



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

# **FACULTAD DE INGENIERÍA**

**ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE  
INGENIERÍA INDUSTRIAL**

**“Redistribución del área de operaciones usando Simulación para  
mejorar el servicio al cliente de Platinum Auto Spa S.R.L, 2017”**

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE  
INGENIERO INDUSTRIAL**

**Autor:**

Frank Alexander Santisteban Asencio

**Asesor**

Mg. Santiago Jávez Valladares

**Línea de Investigación**

Gestión Empresarial y Productiva

**Trujillo – Perú**

**2018**

## **JURADO CALIFICADOR**

.....  
PRESIDENTE

Dr. Andrés Alberto Ruíz Gómez

.....  
SECRETARIO

Mg. Lucía Rosario Padilla Castro

.....  
VOCAL

Mg. Elmer Tello de  
la Cruz

## **DEDICATORIA**

### **A DIOS:**

Tu amor y bondad no tienen fin, me permites sonreír ante todos mis logros que son resultado de tu ayuda.

### **A MIS PADRES: JUAN Y DELIA**

Por guiarme día a día, ser mi fuente de inspiración y fortaleza para superar cualquier obstáculo. Gracias a ustedes esta meta está cumplida.

### **A MIS HERMANOS: FIORELLA Y SEBAS**

Por estar presente en todo momento, motivándome a seguir adelante con el cumplimiento de mis metas.

### **A MIS TÍOS: ROBERT Y MARY**

Por el apoyo y amor incondicional durante toda esta larga y satisfactoria travesía.

### **A MIS PRIMOS: KARY, BETO Y GINO.**

Por mostrarme el camino hacia la superación, me enseñaron que con trabajo y perseverancia se encuentra el éxito profesional.

### **A MIS AMIGOS: SAM, JOSSY, JHASCA Y KEVIN.**

Por hacer de esta etapa universitaria algo especial, divertido, único e inolvidable, porque más allá de ser compañeros de aula, tengo el privilegio de llamarlos amigos

### **A ti:**

No fue sencillo culminar con éxito este proyecto, sin embargo me decías que lo lograría perfectamente. Me ayudaste hasta donde te era posible, incluso más que eso. Gracias.

## **AGRADECIMIENTO**

Agradezco a la Universidad César Vallejo por formarme integralmente a lo largo del desarrollo académico de mi carrera, a los docentes que con su experiencia contribuyeron al fortalecimiento de mis competencias como ingeniero y de manera muy especial a mis asesores los ingenieros Lucía Padilla Castro y Santiago Jávez Valladares. Por otro lado también demuestro mi particular deferencia con la empresa PLATINIUM AUTO SPA S.R.L. quién me brindó la oportunidad de desarrollar mi investigación y dentro de ella especialmente al gerente Gino Asencio López.

## **DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD**

Yo Santisteban Asencio Frank Alexander con DNI N° 71223317, a efecto de cumplir con las disposiciones vigentes consideradas en el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad César Vallejo, Facultad de Ingeniería, Escuela de Ingeniería Industrial, declaro bajo juramento que toda la documentación que acompaño es veraz y auténtica.

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

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

**Frank Alexander Santisteban Asencio**

## PRESENTACIÓN

Señores miembros del jurado, presento ante ustedes la Tesis titulada “Redistribución del área de operaciones usando Simulación para mejorar el servicio al cliente de Platinum Auto Spa S.R.L, 2017”, la cual contempla siete capítulos:

Capítulo I: Introducción, donde se describen la bases teóricas y empíricas que ayuden a dar solución a la problemática planteada, indicando la justificación del estudio, su problema, hipótesis y objetivos que se persiguen.

Capítulo II: Método, hace referencia al método, diseño, variables, población y muestra, así como las técnicas e instrumentos empleados y los métodos de tratamiento de datos.

Capítulo III: Contempla el resultado de los objetivos, para lo cual se realizó un análisis de la distribución actual de la empresa en estudio, simulación del sistema actual, determinación del tiempo estándar, modelo de distribución de área, elaboración del modelo de simulación de la distribución de servicios, y por último se evaluó el efecto de la redistribución.

Capítulo IV al V: Contempla secuencialmente las discusiones, conclusiones de cada objetivo.

Capítulo VI: Las recomendaciones pertinentes acorde al estudio; y

Capítulo VII: Presenta el resumen de las fuentes bibliográficas usadas en base a la norma ISO 690.

Esta investigación ha sido elaborada en cumplimiento del Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad César Vallejo para obtener el Título Profesional de Ingeniero Industrial. Esperando cumplir con los requisitos de aprobación.

El Autor

## ÍNDICE

<b>PAGINAS PRELIMINARES</b>	
JURADO CALIFICADOR .....	i
DEDICATORIA.....	ii
AGRADECIMIENTO.....	iii
DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD.....	iv
PRESENTACIÓN .....	v
RESUMEN.....	x
ABSTRACT.....	xi
<b>I. INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>1</b>
1.1. REALIDAD PROBLEMÁTICA.....	4
1.2. TRABAJOS PREVIOS .....	5
1.3. TEORÍAS RELACIONADAS .....	7
1.4. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.....	18
1.5. JUSTIFICACIÓN .....	18
1.6. HIPÓTESIS .....	18
1.7. OBJETIVOS.....	18
<b>II. MARCO METODOLÓGICO .....</b>	<b>19</b>
2.1. TIPO DE ESTUDIO .....	20
2.2. DISEÑO .....	20
2.3. VARIABLES Y OPERACIONALIZACION .....	20
2.4. POBLACIÓN Y MUESTRA .....	22
2.5. TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS.....	23
2.6. MÉTODOS DE ANÁLISIS DE DATOS .....	24
2.7. ASPECTOS ÉTICOS.....	24
<b>III. RESULTADOS .....</b>	<b>25</b>
3.1. ANÁLISIS DE LA DISTRIBUCIÓN ACTUAL.....	26
3.2. TIEMPO DE SERVICIO .....	34
3.3. MODELO DE SIMULACIÓN DE LA DISTRIBUCIÓN ACTUAL:.....	38
3.4. PROPUESTA DE NUEVO MODELO DE DISTRIBUCIÓN DE ÁREA .....	47
3.5. MODELO DE SIMULACIÓN DE LA DISTRIBUCIÓN DE LOS SERVICIOS.....	51
3.6. EVALUACIÓN DEL EFECTO DE LA REDISTRIBUCIÓN.....	61
<b>IV. DISCUSIONES .....</b>	<b>62</b>
<b>V. CONCLUSIONES.....</b>	<b>65</b>
<b>VI. RECOMENDACIONES.....</b>	<b>67</b>

<b>VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>69</b>
<b>ANEXOS .....</b>	<b>72</b>
<b>A. ANEXO DE TABLAS .....</b>	<b>73</b>
<b>B. ANEXO DE FIGURAS .....</b>	<b>90</b>
<b>C. ANEXO DE INSTRUMENTOS.....</b>	<b>117</b>
<b>ANEXO MATRIZ DE CONSISTENCIA.....</b>	<b>120</b>
<b>3.2. TIEMPO DE SERVICIO .....</b>	<b>122</b>
<b>3.3. MODELO DE SIMULACIÓN DE LA DISTRIBUCIÓN ACTUAL: .....</b>	<b>122</b>
<b>3.4. PROPUESTA DE NUEVO MODELO DE DISTRIBUCIÓN DE ÁREA: .....</b>	<b>123</b>
<b>3.5. MODELO DE SIMULACIÓN DE LA DISTRIBUCIÓN DE LOS SERVICIOS.....</b>	<b>123</b>
<b>3.6. EVALUACIÓN DEL EFECTO DE LA REDISTRIBUCIÓN.....</b>	<b>123</b>

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 6: Operacionalización de variables.....	21
Tabla 7: Nivel de ventas por servicio actual.....	27
Tabla 8: Distancia de recorrido actual, servicio de lavado de vehículos.....	33
Tabla 9: Número de muestras para el estudio de tiempos servicio de lavado de vehículos .....	34
Tabla 10: Valoración del ritmo del Trabajo, servicio de lavado de vehículos.....	35
Tabla 11: Suplementos del Trabajo, servicio de lavado de vehículos.....	36
Tabla 12: Tiempo Estándar servicio de lavado de vehículos .....	37
Tabla 13: Distribución del tiempo actual servicio de lavado de vehículos.....	38
Tabla 14: Distribución de arribos actuales, servicio de lavado de vehículos.....	41
Tabla 15: Resumen de la entidad actual, servicio de lavado de vehículos.....	45
Tabla 16: Resumen de la locación actual, servicio de lavado de vehículos .....	45
Tabla 17: Análisis producto- cantidad, servicio de lavado de vehículos .....	47
Tabla 18: Distribución del tiempo de servicio propuesto lavado de vehículos.....	52
Tabla 19: Resumen de la entidad propuesta, servicio de lavado de vehículos.....	59
Tabla 20: Resumen de la locación propuesta, servicio de lavado de vehículos.....	59
Tabla 21: Evaluación de la distribución, servicio de lavado de vehículos .....	61
Tabla 1: Sistema de Calificación de Habilidad Westinghouse .....	74
Tabla 2: Sistema de Calificación de Esfuerzo Westinghouse .....	74
Tabla 3: Sistema de Calificación de Condiciones Westinghouse.....	75
Tabla 4: Sistema de Calificación de Consistencia Westinghouse.....	75
Tabla 5: Suplementos de Trabajo.....	76

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 6: Organigrama Platinum Auto Spa S.R.L.....	26
Figura 7: Diagrama actual de análisis de actividades para el servicio de lavado de vehículos.....	28
Figura 8: Plano actual de la empresa.....	30
Figura 9: Plano 3D de la empresa.....	31
Figura 10: Diagrama de recorrido actual de la empresa .....	32
Figura 11: Diseño lógico actual a simular para servicio de lavado de vehículos ....	39
Figura 12: Locaciones actuales servicio de lavado de vehículos .....	40
Figura 13: Arribos actuales servicio de lavado de vehículos.....	41
Figura 14: Distribución actual de arribos en la empresa Platinum Auto Spa S.R.L.....	41
Figura 15: Simulación Procesos actuales servicio de lavado de vehículos .....	42
Figura 16: Layout actual servicio de lavado de vehículos .....	43
Figura 17: Simulación actual del servicio de lavado de vehículos modelo por 9 horas.....	44
Figura 18: Registro actual de llegadas, servicio de lavado de vehículos.....	46
Figura 19: Registro actual de salidas, servicio de lavado de vehículos .....	46
Figura 20: Registro actual de ingresos, servicio de lavado de vehículos .....	46
Figura 21: Diagrama de relaciones servicio de lavado de vehículos .....	48
Figura 22: Diagrama relacional de espacios servicio de lavado de vehículos .....	49
Figura 23: Desarrollo del diagrama relacional de espacios servicio de vehículos ..	49
Figura 24: Propuesta de diagrama de recorrido servicio de lavado de vehículos ...	50
Figura 25: Diagrama propuesto de análisis de actividades del proceso servicio de lavado de vehículos .....	51
Figura 26: Diseño lógico propuesto a simular servicio de lavado de vehículos .....	53
Figura 27: Locaciones distribución propuesta servicio de lavado de vehículos.....	54
Figura 28: Arribos distribución propuesta servicio de lavado de vehículos .....	55
Figura 29: Distribución de arribos distribución propuesta servicio de lavado de vehículos .....	55
Figura 30: Procesos propuestos distribución propuesta servicio de lavado de vehículos .....	56
Figura 31: Layout propuesto de la simulación servicio de lavado de vehículos	

.....	57
Figura 32: Simulación del modelo propuesto, por 9 horas, servicio de lavado de vehículos .....	58
Figura 33: Registro propuesta de ingresos, servicio de lavado de vehículos .....	60
Figura 34: Registro propuesta de ingresos, servicio de lavado de vehículos .....	60
Figura 35: Registro propuesta de ingresos, servicio de lavado de vehículos .....	60
Figura 1: Tabla relacional de actividades.....	91
Figura 2: Diagrama relacional de espacios.....	91
Figura 3: Desarrollo diagrama relacional de espacios.....	92
Figura 4: Estructura diagrama de recorrido.....	92
Figura 5: Estructura del Diagrama de análisis de actividades.....	93

## **RESUMEN**

La presente investigación titulada “Redistribución del área de operaciones usando

Simulación para mejorar el servicio al cliente de Platinum Auto Spa S.R.L, 2017”, enmarcado en las teorías de la Distribución de planta, Estudio de tiempos, Simulación; para lo cual empleó el método deductivo, aplicándolo a una muestra de 21 actividades y 384 clientes. Para lo cual empleó diagrama de análisis de actividades, diagrama de recorrido, estudio de tiempos, simulación en promodel y la metodología SLP (Planificación sistemática de la distribución de planta. Obteniendo como principales resultados que con la propuesta e redistribución de las áreas se lograría un aumento del 42.86% en utilización de espacio, aumento de los ingresos en 35.37%, reducción del 69.63% en distancia de recorrido, y principalmente un aumento del 38.46% en el nivel del servicio de atención al cliente. Lo que me permite concluir que la redistribución del área de operaciones usando simulación permitirá mejorar el servicio al cliente en la empresa Platinum Auto Spa S.R.L, 2017.

