agente viajero en el modelo de transporte es encontrar una ruta a un costo mínimo y que pase por todos los clientes o centros de distribución, teniendo la restricción de no volver a pasar por el mismo nodo.

Basado en la teoría, (D. Fulkerson et al), se tiene el siguiente modelo usando programación lineal.

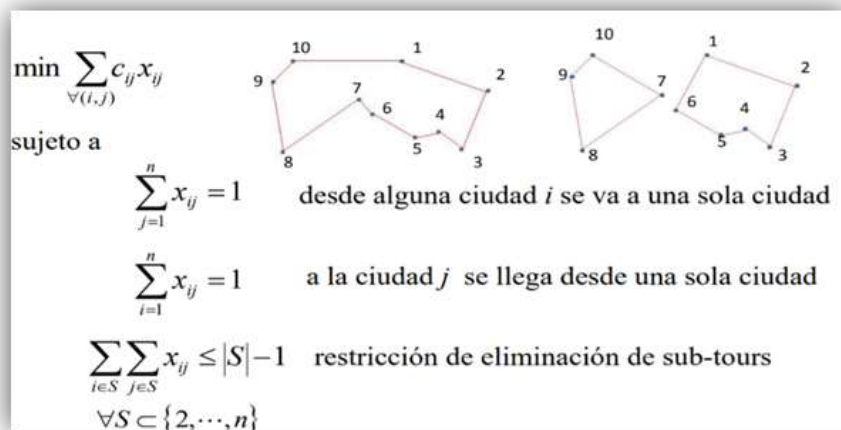


Figura N° 16: Modelo de programación lineal del problema del agente viajero.

Nota: Tomado de Dantzing Fulkerson y Johnson “Solution of a largescale Traveling Salesman Problem” – Operation reasearch p. 393 a 410.

2.2.4. Proceso de despacho de Concreto Premezclado (CPM)

El proceso de despacho de concreto premezclado (VPM), inicia en la programación de despachos y finaliza en el suministro del concreto al cliente.

1. El ingeniero de Programación y control (IPC), recepciona los requerimientos de los clientes un día antes del despacho (en función al programa semanal elaborado al inicio de semana), y se consolida a través de una app que está en la nube de google (Ver Figura 17).
2. De los despachos confirmados el IPC coordina con el Supervisor de Planta la disponibilidad de recursos (Mano de obra y Equipos), después establece los horarios a los clientes en función a su avance, restricciones horarias, complejidad de despacho y restricciones de accesos, confirmándolos previa llamada.
3. El IPC registra los requerimientos en SAP y elabora la programación diaria de despachos enviando a todas las áreas involucradas en el despacho.
4. El día del despacho, el Técnico de calidad se encarga de proporcionar los diseños de mezcla de los tipos de concreto a despachar y verifica la calidad de los insumos antes del inicio de la mezcla. Al mismo tiempo el operador de mixer realiza el check list del mixer a operar.
5. El técnico de mantenimiento verifica la operatividad de todas las unidades y planta antes del despacho firmando el check list respectivo.
6. El supervisor de planta autoriza el carguío de los mixer, indicando a los operadores que se posicionen en zona de carguío y dando indicaciones al operador de planta para que inicie el despacho.


		<p align="center">FORMATO Control Semanal de despachos</p>										<p align="right">Código: D-PL-F-02 Versión: 00 / 17 Octubre 2018 Página 1/1</p>	
Programación y Control de Despachos													
Vendedor	Fecha Real	HR	Nom. Cliente	Contratista	Dirección	Nom. Obra	Estructura	Desc. Concreto	Suministro	Volu men (m3)	CM	Hora tentati va	
ETORRESV	25/08/2018	400	REPALSA S.A.	CIVILMEC	CALLE MARTINEZ DE COMPAGNON # 891 URB SAN ANDRES II ETAPA	CENTRO DE ALTOS ESTUDIOS DE INGENIERIA	VIGAS POSTENSADA	C280(280-3D)-I-H8-F500	BOMBEADO	49.00	40012681	6:00:00	
ETORRESV	25/08/2018	379	ARENERA JAEN S.A.C.	Mst	AVENIDA MANSICHE NRO 145 149 TRUJILLO	BITEL DATA CENTER TRUJILLO	cisterna aci y consumo	CONCRETO 280KG/CM2 T.I. H67 A6-8"	Bombeado	61.00	40012081	9:00:00	
DVILLAVICEN	25/08/2018	56	PACOSA S.A.C.	PACOSA	JIRON ORBEGOZO 554 CENTRO HISTORICO TRUJILLO	REMODELACION DE REDES DE DISTRIBUCION	VEREDAS	CONCRETO 175KG/CM2 T.MS. H67 A3-5"	Directo	48.00	40012205	2:00:00	
MINASSI	25/08/2018	127	REPALSA S.A.	AGUITEL	Av. 29 de Diciembre N° 208 Urb. Torres Araujo Trujillo Trujillo	EDIF. RESIDENCIAL TORRE DE PANAMA II	MURO PANTALLA	CONCRETO 100KG/CM2 T.I. H67 A7"	Bombeado	16.00	40012725		
MINASSI	25/08/2018	222	DISTRIBUIDORA DAVILA	DIEGUITO SAC	Av. La Marina Sn Mz.10 Lt.43 MOCHE TRUJILLO	MEJORAMIENTO VIAL Y TEATONAL DE LA AVENIDA	VEREDAS	CONCRETO 175-MS-H67-A5	Directo	16.00	40013072		
JMORENO	25/08/2018	000-688	FERRETERIA Y MATERIALES	CARLOS JARA GARCIA	AV CESAR VALLEJO 1085 URB ARANJUEZ TRUJILLO LA LIBERTAD	VIVIENDA CARLOS ALBERTO JARA GARCIA	LOSA ALIGERADA	CONCRETO 210-I-H67-A5	Bombeado	21.00	40013462	6:00:00	
JCABANILLAS	25/08/2018	860	ALMASA S.R.L	ALMASA	HABILITACION URBANA SOL DE TRUJILLO VII ETAPA ALTURA KM 554	HABILITACION URBANA SOL DE TRUJILLO VII ETAPA ALTURA KM 554	VEREDAS	CONCRETO 140KG/CM2 T.I. H57 A3-5"	Directo	8.00	40012737	7:45:00	
JCABANILLAS	25/08/2018	860	ALMASA S.R.L	ALMASA	HABILITACION URBANA SOL DE TRUJILLO VII ETAPA ALTURA KM 554	HABILITACION URBANA SOL DE TRUJILLO VII ETAPA ALTURA KM 554	VEREDAS	CONCRETO 140KG/CM2 T.I. H57 A3-5"	Directo	8.00	40012737	9:30:00	
JCABANILLAS	25/08/2018	863	ALMASA S.R.L	ALMASA	HABILITACION URBANA SOL DE TRUJILLO VII ETAPA ALTURA KM 554	HABILITACION URBANA SOL DE TRUJILLO VII ETAPA ALTURA KM 554	SARDINEL	175-TI-H57-A4"	Directo	4.50	40012737	9:00:00	
JCABANILLAS	25/08/2018	868	CONSTRUCTORA INARCA	CONSTRUCTORA INARCA	Calle Santa Teresa 149 Trujillo Trujillo La Libertad	HOTEL IBIS	VERTICALES	CONCRETO 280KG/CM2 T.I. H67 A4-6"	Bombeado	30.00	40012013	16:30:00	
JBURGOS	25/08/2018	722	DISTRIBUIDORA E INVERSIÓN	CONSTRUTEK	Calle Los Nogales 224 Urb California	RESIDENCIAL FATIMA	LOSA ALIGERADA	CONCRETO 210-I-H67-A5	Bombeado	25.00	40013158		
ETORRESV	25/08/2018	370	REPALSA S.A.	CIVILMEC	CALLE MARTINEZ DE COMPAGNON # 891 URB SAN ANDRES II ETAPA	CENTRO DE ALTOS ESTUDIOS DE INGENIERIA	LOSA ALIGERADA	CONCRETO 210-I-H67-A5	bombeado	120.00	40012681	6:00:00	
DVILLAVICEN	25/08/2018	341	ARENERA JAEN S.A.C.	CARLOS CONDEMARINI	PANAMERICANA NORTE KM 561 , TRANSPORTES GRAU	LOSAS DE PISO EN ALMACENES GRAU	LOSAS DE PISO	CONCRETO 210KG/CM2 T.I. H67 A3-5"	Directo	18.00	40013345	8:00:00	
JCABANILLAS	25/08/2018	869	CONSTRUCTORA INARCA	CONSTRUCTORA INARCA	Calle Santa Teresa 149 Trujillo Trujillo La Libertad	HOTEL IBIS	LOSAS	CONCRETO 210KG/CM2 T.I. H57 A4-6"	Bombeado	20.00	40012076	17:30:00	

Figura N° 17: Formato Control Semanal de despachos – Dino SRL.

Nota: Tomado de Google drive CSD – Trujillo - Planificación y control - Dino SRL.

7. El operador de planta dosifica todos los materiales al mixer de acuerdo al diseño de mezcla e imprime la guía de remisión y boleta de despacho siguiendo la secuencia del programa diario.

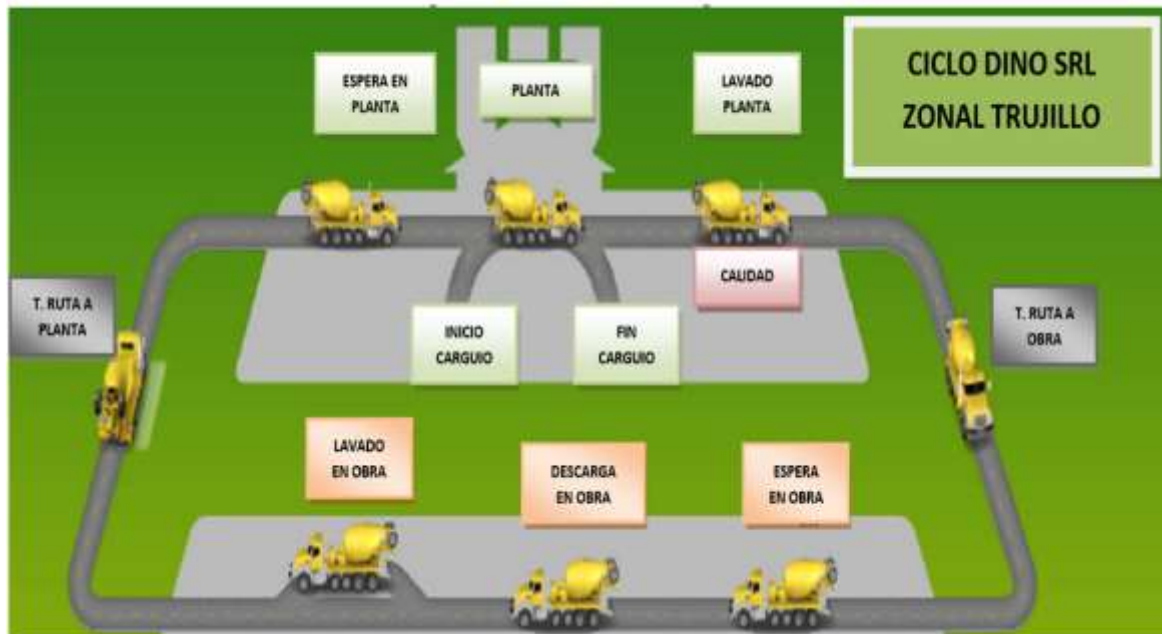


Figura N° 18: Modelo de Producción y despacho de Concreto premezclado.

Nota: Tomado de Planificación y control - Dino SRL.

8. Una vez cargado el mixer se posiciona en la zona de lavado para que el técnico de calidad inspeccione el concreto, dando pase para su salida a obra y firma la boleta de despacho en señal de conformidad.
9. EL operador de mixer lava el mixer, limpiando la boca de carguío y chute del mixer para que residuos de concreto no se endurezcan. Asimismo, se prepara para salir de planta.
10. El operador de mixer se dirige a obra según la dirección de la guía de remisión, respetando los estándares de manejo y reglas de tránsito.
11. El operador de mixer llega a obra, y espera hasta que el encargado de la obra le da el visto bueno para dar inicio al despacho, ya sea con suministro directo (desde la canaleta del mixer) o bombeado (con equipo bomba telescópica).
12. Una vez despachado el concreto el operador de planta solicita la firma de la guía en señal de conformidad del cliente y hace el lavado final en obra, y de esta manera retorna a planta para dar inicio a un nuevo despacho.

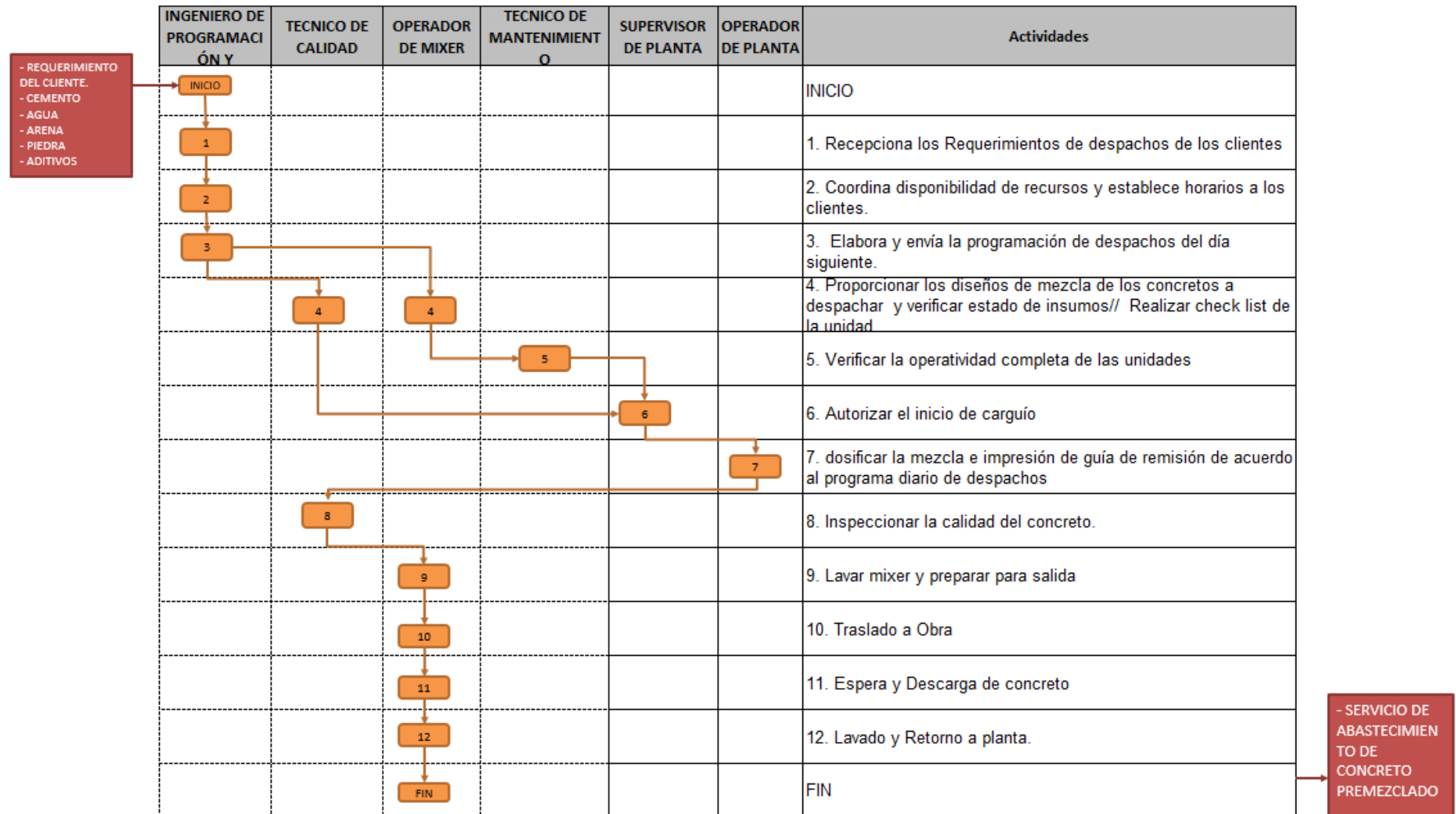


Figura N° 19: Modelo de Producción y despacho de Concreto premezclado.

Nota: Tomado de Planificación y control - Dino SRL.

2.2.5. Eficiencia del Proceso de despacho de CPM.

Dentro de los principales indicadores en la eficiencia del proceso de despacho de concreto premezclado se tiene:

a. Tiempo de Transporte: Es la suma de los tiempos de ida a obra y regreso a obra. Se mide en minutos (min).

b. Tiempo de Ciclo: El tiempo de ciclo es el tiempo total desde de que el mixer inicia carguío hasta que inicia un nuevo viaje, para calcular este tiempo se suma todas las etapas del mixer en su ciclo. Se mide en (horas).

- **Tiempo de Proceso:** Es el tiempo desde que el mixer inicia carguío en donde se dosifica los materiales, luego pasa a calidad y lavado antes de salir a obra, y finalmente registro en garita.

- **Tiempo de Espera en obra:** Es el tiempo desde el arribo del mixer a obra hasta el inicio de su descarga. Se mide en minutos (min).

- **Tiempo de descarga en obra:** Es el tiempo desde el inicio de descarga hasta la salida de obra. Se mide en minutos (min).

- **Tiempo de viaje:** Es el tiempo promedio de viaje por tramo ya sea de ida (Planta a obra) o de vuelta (Planta a obra).

- **Tiempo de Espera en planta:** Es el tiempo desde la llegada a planta hasta que inicia carguío para un nuevo viaje. Se mide en minutos (min).

c. Costo de Transporte: Es la multiplicación del tiempo de transporte y el costo de operación, el cual, se calcula en base a todos los consumos que hace en el mes tanto en mantenimiento, combustible, remuneraciones y entre otros, y se divide entre el horómetro total (suma de horas trabajadas en el mes de los mixer, convertido en minutos). El costo de transporte se mide en Soles / minuto.

d. Eficiencia Operador: La eficiencia operador, representa la productividad del operador al mes, que es la división del total de volumen (m^3) despachados entre el número de operadores asignados a la operación en el mes. Se mide en m^3 / operador

e. Eficiencia Mixer: El indicador Eficiencia mixer, Es la división del Volumen (m^3) despachado en el mes entre el número de vehículos asignados en el mes. Se mide en m^3 / mixer.

f. Eficiencia Mixer - Vueltas: El indicador Eficiencia mixer - vueltas, Es la división del total de viajes en el mes y se divide entre el número de días laborados; y el resultado se divide entre el número de vehículos asignados en el mes. Se mide en N° Vueltas / mixer.

2.3. Definición de Términos.

- **Concreto Premezclado (CPM):** En otros países se conoce como Hormigón premezclado. Es el producto principal de Distribuidora Norte Pacasmayo que consiste en la mezcla de cemento, agua, arena y aditivos que se usa en las construcciones.
- **Sistema de Despacho Multiplanta (SDM):** consiste en hacer despachos a las obras de diferentes plantas en simultaneo de acuerdo que planta se encuentre más cerca de la obra, acortando tiempos de envío y mejor capacidad de respuesta.
- **Tipo de concreto:** El tipo de concreto es igual a la característica del producto que se ofrece, teniendo en cuenta la resistencia del concreto, el tipo de cemento, el tipo de piedra y la fluidez del mismo de acuerdo a la necesidad del proceso constructivo.
- **Slump:** Es la medida de la trabajabilidad del concreto, mientras más fluido es más trabajable y mientras más seco menos trabajable.
- **Mixer:** Camión mezclador o hormigonera donde se dosifican los materiales para mezclar el concreto premezclado, normalmente tiene una capacidad máxima de 8 m^3 .
- **Algoritmo:** “Conjunto ordenado y finito de operaciones que permite hallar la solución de un problema” (RAE). Generalmente los algoritmos están relacionados a números, pero su desarrollo no siempre es numérico, sin embargo, está asociado a una serie de pasos, reglas o un procedimiento que permite encontrar una solución.
- **Método Heurístico:** “Aplica el concepto heurístico a la práctica, que en algunas ciencias significa buscar la solución de un problema mediante métodos no rigurosos, como por tanteo, reglas empíricas” (RAE). Asimismo, el método heurístico no garantiza obtener la solución óptima, pero consigue lo suficiente para acercarse al resultado.
- **Operador de mixer:** Es el conductor profesional capacitado para el manejo y operación del mixer (camión mezclador).
- **Capacidad de Planta:** La capacidad de planta es el volumen de producción máximo de metros cúbicos de concreto premezclado que puede dosificar por hora. También se puede expresar en velocidad de carguío.
- **Capacidad Operativa:** Es la capacidad máxima de metros cúbicos que se puede abastecer en un día de despacho, y se determina por el producto del número de operadores de mixer, Carga promedio y Numero de vueltas de operador de mixer al día.

- **Planta de concreto Premezclado:** Permite la dosificación de materiales (Cemento, piedra, arena, agua y aditivos) al mixer, los cuales son previamente pesados con balanzas integradas en la planta y se dosifica según el diseño de mezcla y el volumen programado.

- **Metodo Winter:** “EL método Holt-Winters es un método de pronóstico de triple exponente suavizante y tiene la ventaja de ser fácil de adaptarse a medida que nueva información real está disponible. El método Holt-Winters es una extensión del método Holt que considera solo dos exponentes suavizantes. Holt-Winters considera nivel, tendencia y estacional de una determinada serie de tiempos” (Maguiña O., 2016).

- **Simulación Montecarlo:** “La simulación de Monte Carlo es una técnica que combina conceptos estadísticos (muestreo aleatorio) con la capacidad que tienen los ordenadores para generar números pseudo-aleatorios y automatizar cálculos”. (Mendoza C., 2018, Clase de Simulación UPN).

- **Solver (Excel):** Es un complemento de Excel que sirve para hacer cálculos de ecuaciones múltiples y encontrar el valor óptimo ya sea minimizando o maximizando la función objetivo, teniendo en cuenta las restricciones que tenga el modelo.

CAPITULO III: HIPOTESIS:

3.1. Declaración de la hipótesis.

3.1.1. Hipótesis de investigación:

Un sistema de despacho multiplanta impactará de manera positiva en la eficiencia de la empresa de concreto premezclado Distribuidora Norte Pacasmayo SRL en la ciudad de Trujillo.

3.2. Operacionalización de variables.

Tabla N° 13

Matriz de operacionalización de variables.