**Palabras claves:** Redistribución de áreas, simulación, metodología SLP, servicio al cliente.

## **ABSTRACT**

The present investigation entitled "Redistribution of the area of operations using

Simulation to improve the customer service of Platinum Auto Spa S.R.L, 2017", framed in the theories of Plant Distribution, Time Study, Simulation; for which he used the deductive method, applying it to a sample of 21 activities and 384 clients. For this purpose, it used an activity analysis diagram, route diagram, time study, promodel simulation and SLP methodology (Systematic planning of the distribution of the plant, obtaining as main results that with the proposed redistribution of the areas a increase of 42.86% in space utilization, increase in revenues by 35.37%, reduction of 69.63% in distance traveled, and mainly an increase of 38.46% in the level of customer service, which allows me to conclude that the Redistribution of the operations area using simulation will improve the customer service in the company Platinum Auto Spa SRL, 2017.

**Key Word:** Redistribution of areas, simulation, SLP methodology, customer service.

# I. INTRODUCCIÓN

## **1.1. REALIDAD PROBLEMÁTICA**

Hoy en día el principal protagonista en el juego de los negocios es el cliente. Las organizaciones buscan satisfacer las necesidades de sus clientes, incrementando su productividad y volviéndose más competitivas.

El esfuerzo de la organización debe estar orientada a satisfacer sus clientes, pues si no obtienen un producto de calidad y un buen servicio, no regresarán a comprar, al respecto (Najul, 2011) aduce que el 20% de las personas que no compran un bien o servicio, lo hacen porque la atención no es la adecuada o por las fallas de información.

La percepción de la calidad de servicio que tengan los clientes es el éxito en las organizaciones que prestan servicios, ya que depende de la confianza a los clientes y la imagen que se refleja a los potenciales clientes. No solo es necesario ofrecer productos o servicios acorde a las necesidades del cliente, sino también el tiempo, el espacio, la manera, y la situación que la ofrecemos, esto se ve reflejado en el tiempo de espera y en la capacidad de para recibir a los clientes. (Camacho, 2013). Al respecto los empresarios deben evaluar diversas alternativas para decidir aquello que optimicen sus recursos y los lleven al logro de sus objetivos, en este caso el servicio al cliente.

En este sentido la redistribución de operaciones contribuye a que la empresa adopte métodos actuales y así mantenerse eficaces y eficientes, y dentro de ello la simulación es una poderosa herramienta en la toma de decisiones, pues permite experimentar diferentes escenarios sin alterar la realidad y sin que represente un alto costo. Mejía y Galofre (2008).

Esta realidad no es ajena a la empresa Platinum Auto Spa SRL, la cual tiene un promedio de 480 vehículos atendidos mensualmente y un promedio de 240 vehículos que son dejados de atender por falta de capacidad de sus instalaciones, generando insatisfacción del cliente y pérdida de ventas.

Por otro lado los clientes atendidos también manifiestan insatisfacción debido al tiempo de espera para ser atendidos y al tiempo en que se presta el servicio.

Al respecto es necesario tener un conocimiento más técnico para poder proponer una redistribución del área de operaciones de la en la empresa en estudio y tomar medidas correctivas que ayuden a mejorar el servicio al cliente; de tal manera que se favorezca a la empresa en estudio. Por ende el presente trabajo pretende

mostrar cómo estos fenómenos pueden ser representados por el proceso de la Simulación.

## **1.2. TRABAJOS PREVIOS**

-En la investigación de Gutierrez, Guevara y Ribadeneira (2009), denominada “Optimización del sistema hospitalario ecuatoriano: Estudio, modelización, simulación y minimización de tiempos de espera de pacientes de consulta externa”, en la Pontificia Escuela Politécnica Nacional, Quito, Ecuador. Empleando como método de investigación el modelo de simulación de eventos discretos. Obteniendo como resultado de la simulación, en el escenario 1 una reducción del 95.3% el tiempo de espera, 86% en el escenario 2, 93.9% en el escenario 3, y 92% en el escenario 4. Llegando a la conclusión que es necesario incrementar el número de servidores disponibles o doblar las jornadas de atención.

-En la investigación de Fuertes (2012), denominada “Análisis y mejora de procesos y distribución de planta en una empresa que brinda el servicio de revisiones técnicas vehiculares”, realizada para obtener el título de Ingeniero Industrial; en la Pontificia Universidad Católica del Perú. Empleando como método de investigación la Planeación sistemática de la distribución de planta SLP (Systematic Layout Planning). Obteniendo como resultado de la distribución un 12% de aumento en la capacidad de atención y se redujo en 13%, 16% y 17% el tiempo de operación en las diferentes estaciones, llegando a la conclusión de que con la distribución de planta se aumenta la capacidad instalada.

-En la investigación de Rosazza (2014) denominada “Modelo de línea de espera y optimización del servicio de despacho de combustible en la empresa consorcio terminales GMP Oiltalking – Supe Puerto, 2014”, realizada para obtener el título de Ingeniero Industrial; en la Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión. Empleando como métodos de investigación simulación Montecarlo a 200 horas, con una disciplina primero en llegar primero en salir ,con una capacidad de cola de 20 y con diferentes números de servidores. Obteniendo como resultado con 3 servidores aumento el servicio de despacho en 43%, en la simulación con 4 servidores aumento el servicio de despacho en 64% .Llegando a la conclusión de que al determinar el modelo de línea de espera, permite optimizar el servicio de despacho de combustible.

-En la investigación de Camacho (2013), denominada “Aplicación de teorías de líneas de espera y simulación para optimizar tiempos de atención al cliente en la oficina Gamarra del Banco de Crédito del Perú S.A.C de la ciudad de Trujillo”, realizada para obtener el título de Ingeniero Industrial; en la Universidad César Vallejo. Empleando como método de investigación el registro de toma de tiempos. Llegando a la conclusión de que en función a la tasa de llegada y de servicio será necesario aumentar de 4 a 11 servidores en el sector S, de 5 a 18 servidores en el sector C, obteniendo una reducción del 97.5% y 97.3% de tiempo de espera.

-En la investigación de Miranda y Rodriguez (2008), denominada “Rediseño de la distribución de planta física del área de producción y almacenes de la empresa Tubos y Metales & Cía. LTDA”, realizada para obtener el título de administrador industrial, en la Universidad de Cartagena. Empleando como método la Planeación sistemática de la distribución de planta SLP (Systematic Layout Planning) y la simulación, el programa utilizado fue el software WINQ SB. Obteniendo como resultado que se disminuye en un 31% el recorrido de los trabajadores. Llegando a la conclusión de que con la redistribución se establecen las relaciones de cercanía de cada una de las áreas.

-En la investigación de Cárdenas (2012), denominada “Diseño de la distribución de la nueva planta en la empresa Maldonado García Maga”, realizada para obtener el título de Ingeniero en diseño industrial, en la Universidad Central de Ecuador. Empleando como método la Planeación sistemática de la distribución de planta SLP (Systematic Layout Planning). Obteniendo como resultado que se disminuye en un 56.2% la distancia de recorrido. Llegando a la conclusión de que se logra optimizar los procesos.

### 1.3. TEORÍAS RELACIONADAS

El estudio está contemplado en una mezcla de metodologías: distribución de planta, estudio de tiempos e investigación de operaciones.

Esta investigación requiere para analizar las operaciones medir el tiempo de ellas para lo cual recurre a la técnica del **Estudio de tiempos**, la cual según Meyers (2000) sirve para comprender la naturaleza del trabajo, siendo útiles para reducir costos innecesarios y ayuda a los gerentes a tomar decisiones con inteligencia. Según Palacios (2014) para realizar un estudio de tiempos se debe considerar los siguientes factores:

**-Escoger el operario**, seleccionar una persona de tipo medio que conozca y disfrute su trabajo, que labore de forma consiente y sistemática,

**-Analizar los elementos que ingresan al proceso**, conocer el detalle de los materiales (tamaño, peso, forma, calidad, etc.), métodos, maquinas, herramientas, medio ambiente y seguridad.

**-Puesto de trabajo**, conocimiento del puesto de trabajo: entrada de materiales, salida de productos, movimientos del operario, ubicación de materiales y herramientas.

**-Condiciones ambientales**, operario de pie o sentado, ruido, humedad, temperatura, condiciones y estado del suelo.

Según Heizer (2009) para realizar un **estudio de tiempos** se deben de seguir los siguientes pasos:

-Determinar el proceso a estudiar.

- Dividir el proceso en tareas esenciales

-Determinar la herramienta a utilizar, ficha de registro del estudio de tiempos (C1 del anexo de instrumentos), en el caso de estudio se utilizara el cronómetro.

-Definir la muestra, mediante:

$$n = \left( \frac{40 \sqrt{n' \sum x^2 - (\sum x)^2}}{\sum x} \right)^2$$

**Donde:**

n = Tamaño de la muestra que deseamos determinar.

n' = Número de observaciones del estudio preliminar.

$\sum$  = suma de los valores

x = valor de las observaciones

-Realizar la toma de tiempos.

-Sumar los tiempos y calcular el promedio.

-Convertir los tiempos promedios en tiempos normales con la siguiente fórmula.

$$TN = TO (1 + ID)$$

*TN = Tiempo normal*

*TO = Tiempo observado promedio*

*ID = Índice de desempeño*

El índice de desempeño según Niebel (2009), fue elaborado por Westinghouse Electric Corporation, es el sistema de calificación más usado para evaluar el desempeño del operario y considera cuatro factores: (Niebel, 2009)

- Habilidad, es la capacidad por continuar un método brindado, relaciona la coordinación entre manos y mente. La habilidad cambia de acuerdo a la persona, se relaciona con la experiencia, su valoración se muestra en el anexo de tablas N° 1.
- Esfuerzo, es la expresión de energía manejado por el trabajador para laborar de manera eficaz, su valoración se muestra en el anexo de tablas N° 2.
- Condiciones, se encuentran en el ambiente y afectan directamente al trabajador, usualmente son: ruido, temperatura, luz y ventilación, su valoración se muestra en el anexo de tablas N° 3.
- Consistencia del trabajador, si el trabajo tiene una repetición constante, su valoración se muestra en el anexo de tablas N° 4.

Luego de determinar las valoraciones numéricas se suman y se forma el índice de desempeño.

Convertir los tiempos normales en tiempo estándar, con la siguiente fórmula:

$$TS = TN (1 + S)$$

*TS = Tiempo estandar*

*TN = Tiempo normal*

*S = Suplementos*

Los suplementos son los tiempos adicionales que se le otorga al operario para que se recupere por algún factor psicológico, fisiológico causado mientras realiza su trabajo, La Organización Internacional del Trabajo (OIT) las divide en: (Niebel, 2009)

- Fijos: son netamente del trabajador:
  - ✓ Necesidades básicas: interrupciones inevitables, ayudan a mantener bien al trabajador.
  - ✓ Por fatiga: de acuerdo a la tarea que realiza se dan descansos por consumo de energía.
- Variables: son dadas por las condiciones de trabajo: levantamiento de peso, trabajo de pie, intensidad de luz, tensión visual, tensión auditiva, calidad de aire, monotonía mental, monotonía física, tensión mental, postura anormal.

Los suplementos con sus valoraciones se observan en el anexo de tablas N° 5 del anexo.

Para la presente investigación es necesario conocer también las teorías de la **Redistribución de procesos**, según Krajewski (2012), traduce las decisiones generales sobre las prioridades competitivas, estrategia de procesos, calidad y capacidad de los procesos en equipo, espacio y disposiciones físicas de personal. Las opciones de distribución ayudan enormemente a comunicar los planes de producción y las prioridades competitivas de una organización.

Las prioridades competitivas de la distribución física son: aumentar la satisfacción del cliente, facilita flujo de materiales, aumenta la utilización de mano de obra y equipo, mejora la comunicación y reduce los riesgos para los trabajadores.

También es necesario conocer sobre **los Tipos de distribución**, que depende a la estructura de los procesos, y existen 4 tipos de distribución:

- **Distribución de flujo flexible:** los recursos (empleados y equipos) se organizan por función, es decir cuando se deben fabricar varios productos en la misma operación.
- **Distribución de flujo en línea:** se logra mediante la distribución de flujo en línea, tienen tareas repetitivas y flujos de trabajo lineales.
- **Distribución híbrida:** es la combinación de procesos flexibles y flujo lineal,
- **Distribución de Posición fija:** se utiliza cuando el producto es grande o difícil de movilizar, entonces el lugar donde se fabrica el producto o presta el servicio es fijo.

Para tomar decisiones fundamentales en la planificación de la distribución también se pueden considerar **criterios de desempeño**, los que pueden incluir uno o varios de los siguientes factores: nivel de ventas, nivel de inversión de capital, comodidad

del cliente, necesidades para el manejo de materiales, ambiente de trabajo y “atmósfera” apropiada, satisfacción del cliente, facilidad para el mantenimiento del equipo, facilidad de selección de existencias, , actitudes de los clientes y empleados.

Para la **distribución de planta** también es necesario conocer la **metodología SLP**, según Baca (2010) aplica a en la distribución de plantas nuevas como también en la redistribución de plantas existentes. Permite identificar, valorar y visualizar todos los elementos involucrados en la distribución. Las 4 fases de distribución de planta son: (Baca, 2010)

- **Fase I:** Localización, en el caso de la redistribución se debe determinar si la planta seguirá en el mismo lugar o se trasladara a otra área.
- **Fase II:** Distribución General del Conjunto: aquí se indica la relación, el tamaño y la configuración de las actividades. El resultado es un bosquejo de la futura planta.

Para Muther, citado por Pérez (2008), los pasos para realizar el procedimiento son los siguientes:

- Paso 1: Análisis producto-cantidad, es necesario conocer que se va a producir y en qué cantidades, se utiliza una ficha producto- cantidad que se observa en el anexo C1.
  - Paso 2: Análisis de relaciones entre actividades, se identifica la intensidad y el tipo de interacciones entre las actividades del proceso, se realiza con la tabla relacional de actividades (figura 1 del anexo)
  - Paso 3: Diagrama relacional de espacios (figura 2 del anexo), ordena las actividades con la información recogida, obteniendo un gráfico donde las actividades son representadas por nodos unidos por líneas que representan la intensidad de la relación.
  - Paso 4: Desarrollo del diagrama relacional de espacios (figura 3 del anexo), los símbolos de cada actividad son presentados a escala, de la forma y el tamaño que ocupa en el área para el desarrollo de la actividad.
- **Fase III:** Plan de distribución detallada, desarrolla el plan de distribución, determina la secuencia de los productos durante su proceso, se planifica donde se colocan los puestos de trabajo, así como equipos y maquinaria. Se

realiza con **Diagrama de recorrido** (figura 4 del anexo), que sirve para ver el flujo del proceso en las áreas de la empresa (Pérez, 2009)

- **Fase IV:** Instalación, son los ajustes necesarios, movimientos físicos, para poder lograr la distribución como fue planeada

Otras de las herramientas utilizadas en la investigación son: (Pérez, 2009)

- **Diagrama de actividades del proceso** (DAP) (figura 5 del anexo), es la representación simbólica y gráfica de la manera de proporcionar un servicio o elaborar un producto; donde registran las principales inspecciones y operaciones que tienen por símbolo un cuadrado y un círculo respectivamente, con sus relaciones cronológicas.

Así mismo se debe determinar el concepto de **Investigación de operaciones**, que construye un modelo de decisión con recursos limitados, utilizando técnicas matemáticas para determinar el curso de acción óptimo de un problema de decisión (Rincón, 2001), la investigación de operaciones tiene 5 fases: (Taha, 2012)

- **Definición del problema**, donde se detalla las alternativas de decisión, se determina el objetivo de estudio y se especifican las delimitaciones del sistema a modelar.
- **Construcción de modelo**, se transforma el problema en relaciones matemáticas, ajustándolos a los modelos matemáticos estándar.
- **Solución del modelo**, se estudia el comportamiento de la solución óptima mediante el análisis de sensibilidad.
- **Validación del modelo**, se comprueba los resultados del modelo con datos históricos; el modelo es válido si reproduce el desempeño pasado con datos de entrada iguales.
- **Implementación de la solución**, es la transformación de los resultados del modelo en instrucciones de operación comprensibles, que son transmitidas a las personas que administran el sistema.

El modelo matemático que usa esta investigación es el de **Teoría de Colas**, según Krajewski (2008) las colas se forman cuando uno o más clientes esperan prestación de servicio o ejecución de trabajo, a consecuencia del aumento de la demanda y

baja capacidad del sistema para satisfacerla; la variabilidad de la demanda determina el tamaño de la fila de espera.

Las filas de espera tienen los siguientes elementos: (Taha, 2012)

- **Población de clientes**, son las unidades que llegan a recibir un servicio, estas unidades pueden ser **finitas** cuando el sistema limita la llegada de clientes, o **infinitas** cuando la población es en realidad finita pero muy grande.
- **El sistema de Servicio**, que se puede describir como, **número de filas** de la forma de una sola fila o filas múltiples, y **distribución de las instalaciones de servicio** definidas por el número de **canales** que son las instalaciones necesarias para brindar un servicio, y **fases** que son los pasos para la prestación del servicio.
- **Regla de prioridad**, determina el cliente que debe ser atendido, según Taha (2012), el orden común es el de **primero en llegar, primero en ser atendido**; también encontramos la disciplina **última en llegar, primero en ser atendido**; **servicio de orden aleatorio** y también pueden ser seleccionados por **prioridad**.

Según Krajewski (2008), los problemas de las filas de espera se dan por la variación de los tiempos para brindar el servicio y la llegada aleatoria de los clientes al sistema, y se pueden describir mediante la **Distribución de Probabilidades**.

- **Distribución de llegadas**, la variabilidad de la llegada de los clientes se describe por una distribución Poisson, donde especifica la probabilidad que n clientes lleguen en T periodos de tiempo.

$$P_n = \frac{(\gamma T)^n}{n!} e^{-\gamma T}$$

Para  $n = 0, 1, 2, \dots$

Dónde:

$P_n$  = probabilidad de n llegadas en T periodos de tiempo

$\gamma$  = número promedio de llegadas de clientes por periodo

$e = 2.7183$

Las Probabilidades representan a un número específico de llegadas

por unidad de tiempo.

- **Distribución de tiempo de servicio**, probabilidad que el tiempo de servicio al cliente no sea mayor a T periodos de tiempo.

$$P(t \leq T) = 1 - e^{-\mu T}$$

$\mu$

= número promedio de clientes que completan el servicio por periodo

$t$  = tiempo de servicio del cliente

$T$  = tiempo de servicio objetivo

Según Krajewski (2008), se hace uso de **Modelos de filas de espera** para analizar operaciones.

- **Modelo con un solo servidor**, es el modelo más sencillo, con un solo servidor y una sola fila de clientes, donde:

$$\rho = \text{utilización promedio del sistema} = \frac{\gamma}{\mu}$$

$$P_n = \text{probabilidad que } n \text{ clientes estén en el sistema} = (1 - \rho)\rho^n$$

$$L = \text{número promedio de clientes en el sistema de servicio} = \frac{\gamma}{\mu - \gamma}$$

$$L_q = \text{número promedio de clientes en la fila de espera} = \rho L$$

$$W = \text{tiempo transcurrido en el sistema, incluido el servicio} = \frac{1}{\mu - \gamma}$$

$$W_q = \text{tiempo promedio de espera en la fila} = \rho W$$

- **Modelo con múltiples servidores**, consiste en una sola fila de clientes que eligen entre S servidores el que se encuentra disponible, donde:

$$\rho = \text{utilización promedio del sistema} = \frac{\gamma}{s\mu}$$

$$P_0 = \text{probabilidad de que haya 0 clientes estén en el sistema}$$

$$= \left[ \sum_{n=0}^{s-1} \frac{\left(\frac{\gamma}{\mu}\right)^n}{n!} + \frac{\left(\frac{\gamma}{\mu}\right)^s}{s!} \left(\frac{1}{1-\rho}\right) \right]^{-1}$$

$$P_n = \text{probabilidad de que haya } n \text{ clientes en el sistema}$$

$$= \frac{\left(\frac{\gamma}{\mu}\right)^n}{n!} P_0, \text{ si: } 0 < n < s$$

$$= \frac{\left(\frac{\gamma}{\mu}\right)^n}{s!s^{n-s}} P_0, \text{ si: } n \geq s$$

$$L_q = \text{número promedio de clientes en la fila de espera} = \frac{P_0 \left(\frac{\gamma}{\mu}\right)^s \rho}{s! (1 - \rho)^2}$$

$$W_q = \text{tiempo promedio de espera de los clientes en la fila} = \frac{L_q}{\gamma}$$

$$W = \text{tiempo promedio pasado en el sistema, incluyendo el servicio}$$

$$= W_q + \frac{1}{\mu}$$

$$L = \text{número promedio de clientes en el sistema de servicio} = \gamma W$$

En esta investigación se hace uso de la **Simulación**, según Chase (2009), es modelar un sistema real en computadora, se realiza antes que entre a operación el sistema real para ver sus reacciones ante posibles cambios de su estructura, de tiempo real o en sus reglas operativas a fin de ayudar en la mejora de su diseño. Las principales etapas en un estudio de simulación son: **definir el problema**, implica identificar las variables del sistema y especificar objetivos; luego se **elabora el modelo de simulación**, donde especificamos variables, parámetros, reglas de decisión, distribuciones de probabilidad e incremento de tiempo; posteriormente se **especifican valores de variables y parámetros** donde se determina las condiciones iniciales de las variables y la duración que se ejecutara la simulación; se **evalúan los resultados** con análisis de regresión, varianza y pruebas t; se **valida** poniendo a prueba el programa para comprobar que la simulación representa al sistema real; finalmente se hace la **proposición de un nuevo experimento** donde se puede cambiar los parámetros, condiciones de inicio variables, reglas y tiempo de ejecución. Hiller y Lieberman (2010) clasifican la simulación en **eventos discretos** donde los cambios en el sistema ocurren de manera instantánea en diferentes puntos de tiempo, Taha (2012) cambian cuando un cliente entra o sale del sistema, y **simulación continua** donde continuamente ocurren cambios en el sistema.

Para ejecutar la simulación se utilizara el software **Promodel**, según García y Cárdenas (2013), es el software más utilizado para la simulación, con el diseño, las herramientas de análisis y la animación de los modelos bajo estudio, permite conocer mejor el problema y obtener resultados más confiables sobre las decisiones a tomar. Tiene los siguientes elementos: (García y otros, 2013)

- **ProModel:** área donde se definirá el modelo y sus componentes, se programa las relaciones entre las variables, flujos, relaciones lógicas, ciclos de producción y actividades.
- **Editor gráfico:** cuenta con una biblioteca y tiene la capacidad de crear e importar imágenes, que permite una mejor presentación visual del problema a simular.
- **Resultados:** aquí se puede observar los resultados de las variables en el modelo, que facilita el manejo, la administración y el análisis de la

información.

- **Stat::Fit:** es una herramienta estadística que permite hacer ajustes sobre los datos de la muestra , obteniendo información para determinar las distribuciones de las variables aleatorias del modelo. (García y otros, 2013)
- **Editor de turnos:** asigna turnos de trabajo a los elementos que lo requieran.
- **Simrunner:** se utiliza en el análisis posterior al modelo, permite distinguir la mejor combinación de factores y así obtener el beneficio máximo al mejorar un proceso.
- **Referencias y ayuda:** módulos de Promodel que facilitan la programación y uso del software.

Para la **construcción de un modelo en Promodel:** (García y otros, 2013)

- **Mejoramiento visual del modelo,** herramientas que permiten incrementar la capacidad visual del modelo.
- **Modelado de un sistema que incluye más de un proceso,** se empieza definiendo las locaciones físicas del proceso, luego se definen las entidades seguidas de los arribos de las piezas al sistema. A continuación se define la lógica del proceso, programando operaciones y rutas de las entidades. Con estos pasos el modelo deberá ejecutarse sin problemas, sin embargo debemos incluir el mensaje de inicio y de fin de la simulación. Para finalizar se define el tiempo de simulación y ya se puede guardar y ejecutar el modelo.
- **Inclusión de gráficos de fondo en el modelo,** para la mejor presentación visual de la simulación permite modelar los procesos sobre un plano de planta o un área de trabajo.