Variable	Definición Conceptual	Definición operacional	Categorías o Dimensiones	Indicadores	Escala
V. Independiente: Sistema de despacho Multiplanta	Es el conjunto de elementos relacionados que interactúan de manera coordinada para distribuir alguna mercancía de diferentes puntos de origen.	Es la integración de elementos como organización de plantas de despacho que con un modelo de programación trabaja de manera sincronizada y efectúa una óptima distribución de despacho de concreto premezclado	Distancia Recorrida	Km. Recorridos	Razón
			% de Viajes Despachados	- Viajes despachados Planta Esperanza. - Viajes despachados Planta Alternativa	Razón
V. Dependiente: Eficiencia del proceso de despacho de CPM	Es el logro de un objetivo propuesto con menor uso de recursos disponibles	Es el cumplimiento de la producción, con el menor costo de transporte incrementando el servicio, productividad del recurso humano y maquinaria	Costos	Costo de Transporte	Razón
			Tiempos	Tiempo de Viaje	Razón
				Tiempo Ciclo	Razón
			Eficiencia	Eficiencia Operador	Razón
Eficiencia Mixer	Razón				
			Eficiencia Mixer – Vueltas	Razón	

Nota: Elaboración Propia.

3.3. Validación de la hipótesis:

Debido a que es una investigación pre experimental, se trabajó con una muestra inicial (Tiempos de viaje) que servirá para el cálculo de la eficiencia actual, para evaluar impacto de la propuesta (Diseño de despacho Multiplanta) en función a los resultados estimados después del estímulo, y así validar la hipótesis, por ello se tomó una muestra piloto de 80 tiempos de viaje tomados aleatoriamente.

Tabla N° 14
Muestra de Tiempos de Viaje

N° Muestra	Tiempo de Viaje	N° Muestra	Tiempo de Viaje	N° Muestra	Tiempo de Viaje
1	71	31	79	61	81
2	80	32	77	62	69
3	73	33	84	63	66
4	70	34	67	64	76
5	82	35	72	65	74
6	65	36	65	66	70
7	81	37	82	67	70
8	76	38	78	68	68
9	71	39	68	69	65
10	84	40	64	70	68
11	83	41	68	71	66
12	67	42	66	72	66
13	67	43	71	73	66
14	81	44	72	74	71
15	80	45	66	75	67
16	74	46	68	76	67
17	83	47	66	77	85
18	64	48	79	78	84
19	72	49	67	79	76
20	78	50	79	80	69
21	84	51	65		
22	83	52	63		
23	80	53	81		
24	76	54	64		
25	66	55	65		
26	70	56	67		
27	65	57	65		
28	72	58	66		
29	76	59	66		
30	79	60	74		

Nota: Elaboración Propia.

Para validar la hipótesis se usó la **T- Student con el software SPSS**, obteniéndose los siguientes datos.

Tabla N° 15
Prueba para una muestra T- Student.

	t	gl	Sig. (bilateral)	Diferencia de medias	95% de intervalo de confianza de la diferencia	
					Inferior	Superior
T viaje	-2.177	79	0.032	-1.6125	-3.0867	-0.1383

Nota: Elaboración propia.

En el análisis de la T- Student (Prueba para una muestra), se obtuvo un P (value) de 0.032, teniendo en cuenta la regla de decisión.

H_0 : Un sistema de despacho multiplanta no impactará de manera positiva en la eficiencia del proceso de despacho de concreto premezclado de la empresa Distribuidora Norte Pacasmayo SRL en la ciudad de Trujillo.

H_1 : Un sistema de despacho multiplanta impactará de manera positiva en la eficiencia del proceso de despacho de concreto premezclado de la empresa Distribuidora Norte Pacasmayo SRL en la ciudad de Trujillo.

P value (sig) ≥ 0.05 » Acepta H_0

P value (sig) ≤ 0.05 » Acepta H_1

Según el valor **p (sig) = 0.032 \leq 0.05**, se rechaza H_0 y se acepta H_1 , entonces se concluye que un sistema de despacho multiplanta impactará de manera positiva en la eficiencia de la empresa de concreto premezclado Distribuidora Norte Pacasmayo SRL en la ciudad de Trujillo

CAPITULO IV: DESCRIPCIÓN DE MÉTODOS Y ANALISIS

4.1. Tipo de Investigación.

4.1.1. Por su Enfoque:

Es una investigación tipo cuantitativa, debido a que los datos de muestra y sus resultados se presentan de manera numérica. Asimismo, se puede cuantificar durante el desarrollo de la investigación.

4.1.2. Por su Alcance:

La investigación es tipo descriptiva, debido a que se busca describir ciertas características o rasgos importantes en base a las variables que se someten a un análisis. Además, pueden proyectar y describir tendencias.

4.2. Diseño de la Investigación

Por su diseño es una **investigación experimental** pues ejerce control sobre las variables, de esta manera se manipula a la variable independiente para que ejerza control sobre la variable dependiente, y poder estudiar y/o analizar su impacto entre ambas.

Siendo más específicos pertenece a la **investigación pre experimental**, debido a que se trabaja con una muestra específica, la cual se contrasta antes y después del estímulo para describir sus resultados futuros. En este tipo de investigación no existe la posibilidad de comparación entre grupos, por lo que este tipo de diseño implica generar un estimado en modalidad solo de pos prueba.

4.3. Población y muestra.

4.3.1. Población:

Nº total de viajes del proceso de despacho de concreto premezclado.

4.3.2. Muestra:

Se aplicó una muestra probabilística aleatoria simple a los viajes del Proceso de despacho de concreto premezclado.

Para el cálculo de la muestra se utilizó la fórmula de **Cálculo de promedios con población finita o de tamaño conocido**.

$$n = \frac{NZ^2S^2}{(N-1)E^2 + Z^2S^2} =$$

Donde:

N: Población.

Z: Nivel de confianza según tabla

S: Desviación estándar de muestra piloto

E: Porcentaje de Error.

Se consideró una confianza del 95% y un error del 5 %. Se consideró la data de la muestra piloto para validar la hipótesis.

Tabla N° 16
Cálculo de la muestra para Tiempos de Viaje.

Variables Formula	Datos
Z	1.96
S	35.86
E	2.307
N	3750
n	744,17

Nota: Elaboración Propia.

Después del cálculo la muestra debe ser 744.17, redondeando será 745 muestras de viajes a analizar para la investigación.

Asimismo, para esta investigación se trabajó con la base de datos de Dino SRL con toda la información completa de viajes hechos en el 2018.

4.4. Técnicas e instrumentos.

4.4.1. Técnica de investigación:

Debido a que nuestro objeto de estudio es la eficiencia del despacho de concreto premezclado, y se analizó los tiempos del proceso, por tanto, se usó la técnica de análisis documentario.

4.4.1.1. Análisis documentario.

Esta técnica se aplica directamente a evaluar los tiempos obtenidos del proceso de despachos de concreto premezclado, para luego procesar la información y obtener la eficiencia (variable dependiente), para luego contrastar con los resultados futuros de la muestra después de aplicar el estímulo (variable independiente).

4.4.2. Instrumentos:

Basándonos en nuestra técnica, que es el análisis documentario, procedemos a definir el instrumento, que son **los registros**.

4.4.2.1. Registros:

Distribuidora Norte Pacasmayo cuenta con GPS en toda su flota que a su vez esta enlazado a una plataforma de data de tiempos que se registra automáticamente en cada ciclo del camión mezclador, para recolectar la data se usó los registros, que es un formato que servirá para recolectar toda la que se obtenga de la plataforma de GPS, para su posterior procesamiento y obtención de indicadores de eficiencia.

Como registro para la investigación se usó un formato adecuado que tiene como nombre "reporte de tiempos", del área de programación y control de despachos de Distribuidora Norte Pacasmayo SRL (**Ver anexo 01**).

4.5. Métodos:

4.5.1. Técnicas de recolección de datos y Análisis de datos.

En este apartado se describió el orden de actividades paso a paso, que realizó el autor para desarrollar la presente Tesis.

Tabla N° 17
Técnicas de recolección de datos y análisis de datos.

OBJETIVOS ESPECIFICO	FUENTE	TECNICA	ANALISIS	METODO
Medir la eficiencia actual del proceso de despacho de concreto premezclado.	Viajes del despacho de concreto premezclado de Trujillo	Análisis Documental	Mediante la data histórica de los últimos 12 meses en el 2018 se determinó los indicadores de eficiencia Actuales	Método inductivo
Elaborar un pronóstico de despachos de las obras a distancia en la ciudad de Trujillo.	Data Histórica Dino SRL	Análisis Documental, Análisis de contenido	Con la Data histórica de Dino SRL, Se estimó el pronóstico de ventas del 2019 y se determinó hacia qué zona se expande más el crecimiento del sector construcción.	Método inductivo
Diseñar un sistema de despacho multiplanta a través de la técnica Localización de planta integrado con el Algoritmo de aproximación Vogel.	El autor	Análisis Documental, Análisis de contenido	Mediante una técnica de Localización de planta se determinó la ubicación de la nueva planta. Se estableció tiempos promedio de recorrido a cada distrito dentro de la cobertura de la Zonal Trujillo Con el Algoritmo de aproximación Vogel se determinó la planta de despacho optima, según la ubicación del distrito de cada cliente.	Método deductivo Método Inductivo Método deductivo
Estimar la eficiencia proyectada del proceso de despacho de concreto premezclado con diseño propuesto.	El autor	Análisis Documental	Se hizo una simulación de viajes para obtener los nuevos tiempos y calcular la eficiencia proyectada con el método propuesto	Método Inductivo

Nota: Elaboración Propia.

CAPITULO V: RESULTADOS

5.1. Eficiencia Actual:

a. Tiempo de Transporte:

Teniendo en cuenta los lineamientos de seguridad y que un mixer no puede sobrepasar los 75 km/hora. Para esta investigación **el tiempo de Viaje promedio es de 47.1 minutos.**

Tabla N° 18
Tiempo de transporte Trujillo – Enero a diciembre 2018

TRUJILLO	T. Viaje (Min)
ENE	49.7
FEB	50.2
MAR	57.7
APR	46.4
MAY	44.3
JUN	49.0
JULIO	44.5
AGO	43.9
SET	39.7
OCT	41.5
NOV	50.9
DIC	47.9
Total general	47.1

Nota: Información tomada de la base de Datos de Reporte de tiempos Dino SRL, Elaboración propia.

b. Tiempo de Ciclo:

El tiempo de ciclo promedio mensual del 2018 es de 3.8 horas.

Tabla N° 19
Tiempo de ciclos Trujillo – Enero a diciembre 2018

TRUJILLO	T. esp. planta (Min)	T. Proceso (Min)	T. de Espera en obra (Min)	T. de Descarga (Min)	T. de Transp. (Min)	T. Ciclo (horas)
ENE	33.64	28.35	25.31	48.64	99.36	3.92
FEB	39.54	30.08	25.42	52.77	100.38	4.14
MAR	40.08	25.51	22.90	46.88	115.32	4.18
APR	48.18	24.45	27.32	45.59	92.79	3.97
MAY	46.91	20.36	23.18	46.34	88.52	3.76
JUN	43.36	23.19	28.83	47.47	98.07	4.02
JULIO	44.71	26.49	23.03	40.16	88.94	3.72
AGO	44.61	22.93	25.13	39.80	87.86	3.67
SET	38.45	19.66	23.62	44.37	79.50	3.43
OCT	38.43	21.59	24.84	39.34	83.03	3.45
NOV	35.81	21.84	25.20	42.63	101.81	3.79
DIC	36.09	27.80	26.42	42.41	95.80	3.81
Total general	40.9	24.3	24.9	44.6	94.1	3.8

Nota: Información tomada de base de Datos de Reporte de tiempos. Elaboración propia

c. Costo de Transporte:

Con el costo de transporte 1.53 Soles / min y el tiempo de viaje es 47.1 minutos, se calcula el **Costo de Transporte actual (ida y vuelta)** es de **144.13 soles**.

Tabla N° 20
Costo de Operación (soles/min) – Enero a diciembre 2018

C. TOTAL TRANSP	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC
Combustibles	248,520	235,175	294,197	264,003	266,660	361,316	333,121	381,279	360,031	400,745	314,505	330,651
Depreciación	369,397	359,020	361,414	342,576	283,431	334,097	334,162	359,417	368,766	383,007	349,529	346,266
Mantenimiento	113,854	89,016	134,648	90,373	124,620	93,142	137,243	155,332	142,170	191,988	127,238	132,973
Otros fijos	17,968	82,237	209,871	47,733	45,944	50,278	47,087	58,998	42,379	58,173	66,067	69,615
Otros materiales	21,576	16,863	17,176	20,879	29,911	30,776	33,192	30,327	32,904	36,357	26,996	28,724
Participaciones	15,813	40,780	39,827	29,031	35,134	505	-24,844	93,064	6,305	-3,194	23,242	22,119
Provisiones	97,246	97,885	106,510	108,314	73,987	37,157	32,610	17,908	17,205	23,605	61,243	53,171
Remuneraciones	524,896	578,560	505,325	551,553	520,735	540,070	632,548	632,367	649,255	803,697	593,901	603,272
Seguros	17,167	15,926	31,043	27,444	18,414	26,984	19,746	20,342	20,617	34,391	23,207	24,688
TOTAL	1,426,436	1,515,461	1,700,011	1,481,906	1,398,835	1,474,324	1,544,864	1,749,035	1,639,631	1,928,770	1,585,927	1,611,478
HOROMETROS	14,139	14,391	15,213	15,909	15,456	19,756	17,668	20,166	19,650	21,870	17,422	18,123
COSTO DE TRANSPORTE	1.68	1.76	1.86	1.55	1.51	1.24	1.46	1.45	1.39	1.47	1.52	1.48
COSTO DE TRANS. PROM. (SOLES/MIN)	1.53											

Nota: Información tomada de Base de Datos de horómetros totales y base de datos de costos de SAP – Dino SRL.

Elaboración propia.

d. Eficiencia Operador:

De este cálculo se obtiene que la eficiencia operador actual es 336, 49 m³ / Operador.

Tabla N° 21
Eficiencia Operador (m³ / Operador) mensual – Enero a diciembre 2018

	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC
Volumen Despachado (m³)	9460	9152	10494	9842	7770	8294	8694	10236	9233	12079	11590	11508
Asignación de Op. Mixer	29	29	32	35	25	25	25	30	27	30	32	33
m³ / Op. Mixer	326.21	315.58	327.92	281.20	310.81	331.76	347.74	341.21	341.94	402.64	362.18	348.73
m³ / Op. Mixer	336.49											

Nota: Información tomada de base de datos SAP. Elaboración propia

e. Eficiencia Mixer:

La eficiencia mixer promedio mensual en el 2018 es de 350 m³ / mixer.

Tabla N° 22
Eficiencia mixer (m³ / mixer) mensual – Enero a diciembre 2018

	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC
Volumen Despachado (m3)	9460	9152	10494	9842	7770	8294	8694	10236	9233	12079	11590	11508
Asignación de Mixer	30	28	28	29	27	26	26	28	27	30	29	29
M3 / Mixer	315	327	375	339	288	319	334	366	342	403	400	397
m3 / mixer	350											

Nota: Información tomada de base de datos SAP. Elaboración propia

f. Eficiencia Mixer - Vueltas:

La eficiencia mixer – Vueltas promedio es de 2.13 vueltas al día.

Tabla N° 23

Eficiencia mixer - Vueltas (N° Vueltas / mixer) – Enero a diciembre 2018

	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC
N° Vueltas Totales	1402	1342	1524	1423	1140	1237	1314	1466	1360	1749	1657	1615
Asignación de Mixer	33	31	31	32	30	29	29	31	30	33	32	32
N° Vueltas / Mixer	1.95	2.00	2.27	2.04	1.76	1.98	2.11	2.18	2.10	2.43	2.38	2.32
N° Vueltas / Mixer	2.13											

Nota: Información tomada de base de datos SAP. Elaboración propia.

5.2. Pronósticos de las obras a distancia en Trujillo.

5.2.1. Estacionalidad de Despachos de CPM:

Según data histórica de Cementos Pacasmayo el 12% del cemento se suministra a través del canal industrial como Concreto premezclado (CPM).

Analizando la Data histórica de despachos de Dino SRL de los últimos 05 años del 2014 al 2018 (ver Figura 20), se determina que su tendencia es estacional, debido al incremento repetitivo en los meses de octubre, setiembre y noviembre. Por ello, el método Winter es el más apropiado para calcular pronósticos en tendencias estacionales.



Figura N° 20: Histórico de despachos (m3) del 2014 al 2018, Zonal Trujillo, 2014 - 2018.

Nota: Elaboración propia

5.2.2. Crecimiento de Obras en Trujillo:

Para determinar hacia qué dirección se encuentran las obras a distancia en crecimiento se analiza las obras a distancia totales, (tiempo mayor a 30 min en recorrido o mayor a 20 km. Según política de Dino SRL), y se comparó con las obras a distancia al sur, Obteniendo

que el 89.69% de obras a distancia se encuentran direccionadas al sur en los distritos de Víctor Larco, Moche, Salaverry, Virú y Chao (Ver tabla N° 24).

Tabla N° 24
Porcentaje de despachos a distancia Sur del 2014 al 2018

Desp. Distancia al Norte (m3)	Desp. Distancia al Sur (m3)	Total Desp. a Distancia (m3)	% Desp. al Sur
7	1347	1354	99.48%
78	1240	1318	94.08%
187.5	1351	1539	87.82%
445.5	885	1331	66.52%
	633	633	100.00%
39	601	640	93.90%
33	692	725	95.45%
	2031	2031	100.00%
	3106	3106	100.00%
132.5	2783	2916	95.46%
131	2708	2839	95.39%
58	2558	2616	97.78%
	2164	2164	100.00%
65.5	2948	3013	97.83%
291	2187	2478	88.26%
14.5	2114	2129	99.32%
14	2073	2087	99.33%
	874	874	100.00%
	670	670	100.00%
64	885	949	93.26%
	1955	1955	100.00%
	2751	2751	100.00%
120	2685	2805	95.72%
	3340	3340	100.00%
112	2140	2252	95.03%
98.5	1514	1612	93.89%
116.5	1518	1635	92.87%
215.5	1459	1675	87.13%
103	2609	2712	96.20%
1508.5	3388	4897	69.19%
633.5	4218	4851	86.94%
186.5	6304	6490	97.13%
366	2786	3152	88.39%
259	3383	3642	92.89%
111	2555	2666	95.84%
74	2637	2711	97.27%
90.5	2725	2815	96.79%
712	3011	3723	80.88%
144	2263	2407	94.02%
1166.5	2927	4094	71.51%
617.5	3487	4105	84.96%
1419.5	4218	5637	74.82%
794.5	2192	2986	73.39%
550	3182	3732	85.26%
407.5	3338	3746	89.12%
179	4605	4784	96.26%
607.5	5154	5762	89.46%
893	3945	4838	81.54%
344	4561	4905	92.99%
330.5	4188	4518	92.68%
714.5	5032	5746	87.57%
806.5	3653	4459	81.91%
207	2359	2566	91.93%
578	3521	4099	85.90%
1231	2685	3916	68.56%
1099	3719	4818	77.19%
468	3000	3468	86.50%
543	4453	4996	89.13%
135	6910	7045	98.08%
47	5866	5913	99.21%
19550	170080	189629	89.69%

Nota:

Elaboración Propia.

Después se usa el método Winter para calcular los pronósticos de los meses de enero a diciembre del 2019 (Ver Tabla N° 25). Para el cálculo de pronósticos del Método Winter se usó Solver de Excel y para que los pronósticos sean más óptimos se tiene que minimizar el error teniendo en cuenta las siguientes variables (Ver Tabla N° 26).

Tabla N° 25
Método Winter - Pronósticos Enero a diciembre 2019 (m3)

Mes	L	At	St	Tt	Ct	Norm.	Ft	error	error 2	Abs (et / Dt)
-	-					1.05				
11	-					1.01				
10	-					1.00				
-9	-					0.95				
-8	-					0.83				
-7	-					0.91				
-6	-					0.78				
-5	-					0.97				
-4	-					1.06				
-3	-					1.20				
-2	-					1.19				
-1	-					1.06				
0			9,393	13.22		1.05				
Ene-14	1	11,825	11,262	21.24	1.05	1.05	11,806	18.9	356	0.00
Feb-14	2	12,248	12,153	24.99	1.01	1.01	12,280	31.8	1,009	0.00
Mar-14	3	13,918	13,850	32.21	1.00	1.01	13,979	61.4	3,767	0.00
Abr-14	4	12,698	13,334	29.84	0.95	0.95	12,823	124.8	15,585	0.01
May-14	5	9,437	11,444	21.55	0.82	0.83	9,560	122.8	15,082	0.01
Jun-14	6	7,339	8,173	7.34	0.90	0.90	7,442	103.0	10,609	0.01
Jul-14	7	4,556	5,898	- 2.52	0.77	0.77	4,580	23.9	571	0.01
Ago-14	8	7,137	7,317	3.62	0.98	0.98	7,136	1.1	1	0.00
Set-14	9	8,586	8,121	7.08	1.06	1.06	8,635	49.3	2,434	0.01
Oct-14	10	10,155	8,438	8.42	1.20	1.20	10,248	93.3	8,707	0.01
Nov-14	11	9,076	7,613	4.82	1.19	1.19	9,160	84.4	7,124	0.01
Dic-14	12	7,696	7,295	3.42	1.06	1.06	7,747	50.6	2,560	0.01
Ene-15	13	8,443	8,022	6.55	1.05	1.05	8,517	73.3	5,376	0.01
Feb-15	14	8,506	8,427	8.27	1.01	1.01	8,615	108.2	11,710	0.01
Mar-15	15	6,924	6,918	1.72	1.00	1.00	6,982	58.2	3,386	0.01
Abr-15	16	6,676	7,005	2.08	0.95	0.95	6,706	30.1	904	0.00
May-15	17	5,222	6,343	- 0.78	0.82	0.82	5,223	0.6	0	0.00
Jun-15	18	5,697	6,341	- 0.79	0.90	0.90	5,685	12.7	162	0.00
Jul-15	19	3,948	5,133	- 6.00	0.77	0.77	3,880	68.3	4,670	0.02
Ago-15	20	5,419	5,544	- 4.20	0.98	0.98	5,328	90.5	8,198	0.02
Set-15	21	8,135	7,645	4.89	1.06	1.06	8,196	61.5	3,787	0.01
Oct-15	22	9,422	7,821	5.63	1.20	1.20	9,566	144.8	20,961	0.02
Nov-15	23	9,184	7,702	5.09	1.19	1.19	9,327	142.8	20,406	0.02
Dic-15	24	8,123	7,695	5.04	1.06	1.06	8,251	127.9	16,366	0.02
Ene-16	25	7,413	7,057	2.26	1.05	1.05	7,487	73.9	5,458	0.01
Feb-16	26	6,245	6,205	- 1.43	1.01	1.01	6,225	19.2	368	0.00
Mar-16	27	6,986	6,965	1.86	1.00	1.00	7,020	34.2	1,168	0.00
Abr-16	28	6,305	6,623	0.38	0.95	0.95	6,322	17.0	289	0.00
May-16	29	6,878	8,319	7.70	0.83	0.83	7,032	154.3	23,797	0.02
Jun-16	30	8,533	9,473	12.65	0.90	0.90	8,852	319.1	101,850	0.04
Jul-16	31	10,001	12,931	27.52	0.77	0.77	10,601	600.1	360,089	0.06
Ago-16	32	11,801	12,092	23.78	0.98	0.98	12,562	761.7	580,230	0.06
Set-16	33	11,875	11,181	19.75	1.06	1.06	12,589	714.3	510,256	0.06
Oct-16	34	10,900	9,094	10.65	1.20	1.20	11,390	489.8	239,896	0.04
Nov-16	35	9,158	7,711	4.63	1.19	1.19	9,386	228.4	52,162	0.02
Dic-16	36	8,901	8,418	7.67	1.06	1.06	9,177	275.6	75,941	0.03
Ene-17	37	9,439	8,970	10.01	1.05	1.05	9,816	377.3	142,363	0.04
Feb-17	38	8,671	8,620	8.46	1.01	1.01	9,003	331.3	109,777	0.04
Mar-17	39	6,362	6,387	- 1.22	1.00	1.00	6,362	0.0	0	0.00
Abr-17	40	7,063	7,395	3.14	0.96	0.95	7,162	99.3	9,854	0.01
May-17	41	7,792	9,379	11.69	0.83	0.83	8,154	361.8	130,891	0.05
Jun-17	42	10,945	12,088	23.34	0.91	0.91	11,777	831.9	692,019	0.08

Jul-17	43	8,057	10,448	16.16	0.77	0.77	8,622	564.8	318,987	0.07
Ago-17	44	9,343	9,588	12.37	0.97	0.97	9,892	549.6	302,061	0.06
Set-17	45	9,824	9,253	10.87	1.06	1.06	10,351	527.7	278,436	0.05
Oct-17	46	11,882	9,895	13.60	1.20	1.20	12,616	734.1	538,868	0.06
Nov-17	47	15,250	12,773	25.97	1.19	1.19	16,629	1,378.2	1,899,499	0.09
Dic-17	48	11,820	11,207	19.09	1.05	1.05	12,825	1,005.1	1,010,323	0.09
Ene-18	49	9,460	9,038	9.65	1.05	1.05	10,006	546.0	298,119	0.06
Feb-18	50	9,152	9,098	9.86	1.01	1.01	9,647	495.0	245,023	0.05
Mar-18	51	10,494	10,508	15.91	1.00	1.00	11,272	778.4	605,873	0.07
Abr-18	52	9,842	10,311	14.99	0.95	0.95	10,591	748.6	560,364	0.08
May-18	53	7,770	9,374	10.88	0.83	0.83	8,266	495.7	245,756	0.06
Jun-18	54	8,294	9,167	9.94	0.90	0.91	8,784	489.9	240,038	0.06
Jul-18	55	8,694	11,232	18.81	0.77	0.77	9,458	764.2	583,977	0.09
Ago-18	56	10,236	10,522	15.67	0.97	0.97	11,106	869.7	756,405	0.08
Set-18	57	9,233	8,736	7.88	1.06	1.06	9,750	517.6	267,868	0.06
Oct-18	58	12,079	10,034	13.46	1.20	1.20	12,983	904.2	817,521	0.07
Nov-18	59	11,590	9,716	12.03	1.19	1.19	12,445	855.3	731,512	0.07
Dic-18	60	11,508	10,889	17.04	1.06	1.06	12,560	1,052.0	1,106,677	0.09
Ene-19	61						12,489			
Feb-19	62						12,019			
Mar-19	63						11,950			
Abr-19	64						11,438			
May-19	65						9,946			
Jun-19	66						10,873			
Jul-19	67						9,314			
Ago-19	68						11,723			
Set-19	69						12,754			
Oct-19	70						14,548			
Nov-19	71						14,435			
Dic-19	72						12,808			

Nota: Elaboración Propia.

Tabla N° 26

Variables para minimizar error en Solver – Excel – Pronósticos de despachos (m³)

T0	13.22
S0	9392.78
alpha	0.979
Beta	0.004
Gamma	1.000
ME	344.159
MAPE	0.034

Nota: Elaboración Propia.

Para calcular los pronósticos de las obras a distancia sur, se aplica nuevamente el método Winter.

Tabla N° 27
Método Winter - Pronósticos despachos a distancia Sur, enero a diciembre 2019

Mes	L	At	St	Tt	Ct	Norm.	Ft	error	error 2	Abs (et / Dt)
	-11					1.06				
	-10					1.04				
	-9					0.95				
	-8					0.81				
	-7					0.79				
	-6					0.80				
	-5					0.69				
	-4					1.11				
	-3					1.07				
	-2					1.23				
	-1					1.27				
	0		4,657	61.78		1.17				
Ene-14	1	1,347	1,452	- 1.90	0.93	0.94	1,539	192.7	37,130	0.14
Feb-14	2	1,240	1,202	- 6.74	1.03	1.04	1,241	0.5	0	0.00
Mar-14	3	1,351	1,412	- 2.51	0.96	0.97	1,333	18.7	349	0.01
Abr-14	4	885	1,115	- 8.25	0.79	0.80	872	13.3	176	0.01
May-14	5	633	812	- 13.98	0.78	0.79	590	42.4	1,801	0.07
Jun-14	6	601	749	- 14.94	0.80	0.81	531	69.9	4,880	0.12
Jul-14	7	692	989	- 9.97	0.70	0.71	634	58.0	3,360	0.08
Ago-14	8	2,031	1,778	5.61	1.14	1.15	2,031	0.0	0	0.00
Set-14	9	3,106	2,855	26.48	1.09	1.10	3,296	189.9	36,056	0.06
Oct-14	10	2,783	2,294	15.03	1.21	1.23	3,009	225.6	50,877	0.08
Nov-14	11	2,708	2,147	11.87	1.26	1.28	2,885	176.9	31,302	0.07
Dic-14	12	2,558	2,178	12.24	1.17	1.19	2,729	171.1	29,282	0.07
Ene-15	13	2,164	2,301	14.40	0.94	0.94	2,334	169.8	28,820	0.08
Feb-15	14	2,948	2,798	23.81	1.05	1.05	3,267	319.5	102,089	0.11
Mar-15	15	2,187	2,290	13.44	0.96	0.96	2,411	224.0	50,190	0.10
Abr-15	16	2,114	2,616	19.53	0.81	0.81	2,351	236.8	56,065	0.11
May-15	17	2,073	2,634	19.51	0.79	0.79	2,334	261.1	68,161	0.13
Jun-15	18	874	1,162	- 9.56	0.75	0.75	802	71.6	5,125	0.08
Jul-15	19	670	959	- 13.34	0.70	0.70	499	171.5	29,403	0.26
Ago-15	20	885	776	- 16.64	1.14	1.14	512	373.2	139,246	0.42
Set-15	21	1,955	1,723	2.14	1.13	1.14	1,945	9.9	99	0.01
Oct-15	22	2,751	2,216	11.70	1.24	1.24	3,033	282.0	79,509	0.10
Nov-15	23	2,685	2,111	9.44	1.27	1.27	2,970	285.2	81,339	0.11
Dic-15	24	3,340	2,776	22.20	1.20	1.20	3,929	589.1	346,984	0.18
Ene-16	25	2,140	2,300	12.50	0.93	0.94	2,461	320.7	102,834	0.15
Feb-16	26	1,514	1,482	- 3.69	1.02	1.03	1,462	52.1	2,713	0.03
Mar-16	27	1,518	1,582	- 1.67	0.96	0.97	1,470	48.6	2,362	0.03
Abr-16	28	1,459	1,791	2.45	0.81	0.82	1,505	45.8	2,100	0.03
May-16	29	2,609	3,230	30.43	0.81	0.81	3,241	632.0	399,442	0.24
Jun-16	30	3,388	4,436	53.35	0.76	0.77	4,543	1,154.9	1,333,890	0.34
Jul-16	31	4,218	5,945	81.72	0.71	0.71	5,933	1,715.7	2,943,655	0.41
Ago-16	32	6,304	5,549	72.42	1.14	1.14	8,980	2,675.8	7,159,883	0.42
Set-16	33	2,786	2,621	13.93	1.06	1.07	3,499	713.5	509,062	0.26
Oct-16	34	3,383	2,717	15.53	1.25	1.25	4,034	650.6	423,282	0.19
Nov-16	35	2,555	2,045	2.14	1.25	1.26	2,699	144.3	20,817	0.06
Dic-16	36	2,637	2,182	4.75	1.21	1.22	2,834	197.0	38,811	0.07
Ene-17	37	2,725	2,868	18.04	0.95	0.95	3,314	589.9	347,974	0.22
Feb-17	38	3,011	2,923	18.76	1.03	1.03	3,742	731.6	535,174	0.24
Mar-17	39	2,263	2,372	7.65	0.95	0.95	2,583	319.5	102,093	0.14
Abr-17	40	2,927	3,504	29.56	0.84	0.84	3,846	918.6	843,890	0.31
May-17	41	3,487	4,245	43.43	0.82	0.82	4,904	1,416.7	2,007,180	0.41
Jun-17	42	4,218	5,416	65.42	0.78	0.78	6,283	2,065.9	4,268,028	0.49

Jul-17	43	2,192	3,194	20.83	0.69	0.69	2,924	732.0	535,823	0.33
Ago-17	44	3,182	2,803	12.80	1.14	1.14	3,853	671.2	450,519	0.21
Set-17	45	3,338	3,101	18.36	1.08	1.08	4,206	867.7	752,856	0.26
Oct-17	46	4,605	3,641	28.52	1.26	1.26	6,215	1,609.6	2,590,852	0.35
Nov-17	47	5,154	4,073	36.39	1.27	1.27	7,278	2,123.9	4,510,893	0.41
Dic-17	48	3,945	3,285	20.32	1.20	1.20	5,189	1,244.2	1,548,014	0.32
Ene-18	49	4,561	4,722	47.93	0.97	0.97	6,717	2,155.7	4,646,862	0.47
Feb-18	50	4,188	4,102	34.92	1.02	1.02	6,025	1,837.3	3,375,797	0.44
Mar-18	51	5,032	5,213	55.89	0.97	0.97	7,694	2,662.2	7,087,482	0.53
Abr-18	52	3,653	4,419	39.33	0.83	0.83	5,402	1,748.8	3,058,247	0.48
May-18	53	2,359	2,955	10.02	0.80	0.80	2,864	505.8	255,842	0.21
Jun-18	54	3,521	4,438	38.73	0.79	0.79	5,085	1,564.5	2,447,643	0.44
Jul-18	55	2,685	3,942	28.31	0.68	0.68	3,774	1,089.1	1,186,217	0.41
Ago-18	56	3,719	3,312	15.49	1.12	1.12	4,745	1,026.5	1,053,795	0.28
Set-18	57	3,000	2,815	5.49	1.07	1.07	3,367	367.9	135,322	0.12
Oct-18	58	4,453	3,483	18.40	1.28	1.28	5,756	1,303.2	1,698,372	0.29
Nov-18	59	6,910	5,355	54.54	1.29	1.29	10,850	3,940.7	15,528,864	0.57
Dic-18	60	5,866	4,912	44.83	1.19	1.19	9,130	3,264.1	10,654,186	0.56
Ene-19	61						7,386			
Feb-19	62						7,850			
Mar-19	63						7,466			
Abr-19	64						6,431			
May-19	65						6,246			
Jun-19	66						6,242			
Jul-19	67						5,390			
Ago-19	68						8,936			
Set-19	69						8,529			
Oct-19	70						10,290			
Nov-19	71						10,443			
Dic-19	72						9,718			

Nota: Elaboración Propia.

Tabla N° 28
Variables para minimizar error en Solver – Excel – Pronósticos de despachos a distancia Sur (m3)

T0	61.78
S0	4657.23
alpha	0.947
Beta	0.019
Gamma	1.000
ME	787.669
MAPE	0.219

Nota: Elaboración Propia.

De los pronósticos calculados se obtiene el siguiente resumen para los meses de enero a diciembre del 2019.

Tabla N° 29
Método Winter – Pronósticos de despachos totales vs
Pronósticos de despachos a distancia Sur, enero a diciembre
2019

Año	Pronostico desp. Total	Pronostico desp. Sur.
Ene-19	12489	7386
Feb-19	12019	7850
Mar-19	11950	7466
Abr-19	11438	6431
May-19	9946	6246
Jun-19	10873	6242
Jul-19	9314	5390
Ago-19	11723	8936
Set-19	12754	8529
Oct-19	14548	10290
Nov-19	14435	10443
Dic-19	12808	9718
Total	144298	94926

Nota: Elaboración Propia.

5.3. Diseño de Sistema de Despacho Multiplanta (SDM).

5.3.1. Localización de Planta.

Teniendo en cuenta que las proyecciones de despachos a distancia en la ciudad de Trujillo se esparcen hacia el sur, es necesario determinar dónde ubicar la nueva planta para hacer efectivo el sistema de despacho multiplanta que reducirá tiempos de viaje de manera significativa. Para ello, basados en nuestra literatura de investigación de operaciones se utiliza la técnica de localización de planta evaluando los 02 métodos por factores cuantitativos y por factores cualitativos. Después se selecciona la Alternativa que más beneficios brinde para la investigación.

Para este análisis se propusieron 04 localizaciones diferentes y así evaluar la más conveniente.

- **Alternativa Moche:** En el parque industrial de moche Dino SRL cuenta con un inmueble de 5000 m², que actualmente se usa como almacén de equipos.



Figura N° 21: Localización de la Alternativa en Moche.

Nota: Recuperado de Google Maps.

- **Alternativa Salaverry:** Hace 05 años Dino SRL, instalo una planta dedicada en la obra de Villa Marina (Construcción de módulos familiares), ubicada en Salaverry, teniendo como objetivo abastecer CPM a la obra hasta que termine el contrato pactado Asimismo se logró sacar permisos y se atendía desde Salaverry a la obra del Complejo Chicago (Trujillo), solo cuando la Planta del Parque industrial de la esperanza no contaba con disponibilidad. Actualmente en el espacio donde se instaló Planta dedicada, no se llegó a habilitar terreno para la construcción de módulos familiares, y el terreno se encuentra a libre disposición de la inmobiliaria.

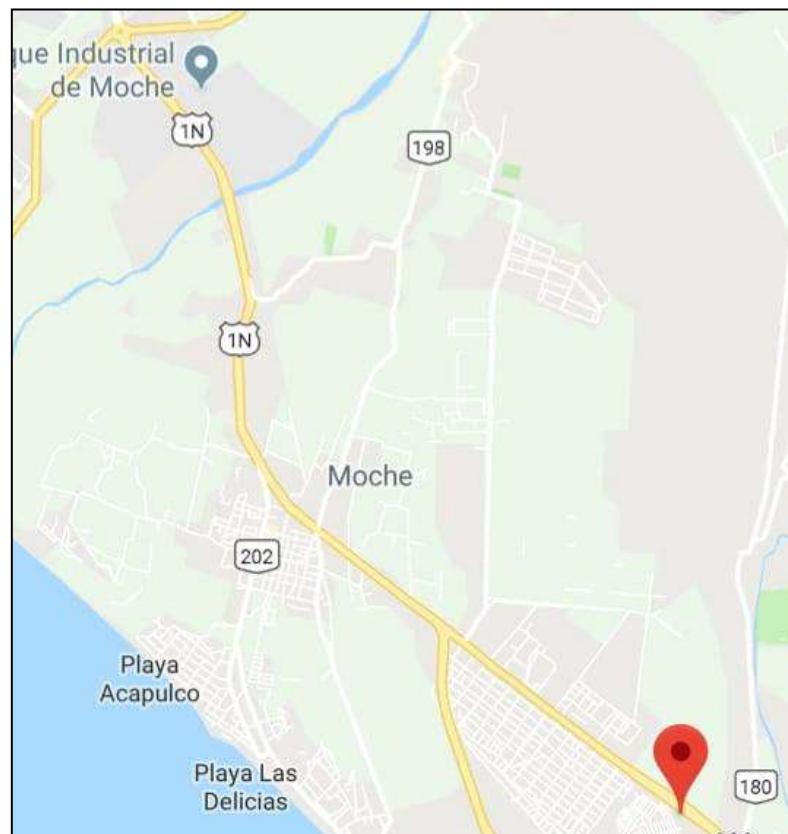


Figura N° 22: Localización de la alternativa Salaverry

Nota: Recuperado de Google Maps.

- **Alternativa Virú:** A fines de diciembre del 2018 La Constructora E.F. habilito un terreno dentro de su obra ubicada en Virú, para que Dino SRL instale una planta dedicada y así abastecer concreto al proyecto de módulos familiares por el tiempo de 02 años. Además, de ser posible que se obtenga los permisos por SUNAT, podría abastecer a otras obras y así hacer efectivo el despacho multiplanta.



Figura N° 23: Localización de la alternativa Virú.

Nota: Recuperado de Google Maps.

- **Alternativa Chao:** A Inicios de Abril del 2019 se Instalará una planta dedicada en las instalaciones de Camposol en Chao para la construcción de su fábrica de cartones que servirá para sus embalajes, con un contrato aproximado de 1.5 años y de la misma manera, de poder gestionarse los permisos por SUNAT se podría atender a obras cercanas a ese distrito.



Figura N° 24: Localización de la alternativa Chao.

Nota: Recuperado de Google Maps.

Una vez propuesta las alternativas como posibles plantas de despacho, se procede a aplicar el método de localización de planta.

5.3.1.1. Método de Localización de Planta Carga - Distancia.

a. Calculo de la carga.

Una vez establecido las Alternativas de ubicación de la planta de CPM, es necesario definir los distritos y N° de viajes que se atenderán en la zona sur y distancia promedio desde las alternativas a cada distrito. De acuerdo al histórico de despachos de Dino SRL del 2014 al 2018, se obtuvo que del total de viajes a distancia que se han hecho, el 89.69% se han atendido a los distritos del sur de Trujillo y el 10.31% al norte de distritos de Trujillo (Ver Tabla N° 24).

De la data histórica de despachos, se despachó a los siguientes distritos: Víctor Larco, Moche, Salaverry, Virú y Chao (Ver Tabla N° 30).

Tabla N° 30
Porcentaje de viajes enviados a distritos del sur.

Distrito	% Por Distrito
VICTOR	40.56%
LARCO	21.45%
MOCHE	21.07%
SALAVERRY	13.95%
VIRU	2.97%
CHAO	
TOTAL	100.00%

Nota: Elaboración Propia.

Con el método Winter se estimó que se atendería a las obras a distancia del distrito sur 94,926 m³ en el 2019. Asimismo, la carga promedio por viaje es de 6,8 m³, entonces, se procede determinar el número de viajes por distrito.

Tabla N° 31
N° de viajes por distrito.




Distrito	% Por Distrito	Vol. por Distrito (m ³)	N° Viajes
VICTOR	40.56%	38503	5662
LARCO	21.45%	20358	2994
MOCHE	21.07%	20000	2941
SALAVERRY	13.95%	13245	1948
VIRU	2.97%	2820	415
CHAO			
TOTAL	100.00%	94926	13960

Nota: Elaboración Propia

b. Calculo de la distancia.

Para realizar el cálculo de la distancia promedio desde las alternativas a los distritos seleccionados se usó la App Google maps.



Tabla N° 32
Calculo de Tiempos y distancias de Alternativa Moche hasta Víctor Larco, Salaverry y Moche.

<p>Alternativa Moche a Víctor Larco</p> <p>Tiempo: 20 min Distancia: 7.2 km</p>	
<p>Alternativa Moche a Moche Pueblo</p> <p>Tiempo: 10 min Distancia: 4.2 km</p>	
<p>Alternativa Moche a Salaverry</p> <p>Tiempo: 17 min Distancia: 10.5 km</p>	

Nota: Recuperado de Googles Maps - Elaboración Propia.




Tabla N° 33

Calculo de Tiempos y distancias de Alternativa Moche hasta Virú y Chao

<p>Alternativa Moche a Virú</p> <p>Tiempo: 65 min Distancia: 47.2 km</p>	
<p>Alternativa Moche a Chao</p> <p>Tiempo: 80 min Distancia: 62.2 km</p>	



Nota: Recuperado de Googles Maps - Elaboración Propia.

Tabla N° 34
Calculo de Tiempos y distancias de Alternativa Salaverry hasta Víctor Larco, Salaverry y Moche.

<p>Alternativa Salaverry a Víctor Larco</p> <p>Tiempo: 26 min Distancia: 14.3 km</p>	
<p>Alternativa Salaverry a Moche Pueblo</p> <p>Tiempo: 10 min Distancia: 4.2 km</p>	
<p>Alternativa Salaverry a Salaverry</p> <p>Tiempo: 16 min Distancia: 7.9 km</p>	

Nota: Recuperado de Googles Maps - Elaboración Propia.

Tabla N° 35
Calculo de Tiempos y distancias de Alternativa Salaverry hasta Virú y Chao.

<p>N o t a : R e c u p e r a d o d e G o o g l e s M a p s -</p> <p>Alternativa Salaverry a Virú Tiempo: 55 min Distancia: 39.8 km</p>	
<p>Alternativa Salaverry a Chao Tiempo: 65 min Distancia: 54.8 km</p>	

Elaboración Propia.

Tabla N° 36
Calculo de Tiempos y distancias de Alternativa Virú hasta Víctor Larco, Salaverry y Moche.



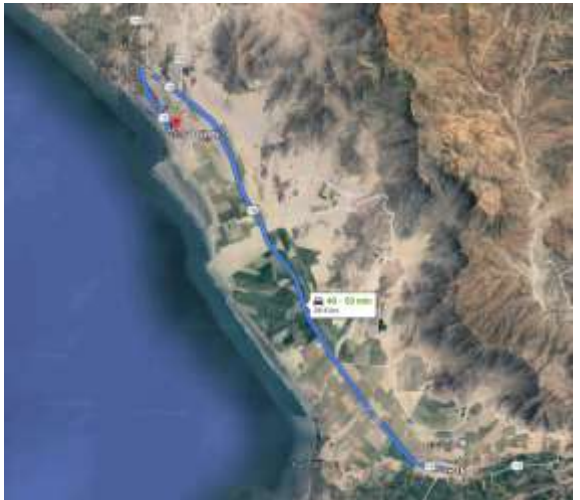





<p>N o t a : Tiempo: 75 min Distancia: 46.2 km</p>	
<p>d e o g l e s M a p s -</p> <p>Alternativa Virú a Moche Pueblo Tiempo: 45 min Distancia: 35.5 km</p>	
<p>E b r a c i ó n P r o p i a.</p> <p>Alternativa Virú a Salaverry Tiempo: 50 min Distancia: 38.8 km</p>	

Tabla N° 37
Calculo de Tiempos y distancias de Alternativa Salaverry hasta Virú y Chao

<p>Alternativa Virú a Virú Tiempo: 22 min Distancia: 8.4 km</p>	
<p>Alternativa Virú a Chao Tiempo: 35 min Distancia: 23.3 km</p>	

Nota: Recuperado de Googles Maps - Elaboración Propia.