Por otra parte la investigación busca mejora el **Servicio al cliente**, según Tschohl (2008), es una acción de ventas ya que estimula a los clientes a comprar más y regresar con mayor frecuencia. Los clientes satisfechos con los servicios recurren una y otra vez a la organización representando el 65% de las ventas promedio de la empresa.

Según Estrada (2007) la calidad de servicio al cliente se manifiesta en **diseño** que es el servicio brindado y las instalaciones que permitirán brindar el servicio como: acceso fácil a oficinas, disponibilidad de personal o equipos, horario. También se

manifiesta por la **realización**, que es hacer adecuadamente el trabajo y se relaciona con: atención adecuada, atención rápida, si el cliente percibe interés por ser atendido, si solucionan sus requerimientos, etc.

**Capacidad de servicio al cliente:**

- **Capacidad Estratégica**, se deben valorar las expectativas del cliente y crear un servicio que las satisfaga ofreciendo un servicio bien diseñado.
- **Capacidad Operativa**, ofrecer un servicio sin fallas, es decir prestar el servicio de igual calidad en las distintas áreas de la organización; esto implica estandarizar el manejo, el conocimiento de los procedimientos y las normas de calidad. A la vez tener un entorno adecuado para que el cliente mantenga una conexión positiva con la organización.

Para satisfacer las **expectativas del cliente con respecto al servicio** es necesario:

- **Entrega a Tiempo:** es la cantidad de servicios brindados en el tiempo pactado.
- **Nivel de atención:** es la cantidad de clientes atendidos sobre el total de clientes que solicitan el servicio. (Domínguez ,2007)
- **Tiempo de espera:** según Krajewski (2008), tiempo desde la entrada del cliente hasta que es atendido.

#### **1.4. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA**

¿Qué efecto produce la redistribución del área de operaciones usando simulación en el servicio al cliente de Platinum Auto Spa S.R.L en el año 2017?

#### **1.5. JUSTIFICACIÓN**

La presente investigación se justifica teóricamente porque pretende contribuir al conocimiento existente mediante la aplicación de la teoría y los conceptos sobre el rediseño de áreas usando Simulación, cuyo resultado es mejorar el servicio al cliente.

Así mismo de manera práctica esta investigación permitirá determinar y analizar los factores físicos de distribución que afectan la satisfacción del cliente y con ello proponer una redistribución de sus operaciones para permitirle al empresario tomar decisiones mediante la redistribución de procesos logrando mejorar el servicio al cliente.

Metodológicamente esta investigación servirá como referencia para orientar futuras investigaciones en mejora del servicio al cliente usando simulación en la redistribución del área de operaciones y proporcionando un método para probar la hipótesis desde el diseño pre experimental.

#### **1.6. HIPÓTESIS**

La redistribución del área de operaciones usando simulación permite mejorar el servicio al cliente de Platinum Auto Spa S.R.L en el año 2017.

#### **1.7. OBJETIVOS**

##### **1.7.1. OBJETIVO GENERAL**

Redistribuir el área de operaciones usando Simulación para mejorar el servicio al cliente en la empresa Platinum Auto Spa S.R.L, en el año 2017.

##### **1.7.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Analizar la actual distribución del área de operaciones.
- Recoger datos de tiempo de servicio de atención al cliente.
- Elaborar el modelo de simulación de la distribución actual.
- Proponer una nueva distribución de áreas.
- Simular los efectos de la nueva distribución.
- Evaluar el efecto de la redistribución del área de operaciones en el servicio al cliente.

# **II. MARCO METODOLÓGICO**

## 2.1. TIPO DE ESTUDIO

Es un estudio **aplicado**, porque hizo uso de los conocimientos teóricos de redistribución de área usando simulación para dar solución a la realidad problemática de la empresa en estudio. A su vez es un estudio **no experimental**, porque se limitó a observar las variables de estudio modificó la actual distribución de sus áreas usando simulación, para determinar su impacto en la variable dependiente (servicio al cliente) mediante un estudio de diseño pre-experimental, se procedió a realizar mediciones antes y después de manipular intencionalmente la variable aleatoria, para establecer su comportamiento al recibir el estímulo.

## 2.2. DISEÑO

Pre-experimental, porque modifica la actual distribución física de las áreas de la empresa para predecir su efecto mediante la simulación en el servicio al cliente comparándolo en un antes y un después.

G O<sub>1</sub> X O<sub>2</sub>



Donde:

O<sub>1</sub>: Observación del servicio al cliente antes.

O<sub>2</sub>: Observación del servicio al cliente después.

X: Redistribución del área de operaciones usando Simulación

## 2.3. VARIABLES Y OPERACIONALIZACION

### Variables:

- **Variable independiente, razón cuantitativa:** Redistribución del área de operaciones usando Simulación: redistribución, decisiones sobre la disposición física de los centros de actividad económica que necesitan los diferentes procesos de una instalación” (KRAJEWSKI, 2012); Simulación, modelar un sistema real en computadora. Chase (2009). Medida a través de la distancia de recorrido y porcentaje de utilización.
- **Variable dependiente, razón cuantitativa:** Servicio al cliente: acción de ventas que estimula a los clientes a comprar más y regresar con mayor frecuencia Tschohl (2008). Medido a través de indicadores de gestión: nivel de atención, tiempo de espera y entrega a tiempo.

## OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

Tabla 6: Operacionalización de variables

Variable	Definición conceptual	Definición operacional	Indicadores	Escala de medición
Redistribución de área usando simulación	<p>“Decisiones sobre la disposición física de los centros de actividad económica que necesitan los diferentes procesos de una instalación”(KRAJE WSKI, 2012).</p> <p>Simulación, modelar un sistema real en computadora. (Chase,2009)</p>	Simulación modelo de redistribución medido a través de:		Razón Cuantitativa
		Utilización de espacio = $(\text{Capacidad utilizada} / \text{capacidad total}) * 100$	% de utilización de área.	
		Distancia de recorrido	Distancia de recorrido por servicio.	
Servicio al cliente	Según (Tschohl, 2008) acción de ventas que estimula a los clientes a comprar más y regresar con mayor frecuencia.	Servicio al cliente medido a través de indicadores de gestión:		Razón Cuantitativa
		Nivel de atención = $(\text{clientes atendidos} / \text{Total de clientes}) * 100$	% de nivel de atención	
		Tiempo de espera	Minutos de espera de un cliente para ser atendido.	
		Entrega a tiempo = $(\text{servicios entregados a tiempo} / \text{Total de servicios}) * 100$	% de entrega a tiempo	

Elaboración Propia

## 2.4. POBLACIÓN Y MUESTRA

### Variable: Redistribución del área de operaciones

La **población** está constituida por las actividades del área de servicio en la empresa Platinum Auto Spa S.R.L, en el año 2017. **La muestra** está compuesta por 21 actividades mostradas en el diagrama de análisis de actividades de la empresa (figura 7 del anexo), el **marco muestra** es el diagrama de actividades, siendo la **unidad de análisis** cada una de las actividades que se dan en el área de servicio.

### Variable: Servicio al cliente:

La **población es infinita**, constituida por las personas que necesitan el servicio de la empresa Platinum Auto Spa S.R.L, en el año 2017. **La muestra** está compuesta por 384 clientes, siendo la **unidad de análisis** cada uno de los clientes que necesitan el servicio.

Para muestra:

$$Z= 1.96$$

$$P= 0.5$$

$$Q=0.5$$

$$d= 0.05$$

$$n = \frac{Z^2 * p * q}{d^2}$$

$$n = \frac{1.96^2 * 0.5 * 0.5}{0.05^2}$$

$$n = 384$$

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

Para analizar la actual distribución del área de operaciones utilizó en primera instancia la revisión documentaria del nivel de ventas para elegir el servicio de mayor demanda (tabla 7 del anexo), en segundo lugar para la distribución de la secuencia de operaciones se registró en el diagrama actual de análisis de actividades (figura 7 del anexo), el plano actual de la empresa (figura 8 y 9 del anexo) y el diagrama de recorrido (figura 10).

Para recoger datos de tiempo de servicio de atención al cliente se utilizó la técnica de la observación de campo y el estudio de tiempos, empleando como herramientas de registro del diagrama actual de análisis de actividades (figura 7 del anexo), la ficha de registro de datos (C1: ficha de registro de estudio de tiempos anexo de instrumentos), y las tablas de la Westinghouse (tablas N° 1,2,3 y 4 del anexo) y OIT (tabla 5 del anexo)

Para desarrollar el modelo de la distribución actual se utilizó la técnica del análisis de información y el programa Promodel y sus herramientas como Stat :: Fit y Output Viewer, donde se ingresaron datos del estudio de tiempos (tabla 12 del anexo) y de la distribución actual del área (tabla 10 del anexo)

Para elaborar el modelo de distribución de área se utilizó la técnica del análisis de información y la metodología SLP (Planificación sistemática de la distribución de planta) empleando como herramientas la tabla relacional de actividades (figura 1 del anexo), diagrama relacional de espacios (figura 2 del anexo), desarrollo del diagrama relacional de espacios (figura 3 del anexo), la estructura del diagrama de recorrido (figura 4 del anexo).

Para desarrollar el modelo de la distribución propuesta se utilizó nuevamente el análisis de información de objetivos anteriores y el programa Promodel y sus herramientas como Stat :: Fit y Output Viewer, donde se ingresaron datos del estudio de tiempos (tabla 12 del anexo) y de la distribución propuesta del área (figura 24 del anexo)

Para evaluar el efecto de la redistribución del área de operaciones se comparan los datos obtenidos en el modelo de simulación de la distribución actual y el modelo de simulación de la distribución propuesta.

## **2.6. MÉTODOS DE ANÁLISIS DE DATOS**

### **Análisis descriptivo**

Los datos de tiempo y de los indicadores de atención al cliente se recogerán en tablas de contingencia luego se procesarán en tablas de frecuencia calculando sus medidas de tendencia central como el promedio y el porcentaje de participación.

## **2.7. ASPECTOS ÉTICOS**

El investigador se compromete a respetar la veracidad de los resultados y la confiabilidad de los datos suministrados por la empresa.

# **III. RESULTADOS**

### 3.1. ANÁLISIS DE LA DISTRIBUCIÓN ACTUAL

#### 3.1.1. Generalidades de la empresa

La empresa “Platinum Auto Spa S.R.L”, con RUC 20540064971 fundada el 19 de marzo del 2013, se encuentra ubicada en Fundo la Arboleda s/n. en el distrito de Victor Larco Herrera, desde hace 5 años se dedica al servicio de lavado de vehículos. Con un nivel de atención de 480 vehículos al mes.

La empresa cuenta con 1 administrador y 6 operarios.

El horario de atención es de lunes a sábado de 8:00 am a 6:00 pm.