Tabla N° 38
Calculo de Tiempos y distancias de Alternativa Chao hasta Víctor Larco, Salaverry y Moche.

<p>Alternativa Chao a Víctor Larco Tiempo: 110 min Distancia: 71.9 km</p>	
<p>Alternativa Chao a Moche Pueblo Tiempo: 80 min Distancia: 61.2 km</p>	
<p>Alternativa Chao a Salaverry Tiempo: 85 min Distancia: 64.5 km</p>	

Nota: Recuperado de Googles Maps - Elaboración Propia.

Tabla N° 39
Calculo de Tiempos y distancias de Alternativa Chao hasta Virú y Chao

N
o
t
a
:

R
e
c
u
p
e
r
a
d
o

d
e

G
o
g
l
e
s

M
a
p
s

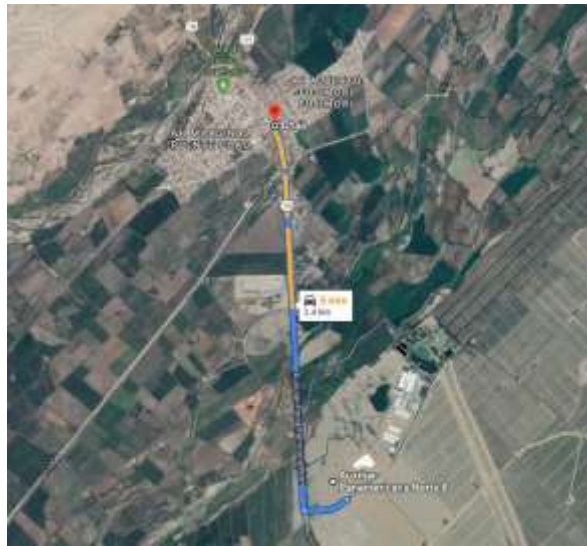
-

E
l
a
b

Alternativa Chao a Virú
Tiempo: 28 min
Distancia: 20.5 km



Alternativa Chao a Chao
Tiempo: 5 min
Distancia: 3.4 km



oración Propia.

c. Localización de Planta.

Según el método carga Distancia, Se escoge la sumatoria de los productos de Distancia (km) y N° de viajes de cada Alternativa a cada Distrito de destino, seleccionando la alternativa cuya sumatoria sea menor. En este caso, la sumatoria menor es **la Planta Moche con 201,957 km recorridos.**

Tabla N° 40

Calculo de la mejor Alternativa con el método de Localización Carga – Distancia

		Distancia (km)	N° Viajes	Kms Totales	
Planta Moche	Víctor Larco	7.2	5,662	40,768	201,957
	Moche	4.2	2,994	12,574	
	Salaverry	10.5	2,941	30,882	
	Virú	47.2	1,948	91,933	
	Chao	62.2	415	25,799	
Planta Salaverry	Víctor Larco	14.3	5,662	80,970	217,927
	Moche	4.5	2,994	13,472	
	Salaverry	7.9	2,941	23,235	
	Virú	39.8	1,948	77,520	
	Chao	54.8	415	22,730	
Planta Virú	Víctor Larco	46.2	5,662	261,594	508,017
	Moche	35.5	2,994	106,281	
	Salaverry	38.8	2,941	114,116	
	Virú	8.4	1,948	16,361	
	Chao	23.3	415	9,664	
Planta Chao	Víctor Larco	71.9	5,662	407,113	821,378
	Moche	61.2	2,994	183,222	
	Salaverry	64.5	2,941	189,704	
	Virú	20.5	1,948	39,929	
	Chao	3.4	415	1,410	

Nota: Elaboración Propia.

5.3.1.2. Método de localización de planta por factores ponderados.

Para este análisis se seleccionaron ciertos factores relevantes para tomar una decisión basados en la teoría anteriormente citada en el marco teórico.

- a. **Mano de Obra:** El personal calificado para el transporte de CPM, se encuentra en Trujillo y Chimbote, y al trasladar una planta cerca a los Valles como Viru y Chao, el personal no querrá moverse tan lejos a menos que se le cubra su alimentación y vivienda mensual.
- b. **Proximidad a Cliente:** Este factor se evaluó previamente con el método de carga-promedio, y las plantas con mejor proximidad a los clientes son de Salaverry y Moche.
- c. **Consideraciones Legales:** Este factor es importante, ya que la planta, tiene que situarse en una zona industrial según plano Catastral y tener los permisos por SUNAT e Indeci este factor lo cumple la planta de moche y Salaverry.
- d. **Proximidad a Proveedores y Recursos.** Los proveedores pueden llegar a cualquiera de las alternativas propuestas, asimismo hay presencia de canteras de agregados cercanas, y la cobertura de despacho de cemento es hasta la ciudad de Chimbote. Sin embargo, los talleres de mantenimiento en las ciudades de Virú y Chao están alejados de la ciudad.
- e. **Costos Totales:** Teniendo en cuenta que el Terreno de Moche es propio, en Moche se tendría menor costo, asimismo de situarse la Planta en Salaverry, se tendría que pagar un transporte de ida y vuelta a los trabajadores, ya que no hay transporte publico cercano, solo hay Transporte interprovincial.

Tabla N° 41

Calculo de la mejor Alternativa con el método de Localización Factores Ponderados.

	Pesos	Planta Moche	Planta Salaverry	Planta Virú	Planta Chao
Mano de Obra	15%	9	9	7	5
Proximidad a Clientes	20%	10	8	6	4
consideraciones Legales	25%	9	9	6	6
Proximidad a Proveedores y Recursos	15%	8	8	8	8
Costos Totales	25%	8	7	6	6
E	100%	8.8	8.15	6.45	5.75

laboración Propia.

De la **evaluación en los factores Ponderados y la Carga – Distancia**, Finalmente se elige como Mejor Alternativa que la planta se sitúe **en Moche**.

5.3.2. Algoritmo Aproximación Vogel para programación de despachos.

Una vez definida la localización de la futura planta que es Moche, es necesario hacer efectivo el despacho multiplanta, para ello se tendrán que consolidar los despachos de la Zonal Trujillo y definir cuantos viajes y de qué planta (Planta Esperanza y Planta Moche) se despacha a los distintos distritos teniendo en cuenta las restricciones de costos, tiempo y distancia de cada viaje.

5.3.2.1. Tiempos promedios de Plantas a Distritos.

Para aplicar el método Vogel, es necesario determinar los tiempos promedios de las plantas asignadas (Planta Esperanza y Moche), para ellos los tiempos de la Planta esperanza a los distritos de Trujillo se determinaron con la base de datos de GPS de Dino SRL de un año entero 2018, mientras que los tiempos de Planta Moche a los diferentes distritos de atención se determinó con los viajes de Google Maps en hora punta, con un incremento del 20% de tiempos ya que la velocidad de los mixers es menor al tiempo promedio de viaje estimado en google maps.

Asimismo, para optimizar los tiempos de viaje se dividió al distrito de Trujillo en Trujillo Norte y Trujillo Sur, de una manera que los tiempos de viaje de cada planta al punto más lejano sean similares.

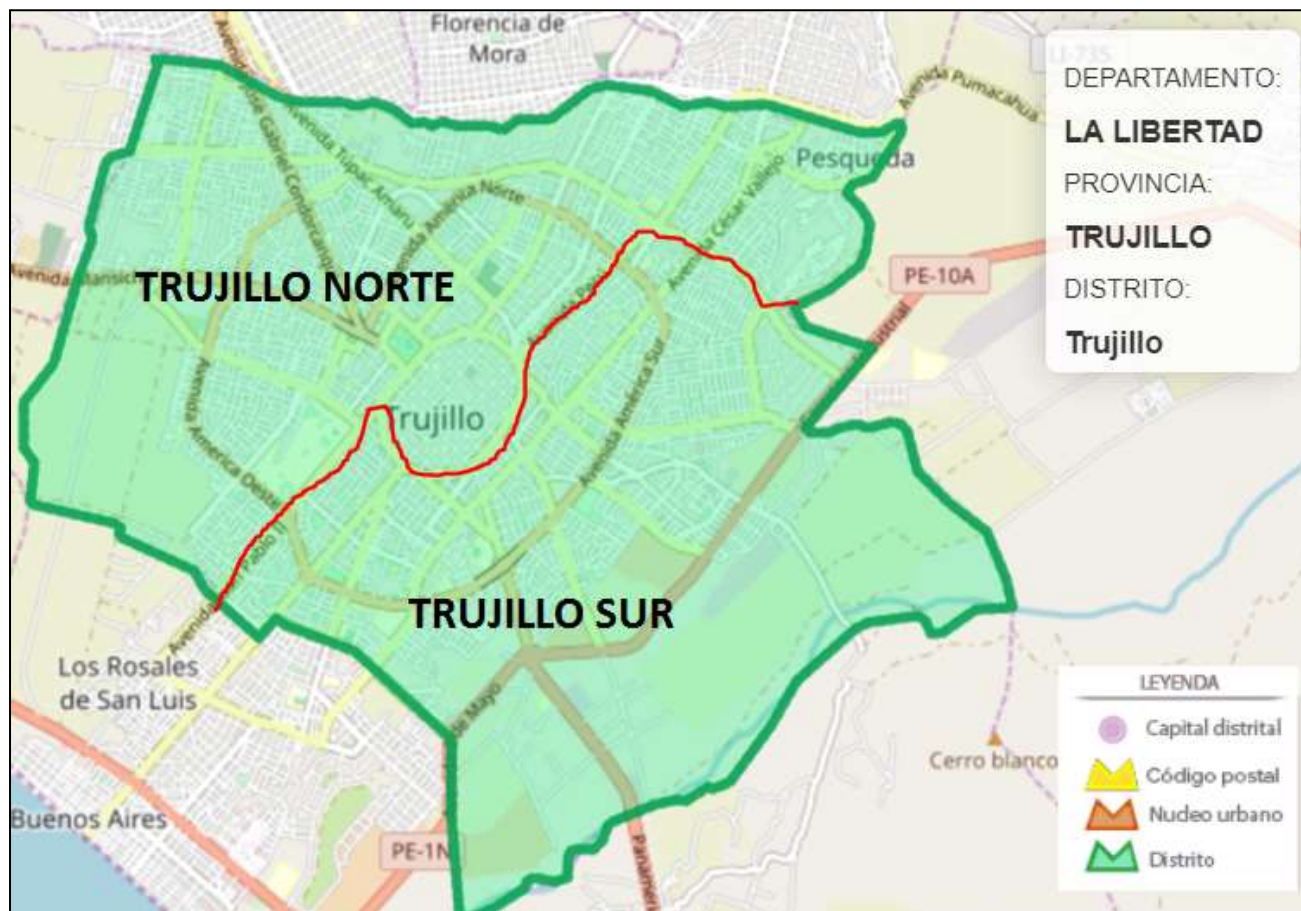


Figura N° 25: Gráfico de subdivisión de Trujillo.

Nota: Recuperado de Web de Ministerio de Transporte y comunicaciones - Elaboración Propia

Para la división de Trujillo Norte y Trujillo Sur se tomaron en cuenta las siguientes urbanizaciones dentro del rango del Distrito de Trujillo.

Tabla N° 42
Distribución de Urbanizaciones para Trujillo Norte y Trujillo Sur.

TRUJILLO NORTE	TRUJILLO SUR
Centro Histórico	San Andrés
El Alambre	La Merced
San Fernando	La Perla
Los Jardines	Los Naranjos
El Molino	Aranjuez
Palermo	Chicago
Trupal	Los Pinos
Santa Inés	Chimú
Las Quintanas	El Recreo
Miraflores	La Noria
Mochica	UPAO
Santa Teresa de Ávila	Vista Hermosa
Pay	Ingeniería
Mansiche	Daniel Hoyle
San Isidro	La Rinconada
San Luis	Libertad
Covicorti	El Bosque
Primavera	Las Casuarinas
Huerta Grande	Santa María
Los Cedros	Santo Dominguito
La Esmeralda	Rázuri
Los Granados	Los Rosales de San Andrés
Las Capullanas	Galeno
Independencia	Vista Bella
La Intendencia	Monserate
Jorge Chávez	La Arboleda
San Salvador	San Eloy
20 de Abril	El Sol
	San Vicente

Nota: Elaboración Propia.

Luego, se procede a calcular los tiempos de las plantas hacia los distritos destino. En el caso de la Planta La Esperanza se tomó la data histórica de la base de datos GPS de Dino SRL.

Tabla N° 43
Calculo de tiempos de Planta Esperanza a distritos Destino.

De Planta Esperanza	Horas
Cartavio	00:39
Casagrande	01:02
Chao	02:08
Esperanza	00:12
Florencia de Mora	00:25
Huanchaco	00:22
Laredo	00:52
Moche	00:56
Paiján	01:09
Porvenir	00:34
Salaverry	01:02
Santiago de Cao	00:55
Simbal	02:13
Víctor Larco	00:39
Virú	01:49
Trujillo Sur	00:34
Trujillo Norte	00:24

Nota: Tomado de Data GPS de Dino SRL - Elaboración Propia.

Debido a que La planta moche esta como propuesta se calcularon los tiempos con el App de Google Maps estimando en hora Punta y agregando un 20% de tiempo estimado ya que la velocidad de los mixer al trasladarse es menor al promedio de vehículos.

Tabla N° 44
Calculo de tiempos de Planta Moche a distritos Destino.

De Planta Moche	Horas
Cartavio	01:32
Casagrande	01:40
Chao	01:20
Esperanza	00:45
Florencia de Mora	00:35
Huanchaco	00:40
Laredo	00:24
Moche	00:10
Paiján	01:45
Porvenir	00:30
Salaverry	00:17
Santiago de Cao	01:20
Simbal	01:00
Víctor Larco	00:20
Virú	01:05
Trujillo Sur	00:25
Trujillo Norte	00:35

Nota: Tomado de Google Maps - Elaboración Propia.

5.3.2.2. Costo por viaje de Plantas a Distritos.

Teniendo en cuenta que el costo de transporte de Dino SRL es **1.53 Soles/min** (Ver Tabla N°20), se procede a cálculos el tiempo de viaje de la Planta Esperanza hacia los distintos distritos (Ver Tabla N° 45).

Tabla N° 45

Calculo de Costo por viaje de Planta Esperanza a Distrito.

De Planta Esperanza	Horas	Minutos	Costo/Viaje (Soles / Viaje)
Cartavio	00:39	39.26	60.07
Casagrande	01:02	71.96	110.09
Chao	02:08	127.49	195.06
Esperanza	00:12	12.27	18.77
Florencia de Mora	00:25	24.90	38.09
Huanchaco	00:22	21.65	33.13
Laredo	00:52	51.63	79.00
Moche	00:56	56.02	85.71
Paiján	01:09	68.70	105.11
Porvenir	00:34	33.96	51.95
Salaverry	01:02	62.38	95.44
Santiago de Cao	00:55	55.21	84.47
Simbal	02:13	132.88	203.30
Víctor Larco	00:39	39.04	59.74
Virú	01:49	109.36	167.33
Trujillo Sur	00:34	34.15	52.24
Trujillo Norte	00:24	23.63	36.16

Nota: Tomado de Data GPS y SAP de Dino SRL - Elaboración Propia.

Después, se procede a calcular los costos de viaje de Planta moche hacia los distritos definidos, obteniendo lo siguiente (Ver Tabla N° 46).

Tabla N° 46
Calculo de Costo por viaje de Planta Moche a Distritos.

De Planta Moche	Horas	Minutos	Costo/Viaje (Soles / Viaje)
Cartavio	01:32	92.00	140.76
Casagrande	01:40	100.00	153.00
Chao	01:20	80.00	122.40
Esperanza	00:45	45.00	68.85
Florencia de Mora	00:35	35.00	53.55
Huanchaco	00:40	40.00	61.20
Laredo	00:24	24.00	36.72
Moche	00:10	10.00	15.30
Paiján	01:45	105.00	160.65
Porvenir	00:30	30.00	45.90
Salaverry	00:17	17.00	26.01
Santiago de Cao	01:20	80.00	122.40
Simbal	01:00	60.00	91.80
Víctor Larco	00:20	20.00	30.60
Virú	01:05	65.00	99.45
Trujillo Sur	00:25	25.00	38.25
Trujillo Norte	00:35	35.00	53.55

Nota: Tomado de Google Maps y SAP de Dino SRL - Elaboración Propia.

De los Costos de viaje se obtiene que hay ciertos distritos que sale más económico atender desde la planta Esperanza y otros de la planta Moche, se resumen el detalle a continuación en la Tabla N° 47.

Tabla N° 47
Menor costo de viaje por Planta.

Planta Esperanza	Planta Moche
Cartavio	Chao
Casagrande	Laredo
Esperanza	Moche
Florencia de Mora	Porvenir
Huanchaco	Salaverry
Paiján	Simbal
Santiago de Cao	Víctor Larco
Trujillo Norte	Virú
	Trujillo sur

Nota: Elaboración Propia.

5.3.2.3. Simulación de Montecarlo para la Programación diaria.

Para poder aplicar el algoritmo de aproximación Vogel, se simuló la programación diaria de despachos. Para eso se usó la simulación Montecarlo para determinar los volúmenes de los distritos de manera aleatoriamente aproximándose a frecuencias reales, para eso se tomó la planificación diaria de 03 meses y se usó como base de datos para la simulación (Ver Excel), A continuación, se muestra un resumen de volúmenes de la programación de despachos por distrito (Ver tabla N°48 y 49).

Tabla N° 48
Volumen (m3) por Distrito de la programación de despachos del mes de abril y Mayo 2018.

ABRIL	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	
CHAO	0	0	0	0	0	0		0	0	0	0	0	0		0	0	0	0		0	0	8	0	0	0		0	0				
ESPERANZA FLORENCIA DE MORA	0	13.5	20	15	0	19		13	22.5	0	14.5	0	31		22	0	10.5	34		0	0	28	7.5	0	14.5	19.5		8	8			
HUANCHACO	0	96	0	0	18	0		0	0	0	10	0	0		0	41	10	0		0	0	0	0	10	0	0		0	10			
MOCHE	0	0	29	32	0	35		23.5	13.5	0	13.5	0	0		10	17	17	23.5		17	16	0	0	17	13	0		60.5	0			
PORVENIR	0	0	0	0	0	40		0	6	57	0	0	0		0	5	42	0		17.5	0	14.5	0	0	14.5	0		0	0			
SALAVERRY VICTOR LARCO	34	34	48	112.5	107	54		49	74	57	33	75	57.5		158	73	64	115		120.5	127	81	125	145	221.5	85		154.5	184			
VIRU	28	19	31.5	53.8	26.5	27.5		16	5.5	196	72	31	14.5		25	5	10	0		0	8	28.5	20	28	79	53.5		9.6	27.5			
LAREDO	0	26	24	32	27	14		19.5	6	6	6	95	16		49	6	6	0		0	62	0	0	14	16	6		52	0			
TRUJILLO SUR TRUJILLO	0	0	0	0	0	0		0	0	0	0	0	0		0	0	0	0		0	0	0	0	0	0	0		0	0			
NORTE SANTIAGO DE CAO	105	105	132	61.5	31	35		59.5	174	24	63.5	122	98.5		89.5	34	93	20		39	56.5	0	25	36	63.5	96		61.5	67			
PAIJAN	32	8	87.5	155	117	204.5		190	195	143	238	49.5	205		87	125.5	363.5	85.5		161.5	59	320	169.5	104.5	78	133.5		163	209.5			
	0	0	0	0	0	0		0	0	0	0	0	0		0	35	0	0		0	0	0	0	0	0	34		0	0			
	0	0	0	0	45	0		45	0	32	0	0	43		0	40	0	0		0	0	0	0	0	0	0	0		0	0		
MAYO																																
CHAO	0	0	0	0	0	0		0	0	0	0	0	0		0	0	0	0		0	0	0	14	0	0		0	24	24	0	0	
ESPERANZA FLORENCIA DE MORA	8	0	231	15	0	0		32	0	13	0		53	65	26	0	32	0		46	17	27	14	14	72		77	22	0	0	0	
HUANCHACO	10	0	0	0	0	0		30	0	8	0		0	10	0	0	15		15	0	30	0	15	0		0	15	15	15	30		
MOCHE	17	0	52	20	8	16		0	15	0	0		16	13	15	21	0	59		0	20	20	0	0	45		45	17	60	0	40	
PORVENIR	6	0	11	0	20	20		42	0	46	0		61	14	44	31	24	36		44	37	16	16	17	84		19	8	37	32	0	
SALAVERRY VICTOR LARCO	0	0	12	0	0	0		0	6	0	0		0	0	11	20	0	0		41	0	0	0	0	0		0	0	0	12		
VIRU	133	206	101	0	109	168		196	159	270	166		224	110	133	105	116	75		223	157	119	103	161	98		98	194	93	109	102	
LAREDO	28	25	15	0	245	114		27	63	45	15		15	27	41	20	10	8		0	77	124	38	52	81		81	12	103	103	83	
TRUJILLO SUR TRUJILLO	6	16	0	126	6	6		6	43	0	115		31	15	67	0	24	43		0	0	20	0	22	0		0	16	16	0	0	
PAIJAN	0	0	0	0	0	0		0	0	0	0		0	0	0	0	0	0		0	0	0	0	0	0		0	0	0	0	0	
	89	8	5	0	17	141		26	98	68	65		163	42	31	451	36	112		82	96	40	175	37	38		80	0	112	53	143	
NORTE SANTIAGO DE CAO	136	136	120	57	53	151		85	16	52	98		0	131	99	0	359	130		60	160	92	79	165	39		39	111	100	278	83	
	0	0	0	0	0	0		0	0	0	0		0	0	0	0	0	0		0	0	0	0	0	0		0	0	0	0	0	
	0	0	0	0	0	0		8	0	0	0		0	0	0	0	0	0		0	0	0	0	0	0		0	0	0	0	0	

Nota: Elaboración Propia.

Tabla N° 49
Volumen(m3) por Distrito de la programación de despachos del mes de junio 2018.