#### Organigrama de la empresa

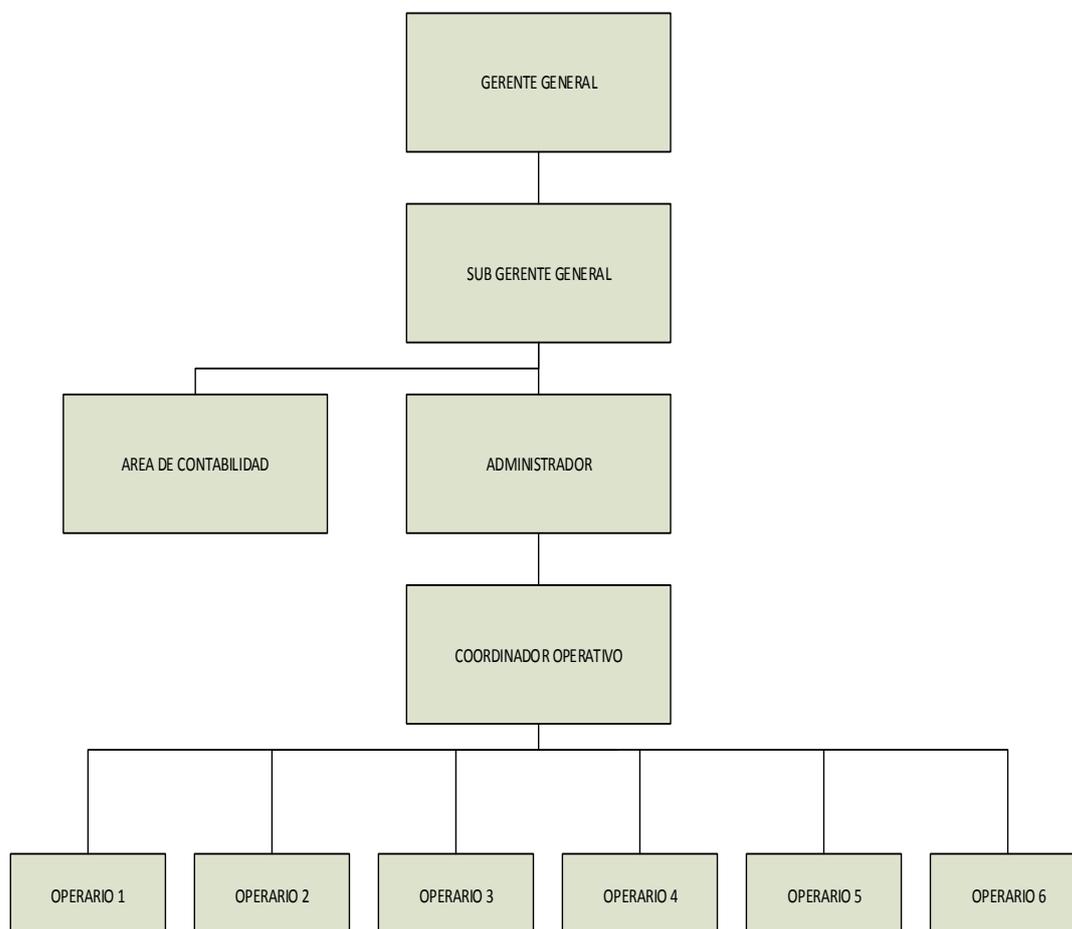


Figura 6: Organigrama Platinum Auto Spa S.R.L, 2017  
Fuente: Platinum Auto Spa S.R.L

### 3.1.2. Nivel de ventas por servicio

*Tabla 7: Nivel de ventas por servicio Enero- Septiembre, Platinum Auto Spa S.R.L, 2017*

<b>SERVICIO</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>PORCENTAJE</b>
Lavado de camionetas 2 filas	1824	51.8%
Lavado de autos	1086	30.84%
Lavado camioneta 3 filas	323	9.17%
Lavado motor	156	4.43%
Puertas, techos	86	2.44%
Lavado de alfombras	46	1.31%
<b>TOTAL</b>	<b>3521</b>	<b>100%</b>

*Fuente: Platinum Auto Spa*

Los servicios lavado de camioneta de 2 filas (51.8%), lavado de autos (30.84%) y lavado de camioneta de 3 filas (9.17%), son los servicios con mayor nivel de ventas, por ello son elegidos para el estudio.

### 3.1.3. Servicio de Lavado de vehículo

DIAGRAMA DE ACTIVIDADES	
Empresa: PLATINIUM AUTO SPA SRL	Diagramador: Santisteban Asencio Frank
Servicio: Lavado Auto, camioneta	Aprobado por: Ing. Santiago Javez
Fecha: 04/09/2017	

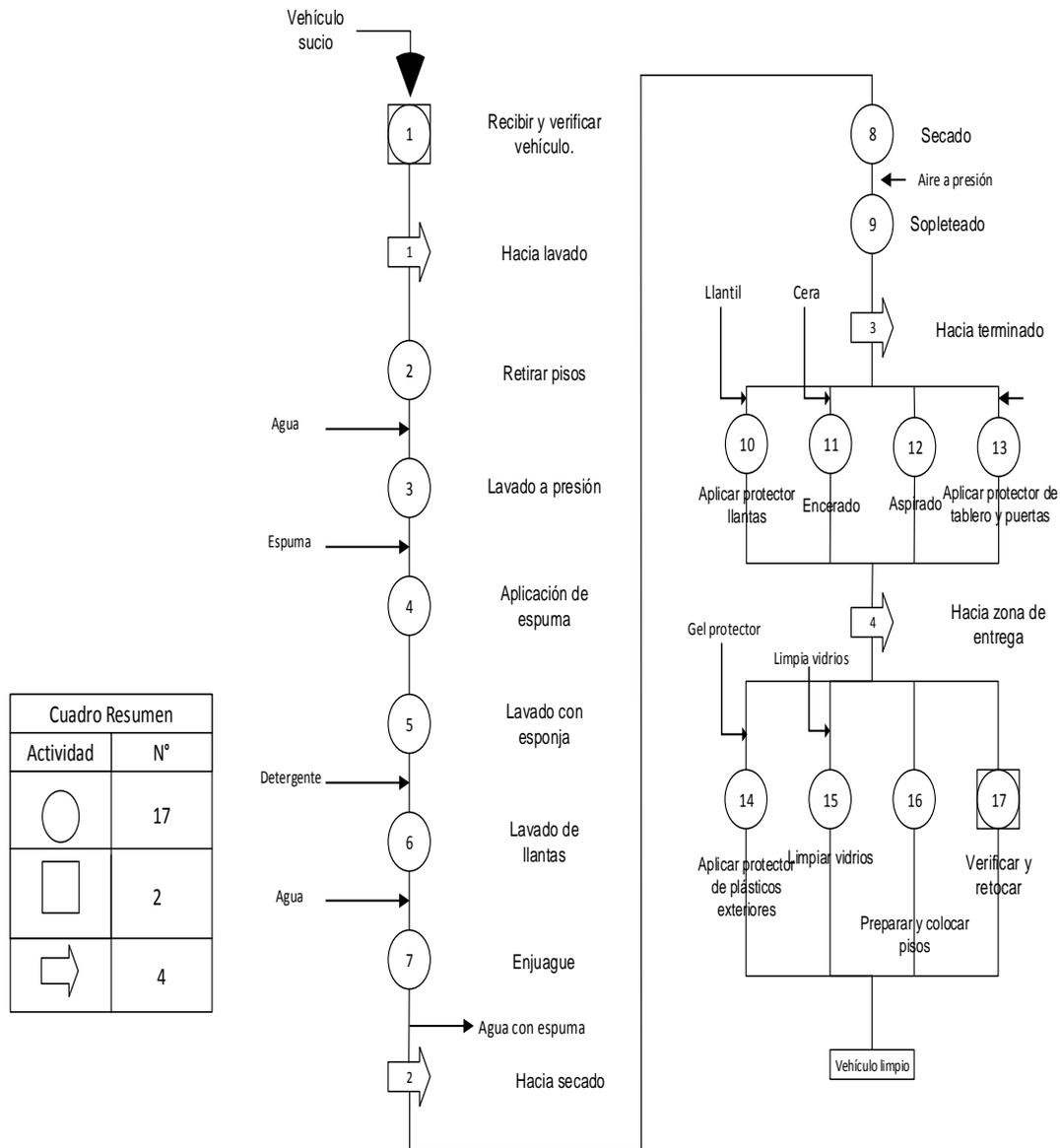


Figura 7: Diagrama actual de análisis de actividades para el servicio de lavado de vehículos Platinum Auto Spa S.R.L, 2017.  
Fuente: Platinum Auto Spa S.R.L

El servicio de lavado de vehículos tiene 21 actividades, entre ellas 4 transportes, 17 operaciones y 2 inspecciones.

- **Recibir y verificar vehículo:** el operario recibe el vehículo e inspecciona si tiene algún desperfecto.
- **Hacia lavado:** se mueve el vehículo a la zona de lavado.

- **Retirar pisos:** **operario** retira los pisos de jebe para ser lavados.
- **Lavado a presión:** se moja todo el vehículo con agua a presión asegurándose de lavar bien los guardabarros.
- **Aplicación de espuma:** cubrir la carrocería del vehículo con espuma.
- **Lavado con esponja:** se lava toda la superficie del vehículo removiendo la suciedad.
- **Lavado de llantas:** se escobillan las llantas y se limpian los aros.
- **Enjuague:** rociar el vehículo con agua a presión para quitar el shampoo.
- **Llevar pisos al secador:** se llevan los pisos de jebe al área de secado de pisos.
- **Hacia secado:** se mueve el vehículo a la zona de secado.
- **Secado:** quitar el agua de la carrocería del vehículo.
- **Sopleteado:** con el aire a presión se quita el agua de las rendijas.
- **Hacia terminado:** se mueve el vehículo a zona de terminado.
- **Aplicar protector llantas:** se pulveriza el protector en las llantas y en el guardabarros, posteriormente se limpian los aros.
- **Encerado:** se aplica la cera y se pule toda la carrocería.
- **Aspirado:** se aspira el polvo y partículas de suciedad de alfombras y asientos.
- **Aplicar protector de tablero y puertas:** limpieza interna del vehículo, se quita el polvo con una franela para luego aplicar el protector.
- **Hacia zona de entrega:** se mueve el vehículo a zona de entrega.
- **Aplicar protector de plásticos exteriores:** se aplica gel protector a los plásticos exteriores (retrovisores, parachoques, parabrisas)
- **Llevar pisos al área de preparado:** los pisos secos se llevan al área de preparado.
- **Preparar y colocar pisos:** se limpian los pisos, se le aplica protector y se colocan en el vehículo.
- **Limpiar vidrios:** se limpian los vidrios internos, externos y espejos retrovisores.
- **Verificar y retocar:** se limpian los marcos del vehículo y las últimas imperfecciones.