JUNIO	1	3	4	5	6	7	8	10	11	12	13	14	15	17	18	19	20	21	22	24	25	26	27	28
CHAO	0	86	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	49	0	15	103	65	113	56
ESPERANZA FLORENCIA DE MORA	0	0	0	18	21	0	37	39	0	0	61	0	0	16	18	0	7	0	24	0	0	0	0	3
HUANCHACO	15	15	15	0	30	0	30	0	0	30	0	30	0	30	8	30	0	44	0	0	30	0	30	0
MOCHE	0	55	37	0	0	27	0	35	40	11	21	27	0	55	0	16	15	31	45	14	36	35	0	0
PORVENIR	70	38	102	29	46	20	58	20	40	44	66	43	47	24	215	25	40	22	60	21	0	55	62	83
SALAVERRY	0	0	45	0	0	0	0	0	19	23	0	0	0	0	0	40	0	0	0	0	41	0	0	0
VICTOR LARCO	85	107	63	95	100	87	55	86	82	76	78	145	61	63	55	63	55	65	55	73	47	55	60	78
VIRU	45	15	68	109	26	255	14	63	33	15	34	48	15	11	94	20	13	17	72	143	54	72	48	109
LAREDO	0	0	0	0	0	41	0	0	0	33	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
TRUJILLO SUR	0	0	0	0	0	0	33	0	37	29	28	29	35	21	16	21	21	21	0	21	0	11	8	0
TRUJILLO NORTE SANTIAGO DE CAO	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
PAIJAN	174	22	61	67	65	25	25	23	29	56	98	110	59	31	18	12	48	103	154	11	29	66	4	50
	280	164	108	116	153	147	141	48	141	200	106	100	291	208	87	145	172	81	83	71	126	71	155	162
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Nota: Elaboración Propia.

Después, procedemos a aplicar el Método Montecarlo, que consiste en obtener programaciones aleatorias, teniendo en cuenta la frecuencia por cada rango de volumen de las programaciones de despacho de la base de datos de 03 meses (**Ver Tabla 50**). De esta manera se obtendrá el resultado de, volumen de despacho de cada distrito por día.

Tabla N° 50
Simulación de despachos por Distrito por día.

DISTRITO	SIMULACION MONTECARLO								RESULTADO
	V min	V max	Frecuencia	R. min	R. max	V. min	V max. - V. min	%	
CHAO	0	0	65	0	0.8442	0	0	0.8442	0
	1	64	8	0.8442	0.9481	1	63	0.1039	
	65	129	4	0.9481	1.0000	65	64	0.0519	
	130	194	0	1.0000	1.0000	130	64	0.0000	
	195	259	0	1.0000	1.0000	195	64	0.0000	
	260	324	0	1.0000	1.0000	260	64	0.0000	
	325	389	0	1.0000	1.0000	325	64	0.0000	
	390	454	0	1.0000	1.0000	390	64	0.0000	
ESPERANZA	0	0	32	0	0.4211	0	0	0.4211	80
	1	64	40	0.4211	0.9474	1	63	0.5263	
	65	129	3	0.9474	0.9868	65	64	0.0395	
	130	194	0	0.9868	0.9868	130	64	0.0000	
	195	259	1	0.9868	1.0000	195	64	0.0132	
	260	324	0	1.0000	1.0000	260	64	0.0000	
	325	389	0	1.0000	1.0000	325	64	0.0000	
	390	454	0	1.0000	1.0000	390	64	0.0000	
FLORENCIA DE MORA	0	0	44	0	0.5789	0	0	0.5789	31
	1	64	31	0.5789	0.9868	1	63	0.4079	
	65	129	1	0.9868	1.0000	65	64	0.0132	
	130	194	0	1.0000	1.0000	130	64	0.0000	
	195	259	0	1.0000	1.0000	195	64	0.0000	
	260	324	0	1.0000	1.0000	260	64	0.0000	
	325	389	0	1.0000	1.0000	325	64	0.0000	
	390	454	0	1.0000	1.0000	390	64	0.0000	
HUANCHACO	0	0	29	0	0.3816	0	0	0.3816	0
	1	64	46	0.3816	0.9868	1	63	0.6053	
	65	129	1	0.9868	1.0000	65	64	0.0132	
	130	194	0	1.0000	1.0000	130	64	0.0000	
	195	259	0	1.0000	1.0000	195	64	0.0000	
	260	324	0	1.0000	1.0000	260	64	0.0000	
	325	389	0	1.0000	1.0000	325	64	0.0000	
	390	454	0	1.0000	1.0000	390	64	0.0000	
MOCHE	0	0	16	0	0.2105	0	0	0.2105	2
	1	64	54	0.2105	0.9211	1	63	0.7105	
	65	129	5	0.9211	0.9868	65	64	0.0658	
	130	194	0	0.9868	0.9868	130	64	0.0000	

	195	259	1	0.9868	1.0000	195	64	0.0132	
	260	324	0	1.0000	1.0000	260	64	0.0000	
	325	389	0	1.0000	1.0000	325	64	0.0000	
	390	454	0	1.0000	1.0000	390	64	0.0000	
PORVENIR	V	V			R.	V.	V max. - V.		0
	min	max	Frecuencia	R. min	max	min	min	%	
	0	0	57	0	0.7500	0	0	0.7500	
	1	64	19	0.7500	1.0000	1	63	0.2500	
	65	129	0	1.0000	1.0000	65	64	0.0000	
	130	194	0	1.0000	1.0000	130	64	0.0000	
	195	259	0	1.0000	1.0000	195	64	0.0000	
	260	324	0	1.0000	1.0000	260	64	0.0000	
	325	389	0	1.0000	1.0000	325	64	0.0000	
390	454	0	1.0000	1.0000	390	64	0.0000		
SALAVERRY	V	V			R.	V.	V max. - V.		112
	min	max	Frecuencia	R. min	max	min	min	%	
	0	0	1	0	0.0132	0	0	0.0132	
	1	64	20	0.0132	0.2763	1	63	0.2632	
	65	129	36	0.2763	0.7500	65	64	0.4737	
	130	194	13	0.7500	0.9211	130	64	0.1711	
	195	259	5	0.9211	0.9868	195	64	0.0658	
	260	324	1	0.9868	1.0000	260	64	0.0132	
	325	389	0	1.0000	1.0000	325	64	0.0000	
390	454	0	1.0000	1.0000	390	64	0.0000		
VICTOR LARCO	V	V			R.	V.	V max. - V.		45
	min	max	Frecuencia	R. min	max	min	min	%	
	0	0	4	0	0.0526	0	0	0.0526	
	1	64	52	0.0526	0.7368	1	63	0.6842	
	65	129	16	0.7368	0.9474	65	64	0.2105	
	130	194	1	0.9474	0.9605	130	64	0.0132	
	195	259	3	0.9605	1.0000	195	64	0.0395	
	260	324	0	1.0000	1.0000	260	64	0.0000	
	325	389	0	1.0000	1.0000	325	64	0.0000	
390	454	0	1.0000	1.0000	390	64	0.0000		
VIRU	V	V			R.	V.	V max. - V.		47
	min	max	Frecuencia	R. min	max	min	min	%	
	0	0	26	0	0.3421	0	0	0.3421	
	1	64	46	0.3421	0.9474	1	63	0.6053	
	65	129	4	0.9474	1.0000	65	64	0.0526	
	130	194	0	1.0000	1.0000	130	64	0.0000	
	195	259	0	1.0000	1.0000	195	64	0.0000	
	260	324	0	1.0000	1.0000	260	64	0.0000	
	325	389	0	1.0000	1.0000	325	64	0.0000	
390	454	0	1.0000	1.0000	390	64	0.0000		
LAREDO	V	V			R.	V.	V max. - V.		0
	min	max	Frecuencia	R. min	max	min	min	%	
	0	0	74	0	0.9737	0	0	0.9737	

	1	64	2	0.9737	1.0000	1	63	0.0263	
	65	129	0	1.0000	1.0000	65	64	0.0000	
	130	194	0	1.0000	1.0000	130	64	0.0000	
	195	259	0	1.0000	1.0000	195	64	0.0000	
	260	324	0	1.0000	1.0000	260	64	0.0000	
	325	389	0	1.0000	1.0000	325	64	0.0000	
	390	454	0	1.0000	1.0000	390	64	0.0000	
TRUJILLO SUR	V min	V max	Frecuencia	R. min	R. max	V. min	V max. - V. min	%	166
	0	0	3	0	0.0390	0	0	0.0390	
	1	64	43	0.0390	0.5974	1	63	0.5584	
	65	129	23	0.5974	0.8961	65	64	0.2987	
	130	194	8	0.8961	1.0000	130	64	0.1039	
	195	259	0	1.0000	1.0000	195	64	0.0000	
	260	324	0	1.0000	1.0000	260	64	0.0000	
	325	389	0	1.0000	1.0000	325	64	0.0000	
	390	454	1	1.0000	1.0130	390	64	0.0130	
TRUJILLO NORTE	V min	V max	Frecuencia	R. min	R. max	V. min	V max. - V. min	%	116
	0	0	2	0	0.0260	0	0	0.0260	
	1	64	12	0.0260	0.1818	1	63	0.1558	
	65	129	27	0.1818	0.5325	65	64	0.3506	
	130	194	23	0.5325	0.8312	130	64	0.2987	
	195	259	7	0.8312	0.9221	195	64	0.0909	
	260	324	4	0.9221	0.9740	260	64	0.0519	
	325	389	2	0.9740	1.0000	325	64	0.0260	
	390	454	0	1.0000	1.0000	390	64	0.0000	
PAIJAN	V min	V max	Frecuencia	R. min	R. max	V. min	V max. - V. min	%	39
	0	0	70	0	0.9211	0	0	0.9211	
	1	64	6	0.9211	1.0000	1	63	0.0789	
	65	129	0	1.0000	1.0000	65	64	0.0000	
	130	194	0	1.0000	1.0000	130	64	0.0000	
	195	259	0	1.0000	1.0000	195	64	0.0000	
	260	324	0	1.0000	1.0000	260	64	0.0000	
	325	389	0	1.0000	1.0000	325	64	0.0000	
	390	454	0	1.0000	1.0000	390	64	0.0000	
SANTIAGO DE CAO	V min	V max	Frecuencia	R. min	R. max	V. min	V max. - V. min	%	0
	0	0	74	0	0.9737	0	0	0.9737	
	1	64	2	0.9737	1.0000	1	63	0.0263	
	65	129	0	1.0000	1.0000	65	64	0.0000	
	130	194	0	1.0000	1.0000	130	64	0.0000	
	195	259	0	1.0000	1.0000	195	64	0.0000	
	260	324	0	1.0000	1.0000	260	64	0.0000	
	325	389	0	1.0000	1.0000	325	64	0.0000	
	390	454	0	1.0000	1.0000	390	64	0.0000	

Nota: Elaboración Propia.

De la simulación Montecarlo se obtuvo que se requiere despachar 638 m³ que es equivalente a 98 viajes, los cuales serán el input para la programación con el Algoritmo de aproximación vogel.

Tabla N° 51
Resumen de la simulación de despachos por Distrito.

Distrito	Simulación Volumen	N° Viajes
CHAO	0	0
ESPERANZA	80	12
FLORENCIA DE MORA	31	5
HUANCHACO	0	0
MOCHE	2	1
PORVENIR	0	0
SALAVERRY	112	17
VICTOR LARCO	45	7
VIRU	47	7
LAREDO	0	0
TRUJILLO SUR	166	25
TRUJILLO NORTE	116	18
ASCOPE	39	6
SANTIAGO DE CAO	0	0
	638	98

Nota: Elaboración Propia.

5.3.2.4. Aplicación del Método de Aproximación Vogel.

Para aplicar Programación de viajes mediante el método de Aproximación Vogel, se necesita como inputs, Viajes Requeridos y Costo por viaje de Planta a Distritos, los cuales ya se han calculado anteriormente y se arma en la siguiente Tabla.

Para, desarrollar el algoritmo de aproximación Vogel, se usó la herramienta Solver de Excel, estableciendo la función objetivo que es la sumatoria de la multiplicación del Costo por el total de viajes asignados tanto a la Planta moche como Planta Esperanza.

Tabla N° 52
Costo total de Viajes óptimos mediante el Algoritmo de Aproximación Vogel.

	Distritos Destinos														
	CHAO	ESPER.	FCIA. DE MORA	HUANC.	MOCHE	PORV.	SALAV.	VTOR. LARCO	VIRÚ	LAREDO	TRUJ. SUR	TRUJ. NORTE	PAIJAN	STGO DE CAO	FICTICIO
P. Esperanza	195.06	18.77	38.09	33.13	85.71	51.95	95.44	59.74	167.33	79.00	52.24	36.16	105.11	84.47	0.00
P. Moche	122.40	68.85	53.55	61.20	15.30	45.90	26.01	30.60	99.45	36.72	38.25	53.55	160.65	122.40	0.00

Costo Total 4021.27

	CHAO	ESPER.	FCIA. DE MORA	HUANC.	MOCHE	PORV.	SALAV.	VTOR. LARCO	VIRÚ	LAREDO	TRUJ. SUR	TRUJ. NORTE	PAIJAN	STGO DE CAO	FICTICIO	Suma				
P. Esperanza	0.00	12.00	5.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	18.00	6.00	0.00	49.00	90.00	=	90	Capacidad	41
P. Moche	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	17.00	7.00	7.00	0.00	25.00	0.00	0.00	0.00	33.00	90.00	=	90	de viajes	57
Suma	0.00	12.00	5.00	0.00	1.00	0.00	17.00	7.00	7.00	0.00	25.00	18.00	6.00	0.00	82.00					
	=	=	=	=	=	=	=	=	=	=	=	=	=	=	=					
Totales	0	12	5	0	1	0	17	7	7	0	25	18	6	0	82					

Nota: Elaboración Propia.

Para atender los 98 viajes a los distintos distritos, **se tiene que despachar 41 viajes de la Planta Esperanza y 57 viajes de la Planta Moche en una simulación de despacho real.** En total 98 viajes que equivale a un volumen de despachos de 666 m³.

5.3.2.5. Diseño Operativo.

El Diseño operativo en Dino SRL se usa para definir la cantidad de recursos en función a personal se requerirá para asignar a las plantas según las proyecciones de concreto. Teniendo como fundamento que:

$$\text{Capacidad diaria} = \text{Carga Promedio} \times \text{N}^\circ \text{ de Op. Mixer} \times \text{N}^\circ \text{ de vueltas / op. mixer}$$

Por tanto, se procede a calcular la cantidad de operadores que se requerirá para los despachos solicitados en el día. Para ello se tomó valores de una simulación de despachos y la respectiva programación con el método Vogel de 7 días.

Tabla N° 53
Diseño Operativo de los despachos simulados

	día 1	día 2	día 3	día 4	día 5	día 6	día 7
Despacho Total	666	551	830	605	673	530	619
Planta Esperanza (m3)	279	122	218	136	190	163	184
Capacidad día (m3)	297.5	127.5	233.8	148.8	191.3	170.0	191.3
Tiempo ciclo (hrs)	3.2	3.2	3.2	3.2	3.2	3.2	3.2
Franja Horaria (hrs)	11	11	11	11	11	11	11
Carga Promedio (m3)	6.8	6.8	6.8	6.8	6.8	6.8	6.8
Horario Efectivo (hrs)	10	10	10	10	10	10	10
% Distirb. Desp. T1	80%	80%	80%	80%	80%	80%	80%
% Distirb. Desp. T2	20%	20%	20%	20%	20%	20%	20%
# vueltas / día	3.1	3.1	3.1	3.1	3.1	3.1	3.1
m3/día x operador	21.3	21.3	21.3	21.3	21.3	21.3	21.3
# mixers requeridos(T1)	10	5	8	5	7	6	7
# mixers requeridos(T2)	3	1	2	1	2	2	2
# mixers mínimo	3	3	3	3	3	3	3
mixers	11	5	9	6	8	7	7
# Oper. Mixers	14	6	11	7	9	8	9
Planta Moche	388	428	612	469	483	367	435
Capacidad día	394	429	626	483	483	376	447
Tiempo ciclo (hrs)	3.8	3.8	3.8	3.8	3.8	3.8	3.8
Franja Horaria (hrs)	11.0	11.0	11.0	11.0	11.0	11.0	11.0
Carga Promedio (m3)	6.8	6.8	6.8	6.8	6.8	6.8	6.8
Horario Efectivo (hrs)	10	10	10	10	10	10	10
% Distirb. Desp. T1	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8
% Distirb. Desp. T2	0	0	0	0	0	0	0
# vueltas / día	263%	263%	263%	263%	263%	263%	263%
m3/día x operador	1789%	1789%	1789%	1789%	1789%	1789%	1789%
# mixers requeridos(T1)	17.3	19.2	27.4	21.0	21.6	16.4	19.5
# mixers requeridos(T2)	4.3	4.8	6.8	5.2	5.4	4.1	4.9
# mixers mínimo	3	3	3	3	3	4	5
mixers	18	20	28	21	22	17	20
# Oper. Mixers	22	24	35	27	27	21	25

Nota: Elaboración Propia.

Asimismo, con el Diseño operativo del despacho se obtiene también la cantidad de mixers, que está en función al porcentaje de despachos que se atiendan en primer turno, en Trujillo el 80% del despacho del día se atiende en la mañana y el 20% en el 2do turno.

Tabla N° 54
Formula para el cálculo de mixers efectivos.

Formula	Descripción
N° Mixers	Volumen Solicitado x % Desp. 1er Turno

Nota: Elaboración Propia.

Tomando en cuenta las fórmulas para el cálculo se obtiene lo siguiente:

Tabla N° 55
Calculo de Operadores para cumplir los despachos simulados.

	día 1	día 2	día 3	día 4	día 5	día 6	día 7	Promedio Diario
Planta Esperanza								
mixers	11	5	9	6	8	7	7	8
# Oper. Mixers	14	6	11	7	9	8	9	9
Planta Moche								
mixers	18	20	28	21	22	17	20	21
# Oper. Mixers	22	24	35	27	27	21	25	26

Nota: Elaboración Propia.

Para cumplir los despachos simulados, de la Planta Esperanza en promedio se requerirán 8 operadores de mixer y 09 mixers, mientras que en la Planta Moche se requerirá 26 operadores de mixer y 21 mixers.

5.4. Eficiencia proyectada del proceso de despacho de CPM con SDM.

5.4.1. Tiempo de Viaje Proyectado:

Teniendo en cuenta los pronósticos de despachos calculados anteriormente, se obtiene el número de viajes para cada mes, para ello se dividirá el volumen total del mes entre el volumen de carga promedio que es 6.8 m^3 .

Tabla N° 56
N° de Viajes pronosticados para el Sur y Norte del 2019.

Mes	Pronostico Despachos Total	Pronostico Despachos Sur. (m^3)	Pronostico despachos Norte (m^3)	Pron. N° de Viajes Sur	Pron. N° de Viajes Norte
Ene-19	12489	7386	5103	1086	750
Feb-19	12019	7850	4169	1154	613
Mar-19	11950	7466	4484	1098	659
Abr-19	11438	6431	5007	946	736
May-19	9946	6246	3700	919	544
Jun-19	10873	6242	4631	918	681
Jul-19	9314	5390	3924	793	577
Ago-19	11723	8936	2787	1314	410
Set-19	12754	8529	4225	1254	621
Oct-19	14548	10290	4258	1513	626
Nov-19	14435	10443	3992	1536	587
Dic-19	12808	9718	3090	1429	454
Total	144297	94927	49370	13960	7260

n Propia.

De la data histórica de los 05 años se obtuvo el porcentaje de volumen enviado a cada distrito tanto de la zona Norte como Sur (**Ver Tabla N° 57**), para luego calcular los volúmenes promedios que se envían a cada distrito por mes del año 2019 y poder calcular el tiempo de viaje proyectado.

Tabla N° 57
Porcentaje de despachos enviados a cada distrito del Norte y Sur.

	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Set	Oct	Nov	Dic	
ZONA NORTE	Cartavio	0.4%	0.3%	0.7%	0.9%	0.1%	0.0%	0.9%	0.3%	0.3%	0.1%	0.2%	0.2%
	Casagrande	0.2%	2.8%	1.8%	5.5%	0.8%	5.4%	3.8%	1.9%	1.0%	0.9%	0.5%	0.0%
	Esperanza	5.8%	6.6%	8.9%	9.7%	8.7%	5.8%	4.7%	6.3%	5.5%	4.7%	6.0%	4.6%
	Florencia de Mora	4.6%	5.2%	3.8%	1.6%	2.3%	1.8%	1.2%	2.0%	2.1%	1.9%	1.8%	3.5%
	Huanchaco	9.2%	12.8%	14.8%	15.7%	13.7%	11.5%	10.5%	13.8%	17.4%	9.1%	6.3%	10.2%
	Laredo	2.2%	2.1%	4.0%	2.7%	1.7%	1.6%	2.2%	2.5%	1.5%	2.1%	2.8%	1.4%
	Paijan	0.8%	1.1%	1.6%	1.2%	1.0%	0.6%	1.4%	1.4%	0.3%	0.2%	1.6%	2.8%
	Porvenir	3.1%	3.4%	4.8%	3.7%	3.9%	1.5%	3.9%	4.7%	8.2%	7.1%	6.0%	3.5%
	Santiago de Cao	0.5%	0.3%	1.2%	2.4%	2.3%	6.6%	4.7%	3.3%	2.2%	1.9%	1.0%	0.6%
	Simbal	0.1%	0.0%	0.0%	0.1%	0.3%	0.1%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.4%	0.6%
	Trujillo Norte	43.4%	37.5%	36.1%	31.1%	33.0%	28.0%	33.5%	32.8%	28.5%	34.7%	37.6%	37.0%
	Trujillo Sur	29.6%	27.9%	22.4%	25.5%	32.4%	37.1%	33.2%	31.2%	33.0%	37.2%	36.0%	35.5%
	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	
ZONA SUR	Chao	6.0%	0.4%	0.0%	0.2%	3.0%	9.3%	6.0%	3.0%	1.1%	3.1%	2.1%	2.4%
	Moche	17.8%	16.5%	21.9%	16.5%	15.3%	18.2%	13.2%	19.0%	29.1%	25.2%	25.7%	28.8%
	Salaverry	17.5%	16.6%	15.1%	34.4%	20.6%	26.4%	31.8%	33.4%	12.6%	22.7%	14.8%	14.2%
	Víctor Larco	48.5%	43.3%	34.3%	30.1%	41.1%	33.6%	40.3%	39.5%	47.6%	39.5%	42.8%	42.2%
	Virú	10.2%	23.2%	28.7%	18.7%	20.0%	12.4%	8.7%	5.1%	9.5%	9.6%	14.6%	12.4%
		100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%

Nota: Elaboración Propia.

De esta manera, se saca un promedio ponderado de los volúmenes pronosticados por mes y se obtiene el tiempo de viaje proyectado

Tabla N° 58
Tiempo de viaje con el Sistema de despacho Multiplanta.