3.1.4. Descripción de la distribución actual: layout y diagrama de recorrido.

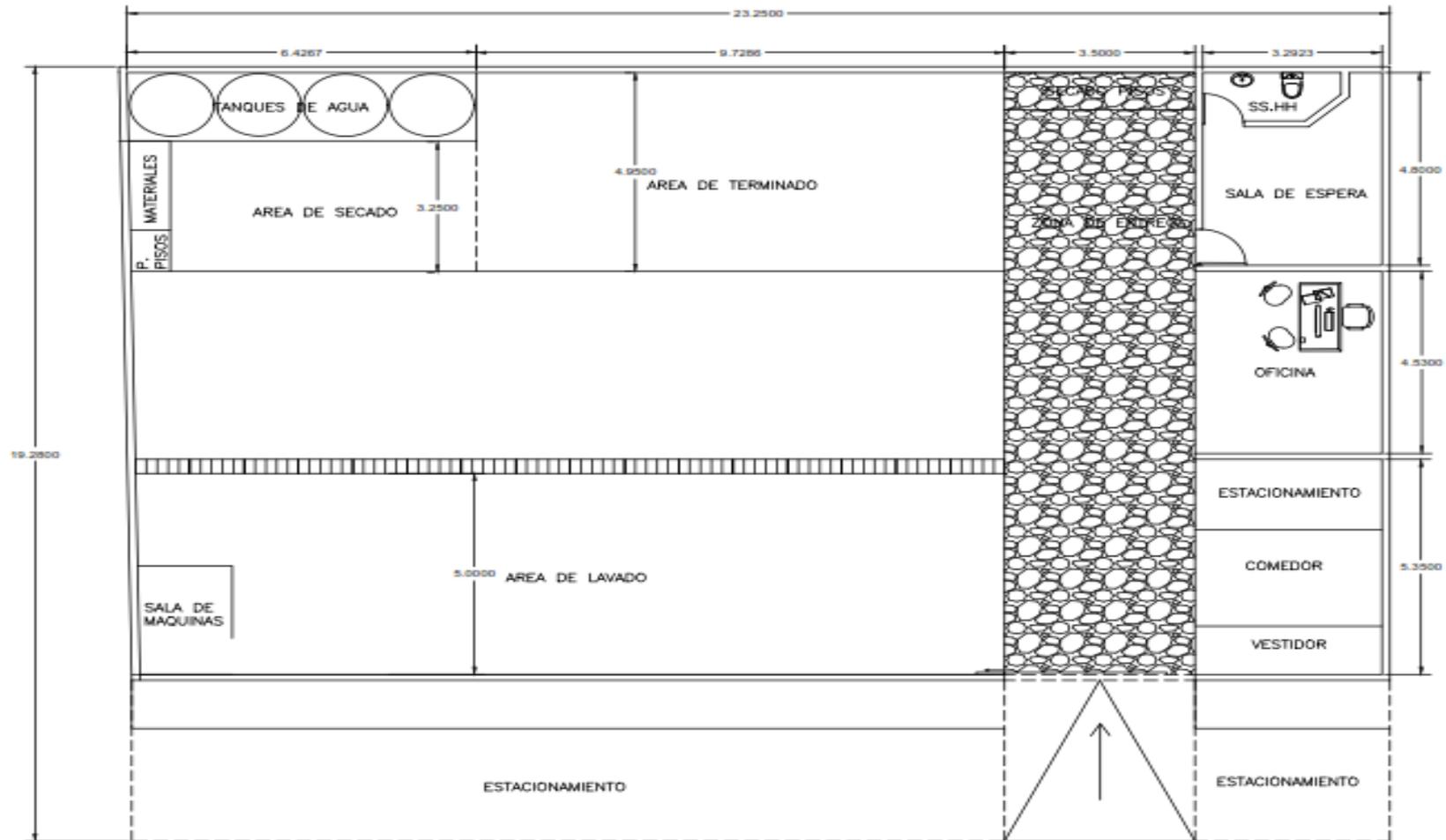
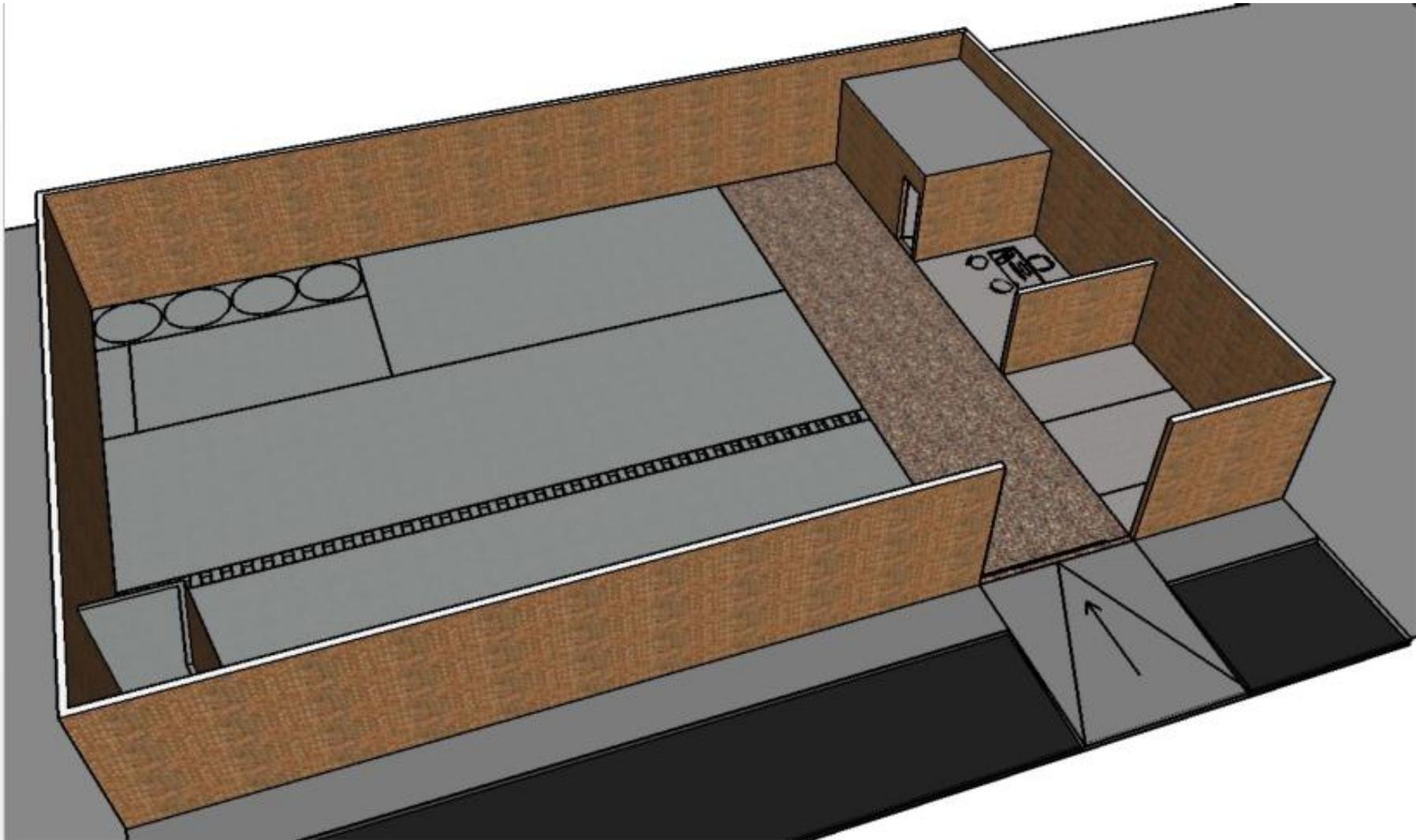


Figura 8: Plano actual de la empresa Platinum Auto Spa S.R.L, 2017

Fuente: Platinum Auto Spa SRL



*Figura 9: Plano 3D de la empresa Platinum Auto Spa S.R.L, 2017.*

*Fuente: Platinum Auto Spa SRL*

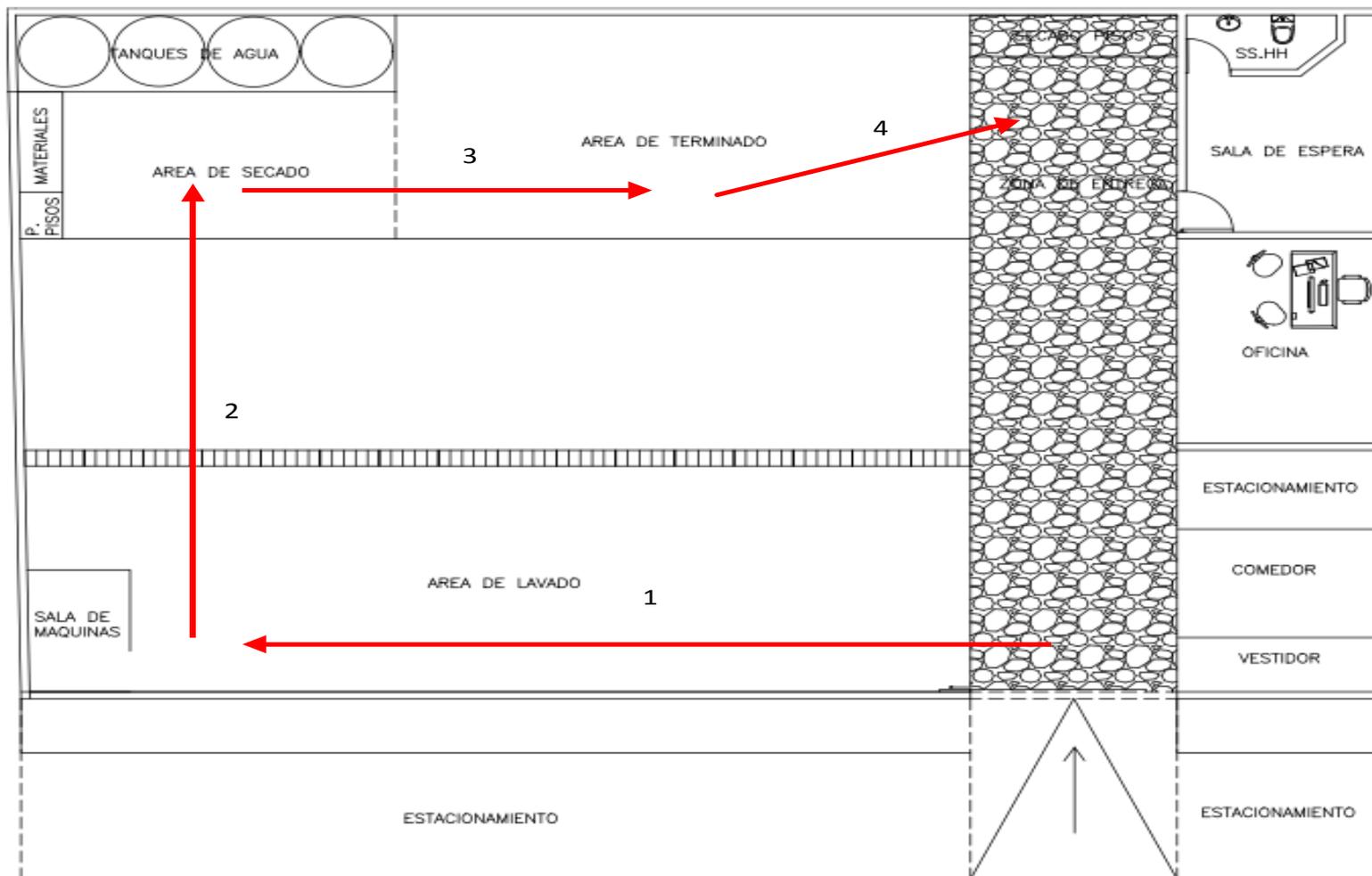


Figura 10: Diagrama de recorrido actual de la empresa Platinum Auto Spa S.R.L., 2017.

Fuente: Platinum Auto Spa SRL

Tabla 8: Distancia de recorrido actual, servicio de lavado de vehículos Platinum Auto Spa S.R.L, 2017

<b>RECORRIDO</b>	<b>METROS</b>
1	11
2	9.3
3	6.7
4	5.8
<b>TOTAL</b>	<b>32.8</b>

Fuente: Platinum Auto Spa

El servicio actual de lavado de vehículo tiene un recorrido de 32.8 metros dentro del área de operaciones.

### 3.2. TIEMPO DE SERVICIO

#### 3.2.1. Determinación de la muestra

Tabla 9: Número de muestras para el estudio de tiempos servicio de lavado de vehículos Platinum Auto Spa S.R.L, 2017

CALCULO DEL NÚMERO DE MUESTRAS ESTUDIO DE TIEMPOS, PLATINIUM AUTO SPA SRL																					
ITEM	ACTIVIDADES	TIEMPO OBSERVADO(min)															T.O PROMEDIO	SUMA TOTAL	$\Sigma(X^2)$	$(\Sigma X)^2$	n
		T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11	T12	T13	T14	T15					
1	Recibir y verificar vehiculo	2.05	1.75	1.85	1.82	1.95	1.9	2.02	1.77	1.83	1.97	2.02	1.77	1.85	2.03	1.95	1.90	28.53	54.4147	813.96	4
2	Hacia lavado	2.12	2.16	2.12	2.23	2.19	2.04	2.22	2.18	2.11	2.05	2.08	2.21	2.04	2.07	2.14	2.13	31.96	68.1570	1021.44	1
3	Retirar pisos	1.2	1.07	1.12	1.04	1.1	1.05	1.21	1.09	1	1.2	1.03	1.06	1.15	1.08	1.02	1.09	16.42	18.0394	269.62	6
4	Lavado a presión	3.12	2.72	3.17	3.2	2.8	2.87	2.78	3.27	2.97	2.77	3.22	3.23	3.37	2.92	3.03	3.03	45.44	138.2792	2064.79	7
5	Aplicación de espuma	1.17	1.08	1.18	1.03	1.13	1.15	1.1	1.12	1.2	1.03	1.13	1.05	1.02	1.2	1.08	1.11	16.67	18.5795	277.89	5
6	Lavado con esponja	3.7	3.47	3.37	3.92	3.62	3.55	3.75	3.53	3.58	3.8	3.4	4.12	3.88	3.75	3.83	3.68	55.27	204.2611	3054.77	5
7	Lavado de llantas	1.95	1.57	1.75	1.55	1.62	1.78	1.53	1.87	1.8	1.58	1.95	1.93	1.68	1.83	1.98	1.76	26.37	46.7185	695.38	12
8	Enjuague	2.68	3.25	2.77	3.23	2.78	2.65	2.92	3.03	2.77	2.83	2.72	3	2.97	2.73	2.85	2.88	43.18	124.7854	1864.51	6
9	Hacia secado	2.25	2.37	2.27	2.3	2.47	2.32	2.12	2.08	2.28	2.13	2.2	2.02	2.17	2.27	2.22	2.23	33.47	74.8723	1120.24	4
10	Secado	7.08	6.33	6.61	7.15	6.43	6.5	6.9	6.65	6.86	7.3	6.55	6.48	6.63	6.93	6.4	6.72	100.80	470.8372	10160.64	3
11	Sopleteado	5.31	5.91	5.54	5.96	5.69	5.39	5.48	5.68	5.44	5.38	5.86	5.89	5.53	5.41	5.51	5.60	83.98	678.6216	7052.64	2
12	Hacia terminado	2.12	2	2.04	2.2	2.15	2.09	2.1	2.06	2	2.01	2.18	2.13	2.04	2.17	2.14	2.10	31.43	65.9197	987.84	2
13	Aplicar protector llantas	6.25	6.35	6.03	6.55	6.48	6.15	6.2	6.3	6.62	6.23	6.38	6.52	6.18	6.45	6.33	6.33	95.02	602.3072	9028.80	1
14	Encerado	20.3	20.15	19.58	19.68	21.1	18.9	19.21	19.28	19.61	19.43	19.48	19.38	19.91	19.53	18.81	19.62	294.35	5780.7307	86641.92	1
15	Aspirado	7.2	7.47	7.55	6.75	6.97	7.22	7.37	7.65	7.42	6.67	7.48	7.32	7.78	6.87	7.35	7.27	109.07	794.5805	11896.26	3
16	Aplicar protector de tablero y puertas	16.43	16.18	15.72	14.97	15.78	15.63	14.73	15.58	16.05	15.47	15.37	16.13	14.83	15.43	15.95	15.62	234.25	3661.7247	54873.06	2
17	Hacia zona de entrega	2.27	2.35	2.15	2.23	2.2	2.32	2.12	2.03	2.2	2.08	2.32	2.05	2.17	2.13	2.18	2.19	32.80	71.8580	1075.84	3
18	Aplicar protector de plásticos exteriores	7.77	8.05	7.85	6.92	8	7.47	7.47	7.1	7.89	6.74	7.54	7.32	7.25	7.74	7.04	7.48	112.15	840.8415	12577.62	4
19	Preparar y colocar pisos	7.28	6.73	6.83	7.35	7.15	7.53	6.63	6.56	6.91	7.28	7.26	6.54	6.54	7.27	6.93	6.99	104.79	733.6517	10980.94	3
20	Limpiar vidrios	9.17	8.75	8.98	8.38	8.05	8.28	9.18	8.65	8.82	9.03	8.93	8.35	8.15	7.92	8.07	8.58	128.71	1107.0465	16566.26	4
21	Verificar y retocar	3.88	3.7	3.83	4.08	3.78	3.48	3.93	3.73	4.02	4.03	4.12	4.03	3.67	3.82	4	3.87	58.10	225.4942	3375.61	3

Fuente: Platinum Auto Spa SRL

Como en el cálculo el número de muestras (tabla 9) es menor al número de muestras realizadas, para el cálculo del tiempo promedio se tomó el total de las muestras realizadas.

### 3.2.2. Valoración del ritmo del trabajo y suplementos

Tabla 10: Valoración del ritmo del Trabajo, servicio de lavado de vehículos Platinum Auto Spa S.R.L, 2017

VALORACIÓN RITMO DEL TRABAJO						
ITEM	ACTIVIDADES	Habilidad	Esfuerzo	Condiciones	Consistencia	VALORACIÓN
1	Recibir y verificar vehiculo	0	0	0	0	0
2	Hacia lavado	0	0	0	0	0
3	Retirar pisos	0.03	0	0	0	0.03
4	Lavado a presión	0.03	-0.04	0.02	0	0.01
5	Aplicación de espuma	0.03	0	0.02	0	0.05
6	Lavado con esponja	0.03	-0.04	0.02	0	0.01
7	Lavado de llantas	0.03	-0.04	0.02	0	0.01
8	Enjuague	0.03	0	0.02	0	0.05
9	Hacia secado	0	0	0	0	0
10	Secado	0.03	-0.04	0.02	0	0.01
11	Sopleteado	0.03	0	0.02	0	0.05
12	Hacia terminado	0	0	0	0	0
13	Aplicar protector llantas	0.03	-0.04	0.02	0	0.01
14	Encerado	0.03	-0.04	0.02	0	0.01
15	Aspirado	0.03	-0.04	0.02	0	0.01
16	Aplicar protector de tablero y puertas	0.03	0	0.02	0	0.05
17	Hacia zona de entrega	0	0	0	0	0
18	Aplicar protector de plásticos exteriores	0.03	0	0.02	0	0.05
19	Preparar y colocar pisos	0.03	0	0.02	0	0.05
20	Limpiar vidrios	0.03	-0.04	0.02	0	0.01
21	Verificar y retocar	0.03	0	0.02	0	0.05

Fuente: Sistema de Calificación de Habilidad Westinghouse (Tabla 1, 2, 3 y 4), Suplementos de Trabajo (tabla 5)

Tabla 11: Suplementos del Trabajo, servicio de lavado de vehículos Platinum Auto Spa S.R.L, 2017

SUPLEMENTOS DE TRABAJO														
ITEM	ACTIVIDADES	Fijos		Variables										VALORACIÓN
		Necesidades Personales	Básicos por fatiga	De pie	Postura	Fuerza	Iluminación	C.Atmosféricas	T. Visual	Ruido	T. Mental	Monotonía	Monotonía Física	
1	Recibir y verificar vehiculo	5	4	2	0	0	0	0	0	0	0	1	0	12%
2	Hacia lavado	5	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9%
3	Retirar pisos	5	4	2	0	0	0	0	0	0	0	1	0	12%
4	Lavado a presión	5	4	2	2	0	0	0	0	0	0	1	0	14%
5	Aplicación de espuma	5	4	2	0	0	0	0	0	0	0	1	0	12%
6	Lavado con esponja	5	4	2	2	0	0	0	0	0	0	1	0	14%
7	Lavado de llantas	5	4	2	2	0	0	0	0	0	0	1	0	14%
8	Enjuague	5	4	2	0	0	0	0	0	0	0	1	0	12%
9	Hacia secado	5	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9%
10	Secado	5	4	2	2	0	0	0	0	0	0	1	0	14%
11	Sopleteado	5	4	2	0	0	0	0	0	0	0	1	0	12%
12	Hacia terminado	5	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9%
13	Aplicar protector llantas	5	4	2	2	0	0	0	0	0	0	1	0	14%
14	Encerado	5	4	2	2	0	0	0	2	0	1	1	0	17%
15	Aspirado	5	4	2	2	3	0	0	2	0	1	1	0	20%
16	Aplicar protector de tablero y puertas	5	4	2	0	0	0	0	0	0	1	1	0	13%
17	Hacia zona de entrega	5	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9%
18	Aplicar protector de plásticos exteriores	5	4	2	2	0	0	0	2	0	1	1	0	17%
19	Preparar y colocar pisos	5	4	2	0	0	0	0	0	0	0	1	0	12%
20	Limpiar vidrios	5	4	2	2	0	0	0	2	0	1	1	0	17%
21	Verificar y retocar	5	4	2	0	0	0	0	2	0	1	1	0	15%

Fuente: Suplementos de Trabajo (tabla 5)

### 3.2.3. Cálculo del Tiempo Estándar

Tabla 12: Tiempo Estándar servicio de lavado de vehículos Platinum Auto Spa S.R.L, 2017

CALCULO DEL TIEMPO ESTÁNDAR, EN LA EMPRESA PLATINIUM AUTO SPA SRL						
ITEM	ACTIVIDADES	T.O PROMEDIO	VALORACIÓN RITMO DEL TRABAJO	TIEMPO NORMAL (TN)	SUPLEMENTOS	TIEMPO ESTÁNDAR (TS)
1	Recibir y verificar vehiculo	1.90	0	1.90	12%	2.13
2	Hacia lavado	2.13	0	2.13	9%	2.32
3	Retirar pisos	1.09	0.03	1.13	12%	1.26
4	Lavado a presión	3.03	0.01	3.06	14%	3.49
5	Aplicación de espuma	1.11	0.05	1.17	12%	1.31
6	Lavado con esponja	3.68	0.01	3.72	14%	4.24
7	Lavado de llantas	1.76	0.01	1.78	14%	2.02
8	Enjuague	2.88	0.05	3.02	12%	3.39
9	Hacia secado	2.23	0	2.23	9%	2.43
10	Secado	6.72	0.01	6.79	14%	7.74
11	Sopleteado	5.60	0.05	5.88	12%	6.58
12	Hacia terminado	2.10	0	2.10	9%	2.28
13	Aplicar protector llantas	6.33	0.01	6.40	14%	7.29
14	Encerado	19.62	0.01	19.82	17%	23.19
15	Aspirado	7.27	0.01	7.34	20%	8.81
16	Aplicar protector de tablero y puertas	15.62	0.05	16.40	13%	18.53
17	Hacia zona de entrega	2.19	0	2.19	9%	2.38
18	Aplicar protector de plásticos exteriores	7.48	0.05	7.85	17%	9.19
19	Preparar y colocar pisos	6.99	0.05	7.34	12%	8.22
20	Limpiar vidrios	8.58	0.01	8.67	17%	10.14
21	Verificar y retocar	3.87	0.05	4.07	15%	4.68
						<b>74.91</b>

Fuente: Tabla 9 número de muestras para el estudio de tiempos, tabla 10 complementos, tabla 11 suplementos

El tiempo estándar para que el vehículo reciba el servicio es de 74.91 minutos.

### 3.3. MODELO DE SIMULACIÓN DE LA DISTRIBUCIÓN ACTUAL:

#### 3.3.1. Análisis de tiempos con StatFit:

Tabla 13: Distribución del tiempo actual servicio de lavado de vehículos Auto Spa S.R.L, 2017

ITEM	ACTIVIDADES	DISTRIBUCIÓN DEL TIEMPO DE SERVICIO		
1	Recibir y verificar vehiculo	Lognormal (1, -0.109, 0.112)		
2	Hacia lavado	Uniform (2, 2.23)	lognormal (2, 2.19, 0.587)	exponential (2, 0.131)
3	Retirar pisos	Uniform (1, 1.21)	Lognormal (1, -2.51, 0.703)	exponential (1, 0.0947)
4	Lavado a presión	Lognormal (2, 0.00849)		
5	Aplicación de espuma	Uniform (1, 1.2)	lognormal (1, -2.41, 0.723)	
6	Lavado con esponja	Uniform (3, 4.12)	Lognormal (3, 0.424, 0.306)	
7	Lavado de llantas	Lognormal (1, 0.299, 0.211)		
8	Enjuague	Lognormal (2, 0.149, 0.195)		
9	Hacia secado	Uniform (2, 2.47)	Lognormal (2, -1.66, 0.709)	exponential (2, 0.231)
10	Secado	Uniform (6, 7.3)	Lognormal (6, -0.409, 0.402)	
11	Sopleteado	Uniform (5, 5.96)	Lognormal (5, 0.574, 0.349)	
12	Hacia terminado	Uniform (2, 2.2)	lognormal (2, 2.44, 0.809)	
13	Aplicar protector llantas	Uniform (6, 6.62)	lognormal (6, 1.28)	exponential (6, 0.335)
14	Encerado	Uniform (18, 21.1)	Lognormal (18, 0.43, 0.33)	
15	Aspirado	Lognormal (6, 0.204, 0.28)		
16	Aplicar protector de tablero y puertas	Lognormal (14, 0.427, 0.345)		
17	Hacia zona de entrega	Uniform (2, 2.35)	lognormal (2, 1.86, 0.676)	exponential (2, 0.187)
18	Aplicar protector de plásticos exteriores	Lognormal (6, 0.349, 0.294)		
19	Preparar y colocar pisos	Lognormal (6, 0.0742, 0.356)		
20	Limpiar vidrios	Lognormal (7, 0.42, 0.279)		
21	Verificar y retocar	Lognormal (3, 0.158, 0.22)		