	Ene-19	Feb-19	Mar-19	Abr-19	May-19	Jun-19	Jul-19	Ago-19	Set-19	Oct-19	Nov-19	Dic-19	Total Prom.
Cartavio	104	62	173	266	22	0	212	42	63	21	54	35	
Casagrande	108	1246	860	2935	294	2660	1584	557	445	416	191	0	
Esperanza	534	495	720	874	580	482	329	315	417	360	432	258	
Florencia de Mora	868	798	623	287	314	302	172	205	331	298	257	392	
Huanchaco	1488	1698	2107	2501	1617	1699	1316	1220	2347	1238	800	1008	
Laredo	863	670	1361	1016	468	548	660	519	495	692	834	337	
Paijan	420	469	727	602	358	277	548	391	119	83	633	880	
Porvenir	802	701	1065	915	716	343	764	652	1734	1513	1201	546	
Santiago de Cao	205	103	449	988	686	2500	1491	743	762	662	319	146	
Simbal	148	0	0	89	189	97	0	0	0	0	288	342	
Trujillo Norte	7693	5429	5625	5414	4238	4506	4566	3181	4181	5138	5213	3971	
Trujillo Sur	5559	5849	5037	6401	6021	8631	6544	4363	6992	7949	7214	5515	
∑ (T. Viaje * N° Viajes)	18792	17520	18749	22287	15504	22044	18186	12188	17885	18370	17436	13430	
T. Viaje Proyectado Norte	25.04	28.58	28.43	30.27	28.49	32.37	31.51	29.74	28.79	29.34	29.70	29.55	29.32
ZONA SUR													
Chao	5226	394	0	185	2193	6862	3778	3114	1153	3734	2600	2752	
Moche	1934	1901	2403	1562	1410	1669	1050	2503	3649	3806	3944	4111	
Salaverry	3233	3251	2825	5532	3218	4123	4284	7457	2688	5835	3866	3445	
Víctor Larco	10528	9996	7531	5699	7550	6178	6390	10376	11951	11963	13137	12062	
Virú	7209	17439	20474	11497	11916	7401	4482	4387	7756	9395	14598	11558	
∑ (T. Viaje * N° Viajes)	28130	32982	33232	24475	26287	26233	19984	27837	27197	34734	38145	33929	
T. Viaje Proyectado Sur	25.90	28.57	30.27	25.88	28.62	28.58	25.21	21.18	21.68	22.95	24.84	23.74	25.62
T. Viaje Proyectado Total	27.47												

Nota: Elaboración Propia.

Con el **Sistema de despacho Multiplanta (SDM)** se obtendría un tiempo de **viaje promedio de 27.47 min** por tramo, **se ahorraría el 41.7 %** por cada tramo en comparación con **el tiempo de Viaje actual de 47.1 min por tramo.**

5.4.2. Tiempo de Ciclo Proyectado:

Con el tiempo de viaje proyectado se procede a calcular el tiempo de ciclo proyectado.

Tabla N° 59
Tiempo Ciclo con SDM.

	Tiempo Actual	Tiempo SDM
T. esp. planta (Min)	40.9	40.9
T. Proceso (Min)	24.3	24.3
T. de Esp. obra (Min)	24.9	24.9
T. de Descarga (Min)	44.6	44.6
T. Transp. (Min)	94.2	54.9
T. Ciclo (horas)	3.8	3.2

Nota: Elaboración Propia.

Con el **sistema de despacho multiplanta** se obtendría un **tiempo de ciclo de 3.2 horas**, en contraste, con el tiempo de ciclo actual de 3.8 horas.

5.4.3. Costo de Transporte Proyectado:

Una vez obtenidos el tiempo de ciclo actual y el tiempo de ciclo con la propuesta, se procede a calcular el costo de Viaje promedio, teniendo en cuenta que el costo de transporte es de 1.53 Soles/min, y con el SDM se obtendría un **Costo transporte promedio de 84.05 soles**, con un **ahorro de 41,7%**.

Tabla N° 60
Costo de Transporte con SDM.

	Costo Transp Actual	Costo Transp. SDM
Costo Transp. (soles)	144.13	84.05

Nota: Elaboración Propia.

5.4.4. Eficiencia Operador:

Para calcular los recursos que se requieren en función al volumen de despacho mensual se acudirá a usar las formulas del diseño operativo para un cálculo mensual a 12 meses, con el pronóstico de despachos del 2019 calculado.

**Tabla N° 61
Diseño Operativo con SDM.**

	Ene-19	Feb-19	Mar-19	Abr-19	May-19	Jun-19	Jul-19	Ago-19	Set-19	Oct-19	Nov-19	Dic-19
Despacho Total	12489	12019	11950	11438	9946	10873	9314	11723	12754	14548	14435	12808
Demanda Diaria (m3)	500	481	478	458	398	435	373	469	510	582	577	512
Capacidad día (m3)	510.0	488.8	488.8	467.5	403.8	446.3	382.5	488.8	531.3	595.0	595.0	531.3
Tiempo ciclo (hrs)	3.2	3.2	3.2	3.2	3.2	3.2	3.2	3.2	3.2	3.2	3.2	3.2
Franja Horaria (hrs)	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11
Carga Promedio (m3)	6.8	6.8	6.8	6.8	6.8	6.8	6.8	6.8	6.8	6.8	6.8	6.8
Horario Efectivo (hrs)	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
% Distirb. Desp. T1	80%	80%	80%	80%	80%	80%	80%	80%	80%	80%	80%	80%
% Distirb. Desp. T2	20%	20%	20%	20%	20%	20%	20%	20%	20%	20%	20%	20%
# vueltas / día	3.1	3.1	3.1	3.1	3.1	3.1	3.1	3.1	3.1	3.1	3.1	3.1
m3/día x operador	21.3	21.3	21.3	21.3	21.3	21.3	21.3	21.3	21.3	21.3	21.3	21.3
# mixers requeridos(T1)	19	18	18	17	15	16	14	18	19	22	22	19
# mixers requeridos(T2)	5	5	4	4	4	4	4	4	5	5	5	5
# mixers mínimo	3	3	3	4	5	6	7	8	3	3	3	3
mixers	19	19	18	18	15	17	15	18	20	22	22	20
# Oper. Mixers	24	23	23	22	19	21	18	23	25	28	28	25
Zonal Trujillo	Ene-19	Feb-19	Mar-19	Abr-19	May-19	Jun-19	Jul-19	Ago-19	Set-19	Oct-19	Nov-19	Dic-19
mixers	19	19	18	18	15	17	15	18	20	22	22	20
# Oper. Mixers	24	23	23	22	19	21	18	23	25	28	28	25

Nota: Elaboración Propia.

Del cálculo, se obtiene que para cumplir los despachos pronosticados en el 2019, con un turno diario de 11 horas, un ciclo promedio de 3.2 horas y una carga promedio de 6.8 m³/viaje, **se requerirá en promedio 19 mixers y 24 operadores de mixers por mes.**

Por tanto, se procede a calcular la eficiencia del operador ($m^3/\text{operador}$), considerando que hay un 5% de ausencias debido a permisos, licencias médicas y entre otros. (Ver tabla N° 62).

Tabla N° 62
Eficiencia Operador ($m^3 / \text{operador}$) - 2019.

	Ene-19	Feb-19	Mar-19	Abr-19	May-19	Jun-19	Jul-19	Ago-19	Set-19	Oct-19	Nov-19	Dic-19
N Volumen Proyectado (m3)	12489	12019	11950	11438	9946	10873	9314	11723	12754	14548	14435	12808
# Oper. Mixers	24	23	23	22	19	21	18	23	25	28	28	25
% Ausencias (-)	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%	5%
Op. Mixer Total C	23	22	22	21	19	20	18	22	24	27	27	24
o m3 / op. Mixer	543	546	543	545	523	544	517	533	531	539	535	534
n m3 / op. Mixer	536											

el SDM se obtendría una eficiencia de operador de **536 $m^3 / \text{operador}$** , mayor al **336,49 $m^3/\text{operador}$** actual, con un incremento del **59.37%**.

5.4.5. Eficiencia Mixer.

En Dino SRL, hay 02 indicadores que miden la eficiencia de mixer, que son el m³/ mixer y N° de vueltas / mixer, los cuales se calcularon teniendo en cuenta que por mantenimiento se brinda un 20 % más de unidades de lo calculado en el diseño operativo para contrarrestar despachos picos en ciertos días y mejorar el servicio, además, por fallas correctivas el 10 % de mixers entran a mantenimiento.

Tabla N° 63
Eficiencia Mixer (m³ / mixer) con SDM - 2019.

	Ene-19	Feb-19	Mar-19	Abr-19	May-19	Jun-19	Jul-19	Ago-19	Set-19	Oct-19	Nov-19	Dic-19
Volumen Proyectado (m3)	12489	12019	11950	11438	9946	10873	9314	11723	12754	14548	14435	12808
mixer	19	19	18	18	15	17	15	18	20	22	22	20
% Holgura Mixer (+)	20%	20%	20%	20%	20%	20%	20%	20%	20%	20%	20%	20%
% Mantenimiento (-)	10%	10%	10%	10%	10%	10%	10%	10%	10%	10%	10%	10%
Mixer Total	21	21	20	20	17	19	17	20	22	24	24	22
m3 / mixer	595	572	598	572	585	572	548	586	580	606	601	582
Eficiencia Mixer (m3 /mixer)	583											

Nota: Elaboración Propia.

Con el SDM se obtendría **una eficiencia de mixer de 583 m³/mixer** en comparación con la eficiencia actual de 350 m³ / mixer, **incrementando la eficiencia en 66.6 %.**

Asimismo, se procede a Calcular el N° de vueltas / mixer, el cual indica la utilización del mixer, asimismo se mantienen los mismos parámetros de % de holgura del 20% y el 5% de mixers en mantenimiento.

Tabla N° 64
Eficiencia Mixer (N° vueltas / mixer) con SDM - 2019.

	Ene-19	Feb-19	Mar-19	Abr-19	May-19	Jun-19	Jul-19	Ago-19	Set-19	Oct-19	Nov-19	Dic-19
Vueltas proyectadas	1837	1768	1757	1682	1463	1599	1370	1724	1876	2139	2123	1884
mixers	21	21	20	20	17	19	17	20	22	24	24	22
N° Vueltas / mixer	3.50	3.37	3.51	3.36	3.44	3.37	3.22	3.45	3.41	3.57	3.54	3.42
Eficiencia Mixer (N° vueltas /mixer)	3.43											

Nota: Elaboración Propia.

Con el SDM se obtendría **una eficiencia de mixer con 3.43 Vueltas / mixer**, en contraste con la eficiencia actual de 2.13 vueltas / mixer, **incrementando el indicador en 61 %**.

CAPITULO VI: DISCUSIÓN.

En este capítulo se compararon los resultados de esta investigación a nivel de coincidencias y complemento, respecto a los resultados de otros autores que han tenido una problemática similar y hayan aplicado una metodología basada en distribución de mercaderías, que anteriormente se ha hecho mención en los antecedentes.

- De la investigación realizada por Milla G. y Silva M. - 2013, se concuerda que el uso de modelos de transporte reduce el recorrido de distancias en la distribución de mercaderías y hace más eficientes los procesos, en su investigación, propusieron el método húngaro para dar solución a su problemática en la gestión de almacenes reduciendo el 9.1% los recorridos, y para el problema en la distribución de productos propusieron el Algoritmo de Clarke and wright, que les permitió un ahorro en distancia recorrida del 25.68%. Dichos resultados positivos, concuerdan con la hipótesis que con un sistema de despacho multiplanta mejora la eficiencia en el proceso de despacho de concreto premezclado, y van de la mano con los resultados obtenidos en esta investigación. Asimismo, los Autores Milla G. y Silva M. hubieran podido complementar su investigación con un análisis en el tiempo de recorrido, ya que el costo de transporte depende mucho de las condiciones de la ruta en donde transitan las unidades, siendo en algunos casos carreteras asfaltadas y en otras carreteras tipo trocha o pendientes, que incrementan ligeramente los costos de transporte.
- Los modelos de transportes surgieron con la problemática del VRP (Vehicle routing problem), originándose muchos algoritmos, modelos y heurísticas, como en el paper de Aarón G.; Rodolfo P. y Elías O. (2011), que propusieron la heurística de Fisher y Jaikuman para mejorar la distribución de productos de papelería en una empresa en Acapulco. Asimismo, la decisión para escoger ciertos modelos de transporte depende mucho de la realidad local en donde se efectúa la distribución, de su proceso y del tipo de producto, ya que la heurística de Fisher y Jaikuman, primero consiste en agrupar a los clientes en clústeres y luego aplicar el método del problema del agente viajero. Teniendo similitud a la presente investigación en donde, el diseño del sistema de despacho multiplanta, primero se agrupó a los clientes por distritos y luego se estableció el nuevo centro de distribución para poder aplicar el Algoritmo de aproximación Vogel. Finalmente, se obtuvo resultados positivos expresados en ahorro de transporte en ambas investigaciones.

- Al momento de diseñar una propuesta se tiene que definir el impacto en una variable, y es posible que el impacto de ser positivo se mida en incremento de beneficios o ahorro de recursos, en el caso de Alexander C., Juan C. y Juan S. – 2011, en su paper propusieron el uso de una herramienta informática basada en la teoría de Grafos para dar solución a su problema en la distribución de rutas en Colombia, obteniendo resultados de un 22% de ahorro en recursos. Se debe tener en cuenta que, en la optimización de recursos del transporte, influye mucho el tipo de modelo y las variables a considerar, ya que en algunos casos es necesario usar un software especializado que modele el problema planteado. Asimismo, en la práctica es difícil establecer rutas óptimas para el transporte ya que influye mucho las condiciones de la ciudad o el país, y se pueden llegar a tener muchas otras variables no contempladas en los modelos, como el tráfico vehicular, desvío de rutas y horas pico, donde el conductor a veces tiene que decidir arbitrariamente modificando el modelo. Sin embargo, el uso de la teoría de grafos en el diseño de rutas influye de manera positiva en la optimización de recursos coincidiendo con los resultados obtenidos de la presente investigación.
- En el paper de Yasel C. y Néstor C. – 2015, propusieron un método de simulación y optimización para dimensionar la flota de vehículos en operaciones logísticas, usando un software especializado desarrollado por los autores. En dicha investigación se tuvo como indicadores reducir el tiempo ocioso e incrementar el servicio al cliente, reduciendo el 67% del tiempo de entrega, sin embargo, se obtuvo un tiempo ocioso del 1.59% más, en el análisis de sensibilidad de los autores determinaron que no tendría mucho impacto el incremento del tiempo ocioso, ya que tenían mayor impacto reduciendo el tiempo de entrega. Asimismo, los autores consideraron enfocarse el excedente de producción que se atendería manteniendo la misma flota, en contraste con la presente investigación, se decidió enfocar en el ahorro de recursos, ya que el producto que se suministra no es almacenable sino es perecible y las obras están en función al avance y otras variables que influyen en el suministro de concreto. Por tanto, se coincide que las herramientas de optimización en la investigación de operaciones incrementan la eficiencia y a su vez mejoran la satisfacción del cliente.
- En la tesis de Lucero M. – 2013, en su tesis aplica la heurística de Clarke and Wright para optimizar el ruteo terrestre en la distribución de productos alimenticios. En esta investigación la autora evaluó 05 modelos para definir el modelo que más beneficios le brindaba y el que mejor se ajustaba al caso de distribución, de esta manera se obtuvo beneficios en los 05 modelos, pero el método más óptimo para su modelo de transporte es el de Clarke and Wright, asimismo, la autora uso un software especializado, obteniendo el 10% en distancia de viaje. Además, la investigación se hubiera complementado si la autora hubiera considerado los costos de transporte y optimizar los tiempos en su modelo. En los problemas de transporte los

modelos matemáticos siempre incrementan la eficiencia y ahorran recursos, coincidiendo con los resultados de la presente investigación.

- Los modelos de transporte y sus variantes no solo se aplican a la distribución de mercaderías, sino también a las empresas de servicios y un claro ejemplo lo expone José T. - 2013 en su tesis para optimizar las rutas de una empresa de recojo de residuos, con el objetivo de incrementar la eficiencia. Para esta investigación se usó el método del agente Viajero (TSP), ahorrando el 40% de tiempo de recorrido y 12% en el ahorro de unidades y un ahorro de los 432,023 soles/año. En esta investigación se evaluó el tiempo de recorrido, la eficiencia de recursos y el ahorro de los costos de transporte, coincidiendo con los indicadores que se tomó para la presente investigación del diseño de despacho multiplanta, Asimismo, se toma en cuenta la recomendación del autor, ya que en la planificación de rutas siempre hay variaciones y por eso se debe llevar el control de lo planificado vs. lo real y realizar ajustes necesarios para la toma de decisiones.
- En la tesis de William P. y Gustavo P., usan el método del Agente viajero (TSP), para optimizar las rutas de una empresa de GLP e incrementar su rentabilidad, para poder aplicar el método usaron el software lindo 6.1, en este caso su indicador de eficiencia se enfocó en el incremento de atenciones en el día, obteniendo 26% más atenciones, ya que su solución se basa en encontrar la ruta más corta para la atención de la totalidad de sus clientes. Asimismo, redujeron el 13% de sus costos. En comparación con las demás investigaciones también tiene como objetivo optimizar las rutas, por eso esta investigación también debería considerar los tiempos de recorrido y así, obtener resultados más afinados. Finalmente se concluye que el uso de modelo de transportes incrementa la eficiencia significativamente en operaciones de distribución, obteniendo resultados positivos, así como en la actual investigación que se está presentando.

CONCLUSIONES.

- Se determinó los indicadores de eficiencia actuales del año 2018 y se obtuvo lo siguiente:

Indicador		Tabla N° 65 Indicadores de eficiencia Actuales - Dino SRL
Tiempo de Viaje (min)	47.1	
Tiempo de ciclo (horas)	3.8	
Costo de Viaje (Soles / viaje)	144.13	
Eficiencia op. (m ³ /operador)	336	
Eficiencia Mixer (m ³ /mixer)	350	
Eficiencia Mixer - Vuelta (N° vueltas/mixer)	1.92	

Nota: Elaboración Propia.

- De acuerdo al histórico de despachos de 05 años del 2014 al 2018, se determinó que el 89.69% de obras a distancia, se ubican al sur, por tanto, la tendencia de crecimiento es al sur de Trujillo.
- Se calculó los pronósticos de despacho de concreto premezclado del 2019 para la ciudad de Trujillo con el método Winter, y se obtuvo que para el 2019 se atenderá 94,926 m³ de volumen para obras a distancia al sur de Trujillo y 144,298 m³ de volumen total en la ciudad de Trujillo.
- Se propuso 04 alternativas (Moche, Salaverry, Virú y Chao) para ubicar la nueva planta de despacho de concreto premezclado, y de acuerdo al método de localización de planta por factores ponderados y por el método de carga distancia, se determinó que la planta debería ubicarse en el parque industrial de Moche, obteniéndose 201,957 km recorridos.
- Se estableció los tiempos a los diferentes distritos tanto de la planta La esperanza, como de la planta Trujillo moche con la ayuda de google maps, después, se dividió al distrito de Trujillo en Trujillo Norte y Trujillo Sur, para estandarizar las zonas de atención de cada planta de acuerdo a los tiempos calculados.
- Para hacer efectivo el despacho multiplanta, se hizo una simulación de despachos diaria usando el método Montecarlo, basado en un histórico de programaciones de 03 meses, después se aplicó el Algoritmo de aproximación Vogel y se optimizó el programa de despachos obteniendo que en un volumen de 638 en un día m³ se tendría que realizar 41 viajes de la planta Esperanza y 57 viajes de la planta moche.

- Finalmente se calculó la eficiencia proyectada del 2019 y se obtuvo que con el diseño de despacho multiplanta mejora la eficiencia del despacho de concreto premezclado y de acuerdo al cálculo se obtendría la reducción del tiempo de viaje del 41.7 %, y el tiempo de ciclo se reduciría en un 15.8 % asimismo se obtuvo que la eficiencia del Operador y Mixer aumentaría en más del 50%.

Tabla N° 66
Comparativo indicadores Actuales vs Indicadores con Diseño de Sistema de despacho Multiplanta - Dino SRL

Indicador de eficiencias	Actual	Con SDM	Ahorro / incremento
Tiempo de Viaje (min)	47.1	27.47	-41.7%
Tiempo de ciclo (horas)	3.8	3.2	-15.8%
Costo de Viaje (Soles / viaje)	144.13	84.05	-41.7%
Eficiencia op. (m ³ /operador)	336	536	59.3%
Eficiencia Mixer (m ³ /mixer)	350	583	66.6%
Eficiencia Mixer - Vuelta (N° vueltas/mixer)	2.13	3.43	61.0%

Nota: Elaboración Propia.

RECOMENDACIONES.

- De acuerdo a los resultados obtenidos, se recomienda a Dino SRL, seguir con la siguiente etapa de la investigación que es el proyecto de factibilidad y determinar la rentabilidad de la implementación de la planta en el distrito de Moche.
- Debido a que el flujo vehicular es variable y los tiempos de recorrido varían en ciertas horas del día, es necesario que a través del operador GPS se vayan actualizando los tiempos y así se obtenga costos más reales.
- Es necesario implementar una plataforma para el área de programación donde integre SAP con el proceso de despachos y así calcular costos más reales, para tener un mejor control de los despachos y poder optimizar el proceso con la toma rápida de decisiones.
- Los pronósticos de concreto premezclado deben analizarse y actualizarse, con la retroalimentación de la fuerza de ventas y poder hacer ajustes al diseño operativo para anticiparse a la demanda.
- De ser factible la implementación, el área de programación y control deberá asignar personal y equipos de manera mensual tanto a las plantas de Moche y Esperanza, para minimizar costos en tiempo de transporte entre plantas, Asimismo se debe ajustar diariamente con el objetivo de tener los recursos óptimos en la operación.
- Para ser más competitivos en el mercado, esta propuesta es una iniciativa para un estudio complementario y ajustar el precio de los productos.
- La empresa debería evaluar en establecer precios por tipos de estructura, ya que hay estructuras que demandan más tiempo y trabajo, por ende, se incurre en mayores tiempos en obra, los cuales no están siendo controlados.

REFERENCIAS.

- Arbones, Malisani & Eduardo A. Optimización industrial (I): distribución de los recursos, Marcombo, 2009.
- Asociación de Productores de Cemento (2019), Reporte estadístico mensual, 1982 – 2019, recuperado de: <http://www.asocem.org.pe/noticias-nacionales/reporte-estadistico-mensual-marzo-2019>.
- Asociación de Productores de Cemento (2019), Visión General de la industria del cemento, 1982 – 2019, recuperado de <http://www.asocem.org.pe/archivo/files/Vision%20General%20de%20la%20Industria%20del%20Cemento%20y%20sus%20Principales%20Actores.pdf>
- Banco Central de reserva del Perú (2018), Memoria Anual BCRP, 1922 – 2019, recuperado de: <http://www.bcrp.gob.pe/publicaciones/memoria-anual.html>
- Benjamín Barán y Augusto Hermosilla. Comparación de un Sistema de Colonias de Hormigas y una Estrategia Evolutiva para el Problema del Ruteo de Vehículos con Ventanas de Tiempo en un Contexto Multiobjetivo
- Chase, R. B., Jacobs, F. R., & Aquilano, N. J. (2009). Administración de operaciones: producción y cadena de suministros (12a. ed.).
- Correa A, Cogollo J. & Salazar J. (2011), *Solución de problemas de ruteo de vehículos con restricciones de capacidad usando la teoría de Grafos*, Tesis Universis nacional de Colombia, Medellín – Colombia.
- Costa Salas, Y. J., & Castaño Pérez, N. J. (2015). Simulación y optimización para dimensionar la flota de vehículos en operaciones logísticas de abastecimiento-distribución. INGENIARE - Revista Chilena De Ingeniería, 23(3), 372-382.
- Flores Garrido, L., & San Martín, C. O. (2016). Algoritmos para el problema de localización de plantas y centros de distribución maximizando beneficio. INGENIARE - Revista Chilena de Ingeniería, 24(3), 493–501.

- Guerrero A., Pérez R. & Olivares E., Un caso logístico del problema del ruteo vehicular múltiple m – VRP resuelto con la heurística de Fisher y Jaikumar, Doctorado en logística y dirección de cadena de suministro, Universidad Autónoma de Puebla, Puebla – México.
- Hillier, F. S., & Lieberman, G. J. (2015). Investigación de operaciones (10a. ed.).
- Kong, M. (2010). Investigación de operaciones: programación lineal. problemas de transporte. análisis de redes.
- Krajewski, L. J., Ritzman, L. P., & Malhotra, M. K. (2013). Administración de operaciones: procesos y cadena de suministro (10a. ed.).
- Maguiña O. (2016), El Método de pronostico Holt-Winters, recuperado de: <https://administration21.files.wordpress.com/2017/01/pronc3b3sticos-holt-winters-omr-nov2016.pdf>
- Marín Marin, W., & Gutierrez, E. V. (2013). Desarrollo e implementación de un modelo de teoría de restricciones para sincronizar las operaciones en la cadena de suministro. Revista EIA, (19), 67-77.
- Martínez Puras, A., & Pacheco Bonrostro, J. A. (2016). Modelo real de planificación y rutas bi-objetivo. Equilibrio entre costes y preferencias de clientes. Rect@, Vol 17, Iss 1, Pp 57-80 (2016), (1), 57.
- Ministerio de transportes y comunicaciones (2019), Consulta de código postal, recuperado el 15 de Julio del 2019, recuperado de: <http://www.codigopostal.gob.pe/pages/invitado/consulta.jsf>
- Platas, G. J. A., (2014). Planeación, diseño y layout de instalaciones: un enfoque por competencias.
- Prada Cuadra G., & Paredes Torres W. (2017). Diseño de optimización de rutas de transporte TSP y Plan de acción para implementar la rentabilidad de Perú GLP SAC Trujillo. Tesis UPN. Trujillo – Perú.
- Purchades Cortés, Vanesa (2008)., Aplicación de la Teoría de Grafos para mejorar la planificación de rutas de trabajo de una empresa del sector de la distribución automática. Revista de Métodos Cuantitativos para la Economía y la Empresa E-ISSN: 1886-516X
- Roger Asencios (2018), , Estimación semiparamétrica de escalas de equivalencia: Una aplicación a las encuestas de hogares del Perú, En Revista de estudios económicos 36, 75 – 89: Banco Central de reserva del Perú, recuperado de: <http://www.bcrp.gob.pe/publicaciones/revista-estudios-economicos.html>
- Sabrià, F. (Ed.). (2016). La cadena de suministro (3a. ed.).
- Taha, Hamdy A. Investigación de operaciones (9a. ed.), Pearson Educación, 2012.
- Taquia Valdivia J. (2013), Optimización de rutas en una empresa de recojo de residuos sólidos en el distrito de los olivos. Tesis PUCP, Lima – Perú.

Waze (2016), driver satisfaction index, recuperado de: <https://inbox-static.waze.com/driverindex.pdf>

ANEXOS

ANEXO 1: Formato de registros y procesamiento de tiempos de viaje

Mes	Fec.Prod.	Placa	Cliente	Distrito	Descripción de Obra	Tiempo Carguo			Traslado a Obra			Espera en Obra			Descarga Obra			Retorno a Planta			Tiempo Ciclo (Hora)	Espera en obra (Min)	Tiempo de Descarga (Min)	Tiempo en Ruta (Min)	Tiempo espera planta (Min)	Tiempo Proceso (Min)
						Inicio	Final	Total	Inicio	Final	Total	Inicio	Final	Total	Inicio	Final	Total	Inicio	Final	Total						
ENE	2/01/2018	ASN-764	REPALSA S.A.	FLORENCIA DE MORA	VIVIENDA NUEVA INMOBILIARIA	11:56:51	0:18:00	12:19:51	12:38:51	0:19:00	12:38:51	13:01:24	0:22:33	13:01:24	14:05:51	1:04:27	14:05:51	14:35:51	0:30:00	2.65	22	64.00	38		23	
ENE	2/01/2018	ASN-764	NEGOCIACIONES OBLITAS EIRL	VICTOR LARCO	RESIDENCIAL LOS TILOS	15:35:03	0:19:20	16:00:23	16:40:23	0:40:00	16:40:23	16:44:15	0:03:52	16:44:15	17:08:23	0:24:08	17:08:23	17:43:50	0:35:27	2.15	3	24.00	80	x	25	
ENE	2/01/2018	ASN-854	REPALSA S.A.	TRUJILLO SUR	AMPLIACION IEP SALESIANO SAN J	14:23:58	0:19:00	14:47:58	15:08:58	0:21:00	15:08:58	15:24:48	0:15:50	15:24:48	15:47:58	0:23:10	15:47:58	16:11:58	0:24:00	1.80	15	23.00	42	x	24	
ENE	2/01/2018	ASN-854	REPALSA S.A.	VICTOR LARCO	MIRADOR CANCHA DE TENNIS GOLF	16:30:16	0:19:18	16:59:16	17:37:16	0:38:00	17:37:16	18:06:58	0:29:42	18:06:58	19:39:16	1:32:18	19:39:16	20:55:16	1:16:00	4.42	29	93.00	76	19	29	
ENE	2/01/2018	ATM-912	DEPOSITO PAKATNAMU E.I.R.L.	TRUJILLO SUR	LOCAL SAN ANDRES SIPAN	15:52:00	0:24:27	16:35:00	17:00:00	0:25:00	17:00:00	17:07:25	0:07:25	17:07:25	17:33:00	0:25:35	17:33:00	18:08:00	0:35:00	2.27	7	26.00	50	x	43	
ENE	2/01/2018	ATN-707	LOS PORTALES S.A	SALAVERRY	VILLA DEL SOL DE TRUJILLO I E	15:23:15	0:01:55	16:49:08	16:49:28	0:00:20	16:49:28	16:58:35	0:09:07	16:58:35	2:01:25		19:44:52	18:16:36		4.36	9			x	86	
ENE	2/01/2018	ATN-745	NEGOCIACIONES OBLITAS EIRL	VICTOR LARCO	RESIDENCIAL LOS TILOS	11:58:28	0:30:00	12:32:28	13:02:28	0:30:00	13:02:28	13:21:27	0:18:59	13:21:27	14:01:28	0:40:01	14:01:28	14:55:13	0:53:45	2.95	18	40.00	60	x	34	
ENE	2/01/2018	F9X-834	REPALSA S.A.	FLORENCIA DE MORA	VIVIENDA NUEVA INMOBILIARIA	11:41:58	0:13:20	12:12:58	12:30:58	0:18:00	12:30:58	12:40:30	0:09:32	12:40:30	13:31:58	0:51:28	13:31:58	14:19:58	0:48:00	2.63	9	51.00	36	x	31	
ENE	2/01/2018	F9X-834	INVERSIONES SHILICO S R L	HUANACHACO	CONSTRUCCION DE CERCO PERIMETR	14:49:58	0:22:47	15:21:58	15:30:58	0:09:00	15:30:58	15:43:08	0:12:10	15:43:08	16:44:58	1:01:50	16:44:58	16:56:58	0:12:00	2.12	12	61.00	18	x	32	
ENE	2/01/2018	F9X-844	NEGOCIACIONES OBLITAS EIRL	VICTOR LARCO	RESIDENCIAL LOS TILOS	14:34:29	0:23:00	15:07:15	15:38:29	0:31:14	15:38:29	15:40:25	0:01:56	15:40:25	16:01:29	0:21:04	16:01:29	16:51:29	0:50:00	2.28	1	21.00	62	x	33	
ENE	2/01/2018	T3H-929	NEGOCIACIONES OBLITAS EIRL	VICTOR LARCO	RESIDENCIAL LOS TILOS	12:59:07	0:10:00	13:12:41	13:46:42	0:34:01	13:46:42	14:35:11	0:48:29	14:35:11	15:08:42	0:33:31	15:08:42	15:38:42	0:30:00	2.66	48	33.00	68	x	13	
ENE	2/01/2018	T3H-929	DEPOSITO PAKATNAMU E.I.R.L.	TRUJILLO SUR	LOCAL SAN ANDRES SIPAN	16:39:41	0:09:00	16:50:41	17:22:41	0:32:00	17:22:41	17:36:49	0:14:08	17:36:49	18:06:41	0:29:52	18:06:41	19:03:41	0:57:00	2.40	14	30.00	64	61	11	
ENE	2/01/2018	T3I-900	CONSTRUCTORA GALILEA S.A.C.	TRUJILLO SUR	LAS TORRES DE QUEVEDO-GALILEA	12:21:52	0:01:03	12:35:51	13:39:51	1:04:00	13:39:51	13:53:13	0:13:22	13:53:13	15:12:51	1:19:38	15:12:51	15:42:51	0:30:00	3.35	13	79.00	128	x	14	
ENE	2/01/2018	T3I-900	LOS PORTALES S.A	SALAVERRY	VILLA DEL SOL DE TRUJILLO I E	15:58:51	0:35:57	16:43:51	17:41:51	0:58:00	17:41:51	18:01:21	0:19:30	18:01:21	18:39:51	0:38:30	18:39:51	19:36:51	0:57:00	3.63	19	38.00	116	16	45	
ENE	2/01/2018	T3V-863	DAGOSI E.I.R.LTDA	MOCHE	PLANTA GLORIA // MOCHE	14:29:55	0:36:24	15:09:31	15:50:31	0:41:00	15:50:31	16:18:55	0:28:24	16:18:55	18:36:31	2:17:36	18:36:31	19:15:31	0:39:00	4.76	28	138.00	82	x	40	
ENE	2/01/2018	T80-890	NEGOCIACIONES OBLITAS EIRL	VICTOR LARCO	RESIDENCIAL LOS TILOS	12:25:12	0:13:00	12:42:12	13:09:12	0:27:00	13:09:12	13:57:35	0:48:23	13:57:35	14:33:12	0:35:37	14:33:12	14:58:35	0:25:23	2.56	48	36.00	54	x	17	
ENE	2/01/2018	T80-890	INVERSIONES SHILICO S R L	HUANACHACO	CONSTRUCCION DE CERCO PERIMETR	15:36:52	0:10:17	15:49:09	16:01:09	0:12:00	16:01:09	16:22:11	0:21:02	16:22:11	17:25:37	1:03:26	17:25:37	17:39:37	0:14:00	2.05	21	63.00	24	x	13	
ENE	2/01/2018	T80-890	REPALSA S.A.	VICTOR LARCO	MIRADOR CANCHA DE TENNIS GOLF	18:13:55	0:08:00	18:23:55	18:56:31	0:32:36	18:56:31	20:51:19	1:54:48	20:51:19	22:06:50	1:15:31	22:06:50	22:40:28	0:33:38	4.44	114	75.00	66	34	10	
ENE	2/01/2018	T80-894	REPALSA S.A.	TRUJILLO NORTE	RESIDENCIAL DEL CARMEN	13:37:09	0:21:13	14:07:09	14:23:09	0:16:00	14:23:09	14:43:53	0:20:44	14:43:53	17:13:09	2:29:16	17:13:09	17:28:09	0:15:00	3.85	20	150.00	32	x	30	
ENE	2/01/2018	T80-894	DEPOSITO PAKATNAMU E.I.R.L.	TRUJILLO SUR	LOCAL SAN ANDRES SIPAN	18:10:08	0:22:00	18:40:09	19:09:09	0:29:00	19:09:09	19:13:10	0:04:01	19:13:10	19:46:09	0:32:59	19:46:09	20:15:09	0:29:00	2.08	4	33.00	58	42	30	
ENE	2/01/2018	T80-900	CONSTRUCTORA GALILEA S.A.C.	TRUJILLO SUR	LAS TORRES DE QUEVEDO-GALILEA	13:30:14	0:12:28	13:47:11	14:18:11	0:31:00	14:18:11	4:41:49		16:14:11	14:45:55	16:14:11	16:49:11	0:35:00	3.32	x		62	x	17		
ENE	2/01/2018	T80-900	REPALSA S.A.	VICTOR LARCO	MIRADOR CANCHA DE TENNIS GOLF	17:26:11	0:14:34	17:44:11	18:22:11	0:38:00	18:22:11	0:37:49		18:27:11	16:58:55	18:27:11	21:19:46	2:52:35	3.89	x		76	37	18		
ENE	2/01/2018	T80-907	INVERSIONES SHILICO S R L	HUANACHACO	CONSTRUCCION DE CERCO PERIMETR	13:40:42	0:13:00	14:15:59	14:33:24	0:17:25	14:33:24	14:53:34	0:20:10	14:53:34	15:28:12	0:34:38	15:28:12	15:40:12	0:12:00	1.99	20	35.00	36	x	35	
ENE	2/01/2018	T80-907	LOS PORTALES S.A	SALAVERRY	VILLA DEL SOL DE TRUJILLO I E	16:47:12	0:26:18	17:23:30	18:25:45	1:02:15	18:25:45	18:45:14	0:19:29	18:45:14	19:58:06	1:12:52	19:58:06	20:55:09	0:57:03	4.13	19	73.00	124	67	36	
ENE	2/01/2018	T80-910	CONSTRUCTORA GALILEA S.A.C.	TRUJILLO SUR	LAS TORRES DE QUEVEDO-GALILEA	15:57:33	0:07:28	16:06:01	16:44:01	0:38:00	16:44:01	16:54:02	0:10:01	16:54:02	18:07:01	1:12:59	18:07:01	18:41:01	0:34:00	2.72	10	73.00	76	x	9	
ENE	2/01/2018	T8W-923	REPALSA S.A.	TRUJILLO SUR	AMPLIACION IEP SALESIANO SAN J	12:38:20	0:09:00	12:59:20	13:26:20	0:27:00	13:26:20	13:54:55	0:28:35	13:54:55	14:22:20	0:27:25	14:22:20	14:47:20	0:25:00	2.15	28	28.00	54	x	21	
ENE	2/01/2018	T8W-924	CONSTRUCTORA GALILEA S.A.C.	TRUJILLO SUR	LAS TORRES DE QUEVEDO-GALILEA	14:36:25	0:20:00	15:01:25	15:37:44	0:36:19	15:37:44	16:04:29	0:26:45	16:04:29	17:19:37	1:15:08	17:19:37	17:55:37	0:36:00	3.32	26	75.00	72	x	25	
ENE	2/01/2018	T8W-932	FERROMATC SAC	VIRU	CONSTRUCCION DE ALMACEN SAVSA	13:44:12	0:19:00	14:21:12	16:08:30	1:47:18	16:08:30	16:18:19	0:09:49	16:18:19	18:49:26	2:31:07	18:49:26	20:17:52	1:28:26	6.56	9	151.00	214	x	37	
ENE	2/01/2018	T8W-933	REPALSA S.A.	TRUJILLO NORTE	TORRE DE VALCARCEL PRIMAVERA	14:16:20	0:13:00	14:37:48	14:51:48	0:14:00	14:51:48	14:55:44	0:03:56	14:55:44	15:22:48	0:27:04	15:22:48	15:37:48	0:15:00	1.36	3	27.00	28	x	21	
ENE	2/01/2018	T8W-936	REPALSA S.A.	TRUJILLO NORTE	TORRE DE VALCARCEL PRIMAVERA	12:59:40	0:25:00	13:39:40	13:55:40	0:16:00	13:55:40	14:04:41	0:09:01	14:04:41	14:38:40	0:33:59	14:38:40	14:55:03	0:16:23	1.92	9	34.00	32	x	40	
ENE	2/01/2018	T8Y-893	NEGOCIACIONES OBLITAS EIRL	VICTOR LARCO	RESIDENCIAL LOS TILOS	14:05:59	0:14:14	14:29:59	14:57:59	0:28:00	14:57:59	15:10:32	0:12:33	15:10:32	15:43:59	0:33:27	15:43:59	16:13:59	0:30:00	2.13	12	33.00	56	x	24	
ENE	2/01/2018	T8Y-908	NEGOCIACIONES OBLITAS EIRL	VICTOR LARCO	RESIDENCIAL LOS TILOS	11:30:55	0:09:49	12:00:55	12:37:55	0:37:00	12:37:55	12:53:28	0:15:33	12:53:28	13:23:55	0:30:27	13:23:55	14:24:40	1:00:45	2.90	15	30.00	74	x	30	
ENE	2/01/2018	T8Y-908	NEGOCIACIONES OBLITAS EIRL	VICTOR LARCO	RESIDENCIAL LOS TILOS	15:16:25	0:15:49	15:40:40	16:14:40	0:34:00	16:14:40	16:19:45	0:05:05	16:19:45	16:33:40	0:13:55	16:33:40	17:09:40	0:36:00	1.89	5	14.00	68	x	24	
ENE	3/01/2018	ASN-764	REPALSA S.A.	TRUJILLO SUR	AMPLIACION IEP SALESIANO SAN J	15:42:30	0:20:00	16:08:08	16:44:34	0:36:26	16:44:34	16:51:22	0:06:48	16:51:22	17:15:34	0:24:12	17:15:34	17:48:34	0:33:00	2.10	6	24.00	72	x	26	
ENE	3/01/2018	ASN-764	REPALSA S.A.	VICTOR LARCO	IE SANTA EDELMIRA	15:47:08	0:15:00	16:08:08	16:45:34	0:37:26	16:45:34	16:51:22	0:05:48	16:51:22	17:15:34	0:24:12	17:15:34	17:48:34	0:33:00	2.02	5	24.00	74	x	21	
ENE	3/01/2018	ASN-854	CONSTRUCTORA GALILEA S.A.C.	TRUJILLO SUR	LAS TORRES DE QUEVEDO-GALILEA	16:50:21	0:15:00	17:19:21	17:58:21	0:39:00	17:58:21	18:07:27	0:09:06	18:07:27	18:58:21	0:50:54	18:58:21	19:35:21	0:37:00	2.75	9	51.00	78	x	29	

Nota: Recuperado del reporte de Tiempos - Área de Programación y control de despachos de Distribuidora Norte Pacasmayo SRL.

(Ver base de datos completa en Excel)

ANEXO 2: Formato de registro de Volúmenes y Mixer asignados para el cálculo de Eficiencia de Mixer

	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC
Volumen Despachado (m3) Asignación de Mixer												
M3 / Mixer												
<u>m3 / mixer</u>												

Nota: Recuperado del reporte de Eficiencia - mixer - Área de Programación y control de despachos de Distribuidora Norte Pacasmayo SRL.

ANEXO 3: Formato de registro de N° de vueltas y Mixer asignados para el cálculo de Eficiencia de Mixer - Vuelta

	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC
N° Vueltas Totales Asignación de Mixer												
N° Vueltas / Mixer												
<u>N° Vueltas / Mixer</u>												

Nota: Recuperado del reporte de Eficiencia mixer - Vuelta Área de Programación y control de despachos de Distribuidora Norte Pacasmayo SRL.

ANEXO 4: Formato de registro de Volúmenes despachados (m3) y Operadores de Mixer asignados para el cálculo de Eficiencia Operador

	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC
N° Vueltas Totales												
Asignación de Op. Mixer												
M3 / Op. Mixer												
m3 / Op. Mixer												

Nota: Recuperado de reporte de Eficiencia Operador - Área de Programación y control de despachos de Distribuidora Norte Pacasmayo SRL.

ANEXO 5: Formato de Reporte de despachos Flujo de documentos – SAP – Dino SRL

Fecha Entrega	ANO	Nombre Cliente	Des. de Obra	Dirección Obra	Subzona	Código Material	Descripción del Material	Cantidad Entrega M3	Operador de Despacho	Placa Mixer
2/01/2014	2014	ARENERA JAEN S.A.C.	COSNTRUCCION AUDITORIO UPAO	AV.AMERICA SUR NRO 3145 URB.MONSERRATE TRUJILLO-TRUJILLO-LA LIBERTAD	TRUJILLO 2	00000000000401624	CONCRETO 210-MS-H67-A5	8.000	NOE JULIO LULICHAC	B2U884
2/01/2014	2014	ARENERA JAEN S.A.C.	COSNTRUCCION AUDITORIO UPAO	AV.AMERICA SUR NRO 3145 URB.MONSERRATE TRUJILLO-TRUJILLO-LA LIBERTAD	TRUJILLO 2	00000000000401624	CONCRETO 210-MS-H67-A5	7.000	SEGUNDO VICENTE CASTILLO	T3V849
2/01/2014	2014	ARENERA JAEN S.A.C.	COSNTRUCCION AUDITORIO UPAO	AV.AMERICA SUR NRO 3145 URB.MONSERRATE TRUJILLO-TRUJILLO-LA LIBERTAD	TRUJILLO 2	00000000000401624	CONCRETO 210-MS-H67-A5	8.000	SEGUNDO VICENTE CASTILLO	T3V849
2/01/2014	2014	ARENERA JAEN S.A.C.	COSNTRUCCION AUDITORIO UPAO	AV.AMERICA SUR NRO 3145 URB.MONSERRATE TRUJILLO-TRUJILLO-LA LIBERTAD	TRUJILLO 2	00000000000401624	CONCRETO 210-MS-H67-A5	8.000	WILFREDO ENRIQUE BAZAN WILFREDO ENRIQUE BAZAN	T3H879
2/01/2014	2014	ARENERA JAEN S.A.C.	COSNTRUCCION AUDITORIO UPAO	AV.AMERICA SUR NRO 3145 URB.MONSERRATE TRUJILLO-TRUJILLO-LA LIBERTAD	TRUJILLO 2	00000000000401624	CONCRETO 210-MS-H67-A5	7.000	ANTONIO FRANCISCO GARGUREVICH	B2U812
2/01/2014	2014	REPALSA S.A.				00000000000401603	BOR_CONCRETO 100KG/CM2 T.MS. H57 A3-5"	8.000	..	.
2/01/2014	2014	REPALSA S.A.				00000000000401603	BOR_CONCRETO 100KG/CM2 T.MS. H57 A3-5"	7.000	..	.
2/01/2014	2014	REPALSA S.A.				00000000000401603	BOR_CONCRETO 100KG/CM2 T.MS. H57 A3-5"	8.000	..	.
2/01/2014	2014	REPALSA S.A.				00000000000401603	BOR_CONCRETO 100KG/CM2 T.MS. H57 A3-5"	7.000	..	.
2/01/2014	2014	REPALSA S.A.				00000000000401603	BOR_CONCRETO 100KG/CM2 T.MS. H57 A3-5"	8.000	..	.
2/01/2014	2014	REPALSA S.A.				00000000000401603	BOR_CONCRETO 100KG/CM2 T.MS. H57 A3-5"	2.000	..	.
2/01/2014	2014	REPALSA S.A.				00000000000401603	BOR_CONCRETO 100KG/CM2 T.MS. H57 A3-5"	4.000	..	.
2/01/2014	2014	REPALSA S.A.	GALERIA COMERCIAL PLAZA TORO - BECTEK	CALLE SINCHI ROCA #1280-1282-1284 TRUJILLO_TRUJILLO_LA LIBERTAD	TRUJILLO 2	00000000000401624	CONCRETO 210-MS-H67-A5	8.000	NELSON DANTE PINEDO	B2U884
2/01/2014	2014	REPALSA S.A.	GALERIA COMERCIAL PLAZA TORO - BECTEK	CALLE SINCHI ROCA #1280-1282-1284 TRUJILLO_TRUJILLO_LA LIBERTAD	TRUJILLO 2	00000000000401624	CONCRETO 210-MS-H67-A5	8.000	FRANCISCO BECERRA	B2R935
2/01/2014	2014	REPALSA S.A.	GALERIA COMERCIAL PLAZA TORO - BECTEK	CALLE SINCHI ROCA #1280-1282-1284 TRUJILLO_TRUJILLO_LA LIBERTAD	TRUJILLO 2	00000000000401642	CONCRETO 210-MS-H67-A7	8.000	FRANCISCO BECERRA	T3V852
2/01/2014	2014	REPALSA S.A.	GALERIA COMERCIAL PLAZA TORO - BECTEK	CALLE SINCHI ROCA #1280-1282-1284 TRUJILLO_TRUJILLO_LA LIBERTAD	TRUJILLO 2	00000000000401642	CONCRETO 210-MS-H67-A7	7.000	JAVIER ANTONIO ZAVALETA JAVIER ANTONIO ZAVALETA	T3V864
2/01/2014	2014	REPALSA S.A.	GALERIA COMERCIAL PLAZA TORO - BECTEK	CALLE SINCHI ROCA #1280-1282-1284 TRUJILLO_TRUJILLO_LA LIBERTAD	TRUJILLO 2	00000000000401642	CONCRETO 210-MS-H67-A7	6.000	ELMER WILLIAM FLORIAN ELMER WILLIAM FLORIAN	T3H879
2/01/2014	2014	REPALSA S.A.	GALERIA COMERCIAL PLAZA TORO - BECTEK	CALLE SINCHI ROCA #1280-1282-1284 TRUJILLO_TRUJILLO_LA LIBERTAD	TRUJILLO 2	00000000000401642	CONCRETO 210-MS-H67-A7	6.000	TEODORO FERNANDO REYES TEODORO FERNANDO REYES	T1W819
2/01/2014	2014	REPALSA S.A.	POLIDEPORTIVO HUANCHACO	CARRETERA A HUANCHACO KM 12 - PASANDO CONTROL-COLEGIO SINAI TRUJILLO_TRUJILLO_LA LIBERTAD	HUANCHACO	00000000000401623	CONCRETO 175-MS-H67-A5	6.000	JOSE LUIS HERRERA JOSE LUIS HERRERA	T3V864
2/01/2014	2014	REPALSA S.A.	EDIFICIO MULTIFAMILIAR GOLF - INFINITUM - ATIX	LOS COCOTEROS 171 - URB EL GOLF VICTOR LARCO H.-TRUJILLO-LA LIBERTAD	VICTOR LARCO	00000000000401630	CONCRETO 210-I-H67-A7	5.000	EULOGIO ENRIQUE QUIROZ EULOGIO ENRIQUE QUIROZ	B2R935
									CESAR ALEJANDRO BURGOS CESAR ALEJANDRO BURGOS	

2/01/2014	2014	REPALSA S.A.	EDIFICIO MULTIFAMILIAR GOLF - INFINITUM - ATIX	LOS COCOTEROS 171 - URB EL GOLF VICTOR LARCO H.-TRUJILLO-LA LIBERTAD	VICTOR LARCO	000000000000401630	CONCRETO 210-I-H67-A7	5.000	SANTOS CASTILLO SANTOS CASTILLO	T3V852
2/01/2014	2014	REPALSA S.A.	EDIFICIO MULTIFAMILIAR GOLF - INFINITUM - ATIX	LOS COCOTEROS 171 - URB EL GOLF VICTOR LARCO H.-TRUJILLO-LA LIBERTAD	VICTOR LARCO	000000000000401630	CONCRETO 210-I-H67-A7	5.000	JAMES HEIDI ZAMBRANO	T3E894
2/01/2014	2014	REPALSA S.A.	EDIFICIO MULTIFAMILIAR GOLF - INFINITUM - ATIX	LOS COCOTEROS 171 - URB EL GOLF VICTOR LARCO H.-TRUJILLO-LA LIBERTAD	VICTOR LARCO	000000000000401630	CONCRETO 210-I-H67-A7	5.000	WILDER JOSE CORTEGANA WILDER JOSE CORTEGANA	T3V850
2/01/2014	2014	REPALSA S.A.	EDIFICIO MULTIFAMILIAR GOLF - INFINITUM - ATIX	LOS COCOTEROS 171 - URB EL GOLF VICTOR LARCO H.-TRUJILLO-LA LIBERTAD	VICTOR LARCO	000000000000401630	CONCRETO 210-I-H67-A7	6.000	WILFREDO ENRIQUE BAZAN WILFREDO ENRIQUE BAZAN	T3H879
2/01/2014	2014	REPALSA S.A.	EDIFICIO MULTIFAMILIAR GOLF - INFINITUM - ATIX	LOS COCOTEROS 171 - URB EL GOLF VICTOR LARCO H.-TRUJILLO-LA LIBERTAD	VICTOR LARCO	000000000000401630	CONCRETO 210-I-H67-A7	6.000	ANTONIO FRANCISCO GARGUREVICH	B2U812
2/01/2014	2014	REPALSA S.A.	EDIFICIO MULTIFAMILIAR GOLF - INFINITUM - ATIX	LOS COCOTEROS 171 - URB EL GOLF VICTOR LARCO H.-TRUJILLO-LA LIBERTAD	VICTOR LARCO	000000000000401630	CONCRETO 210-I-H67-A7	5.000	CARLOS ANTONIO SAGASTEGUI	T31900
2/01/2014	2014	REPALSA S.A.	CONSTRUCCION DE VEREDAS - AV. LAS ANIMAS - CONSORCIO LAS ANIMAS	AV. LAS ANIMAS S/N EL PORVENIR_TRUJILLO_LA LIBERTAD	PORVENIR	000000000000401817	CONCRETO 175-MS-H67-A4	8.000	NOE JULIO LULICHAC	B2U884
2/01/2014	2014	REPALSA S.A.	CONSTRUCCION DE VEREDAS - AV. LAS ANIMAS - CONSORCIO LAS ANIMAS	AV. LAS ANIMAS S/N EL PORVENIR_TRUJILLO_LA LIBERTAD	PORVENIR	000000000000401817	CONCRETO 175-MS-H67-A4	8.000	JAMES HEIDI ZAMBRANO	T3E894
2/01/2014	2014	CONSORCIO HOSPITALARIO TRUJILLO	Hospital Essalud Vlctor Raul Haya de la Torre	ESQ. CALLE 2 CON CALLE 5 PARQUE INDUSTRIAL LA ESPERANZA-TRUJILLO-LA LIBERTAD	ESPERANZA	000000000000401624	CONCRETO 210-MS-H67-A5	3.500	CARLOS ANTONIO SAGASTEGUI	T31900
2/01/2014	2014	INGENIERIA CONSTRUCTIVA	INGENIERIA CONSTRUCTIVA			000000000000401585	CONCRETO 100-I-H57-A4	4.000		
2/01/2014	2014	INGENIERIA CONSTRUCTIVA	INGENIERIA CONSTRUCTIVA			000000000000401604	CONCRETO 140KG/CM2 T.MS. H57 A3-5"	7.000		
2/01/2014	2014	INGENIERIA CONSTRUCTIVA	INGENIERIA CONSTRUCTIVA			000000000000401629	CONCRETO 175-I-H67-A7	67.000		
2/01/2014	2014	INGENIERIA CONSTRUCTIVA	INGENIERIA CONSTRUCTIVA			000000000000401817	CONCRETO 175-MS-H67-A4	33.500		
2/01/2014	2014	INGENIERIA CONSTRUCTIVA	INGENIERIA CONSTRUCTIVA			000000000000401623	CONCRETO 175-MS-H67-A5	33.500		
2/01/2014	2014	CASAHUAMAN - INGENIEROS S.A.C.	BCP PORVENIR CASAHUAMAN INGENIEROS	ESQ. MICAELA BASTIDAS Y MARÍA PARADO DE BELLIDO EL PORVENIR_TRUJILLO_LA LIBERTAD	PORVENIR	000000000000401642	CONCRETO 210-MS-H67-A7	8.000	SANTOS CASTILLO SANTOS CASTILLO	T3V852
2/01/2014	2014	CASAHUAMAN - INGENIEROS S.A.C.	BCP PORVENIR CASAHUAMAN INGENIEROS	ESQ. MICAELA BASTIDAS Y MARÍA PARADO DE BELLIDO EL PORVENIR_TRUJILLO_LA LIBERTAD	PORVENIR	000000000000401642	CONCRETO 210-MS-H67-A7	8.000	EULOGIO ENRIQUE QUIROZ EULOGIO ENRIQUE QUIROZ	T3V864
3/01/2014	2014	COSAPI S A	TEMPLO MORMÓN HUANCHACO	SUB LOTE 02-B1 (VALLE DE SANTA CATALINA)- AV MANSICHE HUANCHACO_TRUJILLO_LA LIBERTAD	HUANCHACO	000000000000402255	CONCRETO A/C=0.5 I H67 A4(210)	3.000	CESAR ALEJANDRO BURGOS CESAR ALEJANDRO BURGOS	B2R935
3/01/2014	2014	COSAPI S A	TEMPLO MORMÓN HUANCHACO	SUB LOTE 02-B1 (VALLE DE SANTA CATALINA)- AV MANSICHE HUANCHACO_TRUJILLO_LA LIBERTAD	HUANCHACO	000000000000402255	CONCRETO A/C=0.5 I H67 A4(210)	3.500	NELSON DANTE PINEDO NELSON DANTE PI	B2U884
3/01/2014	2014	COSAPI S A	TEMPLO MORMÓN HUANCHACO	SUB LOTE 02-B1 (VALLE DE SANTA CATALINA)- AV MANSICHE HUANCHACO_TRUJILLO_LA LIBERTAD	HUANCHACO	000000000000402074	BOR_CONCRETO A/C=0.5 I H67 A4(280)	4.500	JOSE LUIS HERRERA JOSE LUIS HERRERA	T1W819
3/01/2014	2014	COSAPI S A	TEMPLO MORMÓN HUANCHACO	SUB LOTE 02-B1 (VALLE DE SANTA CATALINA)- AV MANSICHE HUANCHACO_TRUJILLO_LA LIBERTAD	HUANCHACO	000000000000402255	CONCRETO A/C=0.5 I H67 A4(210)	3.000	FRANCISCO BECERRA FRANCISCO BECERRA	B2R935
3/01/2014	2014	ARENERA JAEN S.A.C.	COSNTRUCCION AUDITORIO UPAO	AV.AMERICA SUR NRO 3145 URB.MONSERRATE TRUJILLO-TRUJILLO-LA LIBERTAD	TRUJILLO 2	000000000000401624	CONCRETO 210-MS-H67-A5	8.000	WILFREDO ENRIQUE BAZAN WILFREDO ENRIQUE BAZAN	T3H879
3/01/2014	2014	ARENERA JAEN S.A.C.	COSNTRUCCION AUDITORIO UPAO	AV.AMERICA SUR NRO 3145 URB.MONSERRATE TRUJILLO-TRUJILLO-LA LIBERTAD	TRUJILLO 2	000000000000401624	CONCRETO 210-MS-H67-A5	8.000	EULOGIO ENRIQUE QUIROZ EULOGIO ENRIQUE QUIROZ	T3V864
3/01/2014	2014	ARENERA JAEN S.A.C.	COSNTRUCCION AUDITORIO UPAO	AV.AMERICA SUR NRO 3145 URB.MONSERRATE TRUJILLO-TRUJILLO-LA LIBERTAD	TRUJILLO 2	000000000000401624	CONCRETO 210-MS-H67-A5	7.000	ANTONIO FRANCISCO GARGUREVICH	B2U812
3/01/2014	2014	ARENERA JAEN S.A.C.	COSNTRUCCION AUDITORIO UPAO	AV.AMERICA SUR NRO 3145 URB.MONSERRATE TRUJILLO-TRUJILLO-LA LIBERTAD	TRUJILLO 2	000000000000401624	CONCRETO 210-MS-H67-A5	7.000	SANTOS CASTILLO SANTOS CASTILLO	T3V852

3/01/2014	2014	REPALSA S.A.	MYPECS -FECOGUE-AMPLIACION DE PENAL DE MUJERES	AV. SIMON BOLIVAR MZ. K LT. 5 SECTOR 3 CP. EL MILAGRO TRUJILLO_TRUJILLO_LA LIBERTAD	ESPERANZA	000000000000401626	CONCRETO 280-MS-H67-A5	4.000	NOE JULIO LULICHAC	B2U884
3/01/2014	2014	REPALSA S.A.	MYPECS -FECOGUE-AMPLIACION DE PENAL DE MUJERES	AV. SIMON BOLIVAR MZ. K LT. 5 SECTOR 3 CP. EL MILAGRO TRUJILLO_TRUJILLO_LA LIBERTAD	ESPERANZA	000000000000401624	CONCRETO 210-MS-H67-A5	7.000	OSCAR ESTUARDO VEGA OSCAR ESTUARDO	T1W819
3/01/2014	2014	REPALSA S.A.	MYPECS -FECOGUE-AMPLIACION DE PENAL DE MUJERES	AV. SIMON BOLIVAR MZ. K LT. 5 SECTOR 3 CP. EL MILAGRO TRUJILLO_TRUJILLO_LA LIBERTAD	ESPERANZA	000000000000401624	CONCRETO 210-MS-H67-A5	7.000	CARLOS ANTONIO SAGASTEGUI	T3I900
3/01/2014	2014	REPALSA S.A.	MYPECS -FECOGUE-AMPLIACION DE PENAL DE MUJERES	AV. SIMON BOLIVAR MZ. K LT. 5 SECTOR 3 CP. EL MILAGRO TRUJILLO_TRUJILLO_LA LIBERTAD	ESPERANZA	000000000000401624	CONCRETO 210-MS-H67-A5	7.000	WILDER JOSE CORTEGANA WILDER JOSE CORTEGANA	T3V850
3/01/2014	2014	REPALSA S.A.	MYPECS -FECOGUE-AMPLIACION DE PENAL DE MUJERES	AV. SIMON BOLIVAR MZ. K LT. 5 SECTOR 3 CP. EL MILAGRO TRUJILLO_TRUJILLO_LA LIBERTAD	ESPERANZA	000000000000401624	CONCRETO 210-MS-H67-A5	7.000	ANTONIO FRANCISCO GARGUREVICH	B2U812
3/01/2014	2014	REPALSA S.A.	MYPECS -FECOGUE-AMPLIACION DE PENAL DE MUJERES	AV. SIMON BOLIVAR MZ. K LT. 5 SECTOR 3 CP. EL MILAGRO TRUJILLO_TRUJILLO_LA LIBERTAD	ESPERANZA	000000000000401624	CONCRETO 210-MS-H67-A5	7.000	EULOGIO ENRIQUE QUIROZ EULOGIO ENRIQUE QUIROZ	T3V864
3/01/2014	2014	REPALSA S.A.	CONSTRUCCION DE VEREDAS - AV. LAS ANIMAS - CONSORCIO LAS ANIMAS	AV. LAS ANIMAS S/N EL PORVENIR_TRUJILLO_LA LIBERTAD	PORVENIR	000000000000401817	CONCRETO 175-MS-H67-A4	8.000	CARLOS ANTONIO SAGASTEGUI	T3I900
3/01/2014	2014	RIO BRAVO SAC	Construccion Tiendas Paris-RIO BRAVO	MALL AVENTURA PLAZA - MANSICHE TRUJILLO_TRUJILLO_LA LIBERTAD	TRUJILLO 1	000000000000401611	CONCRETO 175-I-H67-A5	8.000	CESAR ALEJANDRO BURGOS CESAR ALEJANDRO BURGOS	B2R935
3/01/2014	2014	RIO BRAVO SAC	Construccion Tiendas Paris-RIO BRAVO	MALL AVENTURA PLAZA - MANSICHE TRUJILLO_TRUJILLO_LA LIBERTAD	TRUJILLO 1	000000000000401611	CONCRETO 175-I-H67-A5	8.000	WILFREDO ENRIQUE BAZAN WILFREDO ENRIQUE BAZAN	T3H879

**Nota: Recuperado de flujo de Documentos, SAP - Área de Programación y control de despachos de Distribuidora Norte Pacasmayo SRL.
(Ver base de datos completa en Excel).**

ANEXO 6: Tabla Dinámica Resumen de despachos (m³) – Dino SRL.

AÑO	Fecha Entrega	Total
2014	Ene	11824.6
	Feb	12248.1
	Mar	13918.1
	Abr	12697.8
	May	9437
	Jun	7339.1
	Jul	4556.3
	Ago	7136.8
	Set	8585.8
	Oct	10154.5
	Nov	9075.7
	Dic	7696.2
2015	Ene	8443.4
	Feb	8506.3
	Mar	6923.6
	Abr	6676
	May	5222.1
	Jun	5697.3
	Jul	3948.1
	Ago	5419
	Set	8134.85
	Oct	9421.59
	Nov	9184
	Dic	8122.65
2016	Ene	7413.4
	Feb	6244.5
	Mar	6986.3
	Abr	6305
	May	6878.1
	Jun	8533.3
	Jul	10000.7
	Ago	11800.7
	Set	11875.03
	Oct	10900
	Nov	9158
	Dic	8901.25
2017	Ene	9439
	Feb	8671.2
	Mar	6362
	Abr	7063.2
	May	7792
	Jun	10944.8
	Jul	8056.8
	Ago	9342.5
	Set	9823.5
	Oct	11881.7
	Nov	15250.4
	Dic	11819.9
2018	Ene	9460.1
	Feb	9151.95
	Mar	10493.59
	Abr	9842.1
	May	7770.2
	Jun	8293.9

	Jul	8693.5
	Ago	10236.3
	Set	9232.5
	Oct	12079.3
	Nov	11589.6
	Dic	11508
Total general		540163

Nota: Recuperado de flujo de Documentos, SAP - Área de Programación y control de despachos de Distribuidora Norte Pacasmayo SRL.

**ANEXO 7: Tabla Dinámica Resumen de despachos (m³) a distancia al Sur – Dino
SRL.**

AÑO	Fecha Entrega	Total
2014	Ene	1346.8
	Feb	1240.1
	Mar	1351.3
	Abr	885.3
	May	632.5
	Jun	600.5
	Jul	691.8
	Ago	2030.5
	Set	3106
	Oct	2783
	Nov	2708.3
	Dic	2557.6
2015	Ene	2164.3
	Feb	2947.7
	Mar	2187.3
	Abr	2114
	May	2073.4
	Jun	873.8
	Jul	670.3
	Ago	885
	Set	1954.95
	Oct	2751.29
	Nov	2684.6
	Dic	3339.5
2016	Ene	2139.9
	Feb	1513.6
	Mar	1518.3
	Abr	1459
	May	2608.7
	Jun	3388.3
	Jul	4217.5
	Ago	6303.9
	Set	2785.73
	Oct	3383.1
	Nov	2554.5
	Dic	2637
2017	Ene	2724.6
	Feb	3010.9
	Mar	2263
	Abr	2927.3
	May	3487.4
	Jun	4217.5
	Jul	2191.56
	Ago	3182.2
	Set	3338.2
	Oct	4605.2
	Nov	5154.4
	Dic	3944.5
2018	Ene	4561.3
	Feb	4187.5
	Mar	5031.79
	Abr	3652.9
	May	2358.6

	Jun	3520.5
	Jul	2684.5
	Ago	3718.8
	Set	2999.5
	Oct	4453
	Nov	6909.5
	Dic	5865.5
Total general		170080

Nota: Recuperado de Flujo de Documentos, SAP - Área de Programación y control de despachos de Distribuidora Norte Pacasmayo SRL.

ANEXO 8: Tabla Dinámica Resumen de despachos (m³) a distancia al Norte – Dino SRL.

AÑO	Fecha Entrega	Total
2014	Ene	7
	Feb	78
	Mar	187.5
	Abr	445.5
	Jun	39
	Jul	33
	Oct	132.5
	Nov	131
	Dic	58
	2015	Feb
Mar		291
Abr		14.5
May		14
Ago		64
Nov		120
2016		Ene
Feb	98.5	
Mar	116.5	
Abr	215.5	
May	103	
Jun	1508.5	
Jul	633.5	
Ago	186.5	
Set	366	
Oct	259	
Nov	111	
Dic	74	
2017	Ene	90.5
	Feb	712
	Mar	144
	Abr	1166.5
	May	617.5
	Jun	1419.5

2018	Jul	794.5
	Ago	550
	Set	407.5
	Oct	179
	Nov	607.5
	Dic	893
	Ene	344
	Feb	330.5
	Mar	714.5
	Abr	806.5
	May	207
	Jun	578
Jul	1231	
Ago	1099	
Set	468	
Oct	543	
Nov	135	
Dic	47	
Total general	19550	

Nota: recuperado de Flujo de Documentos, SAP - Área de Programación y control de despachos de Distribuidora Norte Pacasmayo SRL.