Fuente: Stat Fit de Promodel

### 3.3.2. Formulación del diseño lógico del modelo:

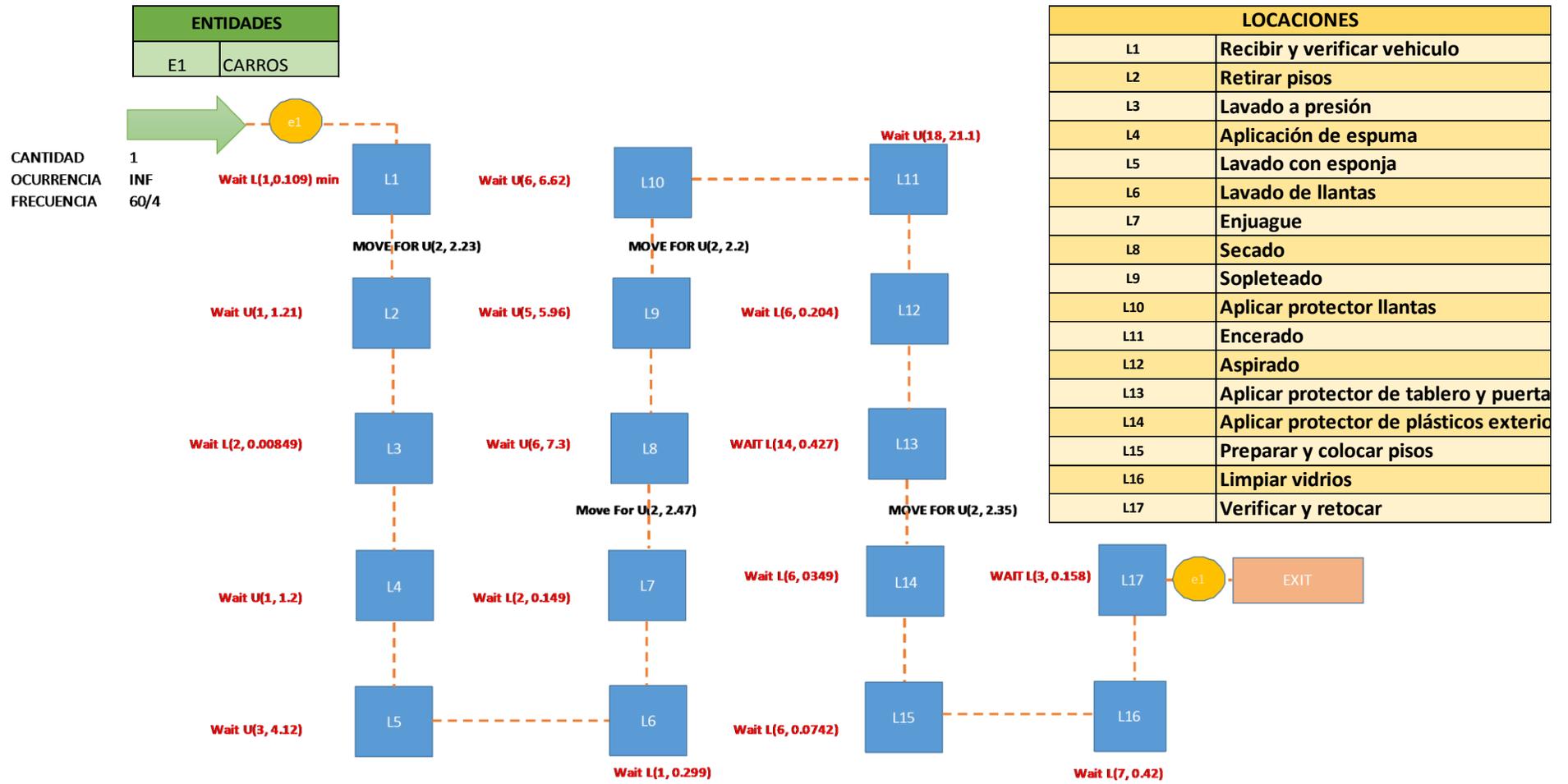


Figura 11: Diseño lógico actual a simular para servicio de lavado de vehículos Platinum Auto Spa S.R.L, 2017.

Fuente: Diagrama actual de análisis de actividades (figura 7 del anexo), Distribución actual del tiempo de servicio (tabla 13 del anexo)

### 3.3.3. Locaciones:

Locaciones						
Icono	Nombre	Cap.	Unidades	TMs...	Estadist	Reglas...
	RECEPCIÓN	INF	1	Ninguna	Series de tiempo	Más Tiempo, FIFO
	RETIRADO	1	1	Ninguna	Series de tiempo	Más Tiempo, FIFO
	PRESIÓN	1	1	Ninguna	Series de tiempo	Más Tiempo, FIFO
	ESPUMA	1	1	Ninguna	Series de tiempo	Más Tiempo, FIFO
	ESPONJA	1	1	Ninguna	Series de tiempo	Más Tiempo, FIFO
	LLANTAS	1	1	Ninguna	Series de tiempo	Más Tiempo, FIFO
	ENJUAGUE	1	1	Ninguna	Series de tiempo	Más Tiempo, FIFO
	SECADO	1	1	Ninguna	Series de tiempo	Más Tiempo, FIFO
	SOPLETEADO	1	1	Ninguna	Series de tiempo	Más Tiempo, FIFO
	PROTE_LLANTAS	1	1	Ninguna	Series de tiempo	Más Tiempo, FIFO
	ENCERADO	1	1	Ninguna	Series de tiempo	Más Tiempo, FIFO
	ASIRADO	1	1	Ninguna	Series de tiempo	Más Tiempo, FIFO
	PROTE_TABLERO	1	1	Ninguna	Series de tiempo	Más Tiempo, FIFO
	PLASTICOS_EXT	1	1	Ninguna	Series de tiempo	Más Tiempo, FIFO
	PREPARAR_Y_COLOCAR	1	1	Ninguna	Series de tiempo	Más Tiempo, FIFO
	VIDRIOS	1	1	Ninguna	Series de tiempo	Más Tiempo, FIFO
	VERIFICAR_RETOCAR	1	1	Ninguna	Series de tiempo	Más Tiempo, FIFO

Figura 12: Locaciones actuales servicio de lavado de vehículos Platinum Auto Spa S.R.L, 2017.

Fuente: Promodel

### 3.3.4. Arribos:

Entidad...	Locación...	Cant. por Arribo...	Primera Vez...	Ocurrencias	Frecuencia	Lógica...	Deshab.
Pickup	RECEPCIÓN	1		INF	60/4	TIPO_CARRO=DIST	No

Figura 13: Arribos actuales servicio de lavado de vehículos Platinum Auto Spa S.R.L, 2017.

Fuente: Promodel

### 3.3.5. Distribución de arribos

Tabla 14: Distribución de arribos actuales, servicio de lavado de vehículos Platinum Auto Spa S.R.L, 2017

SERVICIO	CANTIDAD	PORCENTAJE
Lavado de camionetas 2 filas	1824	56%
Lavado de autos	1086	34%
Lavado camioneta 3 filas	323	10%
<b>TOTAL</b>	<b>3233</b>	<b>100%</b>

Fuente: Tabla 7 nivel de ventas por servicio Enero- Septiembre, Platinum Auto Spa S.R.L.

Con la distribución de arribos se calcula la probabilidad de que una camioneta de 2 filas, un auto o una camioneta de 3 filas ingrese al sistema.

Porcentaje	Valor
56	1
34	2
10	3

Figura 14: Distribución actual de arribos en la empresa Platinum Auto Spa S.R.L, 2017.

Fuente: Distribución de arribos (Tabla 14 del anexo)

### 3.3.6. Proceso:

Entidad...	Locación...	Operación...
Pickup	RECEPCIÓN	If TIPO_CARRO=1 or 2 or 3 Then { Route 1 }If TIPO_CARRO=1
Pickup	RETIRADO	Wait U(1, 1.21)If TIPO_CARRO=1 Then { Graphic 1} Else { If TIPO_
Pickup	PRESIÓN	Wait L(2, 0.00849)If TIPO_CARRO=1 Then { Graphic 1} Else { If TI
Pickup	ESPUMA	Wait U(1, 1.2)If TIPO_CARRO=1 Then { Graphic 1} Else { If TIPO_C
Pickup	ESPONJA	Wait U(3, 4.12)If TIPO_CARRO=1 Then { Graphic 1} Else { If TIPO_
Pickup	LLANTAS	Wait L(1, 0.299)If TIPO_CARRO=1 Then { Graphic 1} Else { If TIPO_C
Pickup	ENJUAGUE	Wait L(2, 0.149)If TIPO_CARRO=1 Then { Graphic 1} Else { If TIPO_C
Pickup	SECADO	Wait U(6, 7.3)If TIPO_CARRO=1 Then { Graphic 1} Else { If TIPO_C
Pickup	SOPLETEADO	Wait U(5, 5.96)If TIPO_CARRO=1 Then { Graphic 1} Else { If TIPO_
Pickup	PROTE_LLANTAS	Wait U(6, 6.62)If TIPO_CARRO=1 Then { Graphic 1} Else { If TIPO_
Pickup	ENCERADO	Wait U(18, 21.1)If TIPO_CARRO=1 Then { Graphic 1} Else { If TIPO_C
Pickup	ASIRADO	Wait L(6, 0.204)If TIPO_CARRO=1 Then { Graphic 1} Else { If TIPO_C
Pickup	PROTE_TABLERO	WAIT L(14, 0.427)If TIPO_CARRO=1 Then { Graphic 1} Else { If TIF
Pickup	PLASTICOS_EXT	Wait L(6, 0.349)If TIPO_CARRO=1 Then { Graphic 1} Else { If TIPO_
Pickup	PREPARAR_Y_COLOCAR	Wait L(6, 0.0742)If TIPO_CARRO=1 Then { Graphic 1} Else { If TIF
Pickup	VIDRIOS	Wait L(7, 0.42)If TIPO_CARRO=1 Then { Graphic 1} Else { If TIPO_
Pickup	VERIFICAR_RETOCAR	WAIT L(3, 0.158)If TIPO_CARRO=1 Then { Graphic 1} Else { If TIPO_C

Figura 15: Simulación Procesos actuales servicio de lavado de vehículos Platinum Auto Spa S.R.L, 2017.

Fuente: Promodel

Se ingresa la distribución de tiempos y la lógica de movimientos a cada uno de los procesos.

### 3.3.7. Layout del modelo de distribución actual:

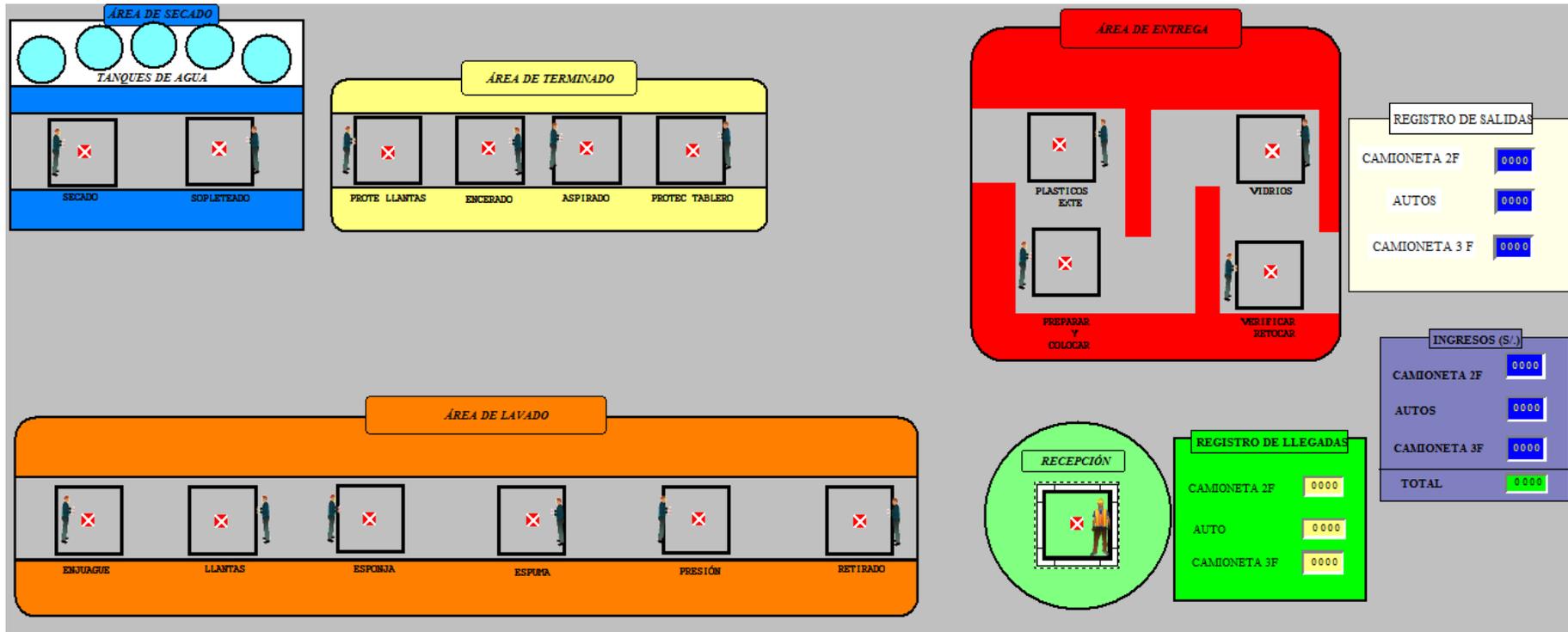


Figura 16: Layout actual servicio de lavado de vehículos Platinum Auto Spa S.R.L, 2017.  
Fuente: Promodel

### 3.3.8. Simulación del modelo actual:

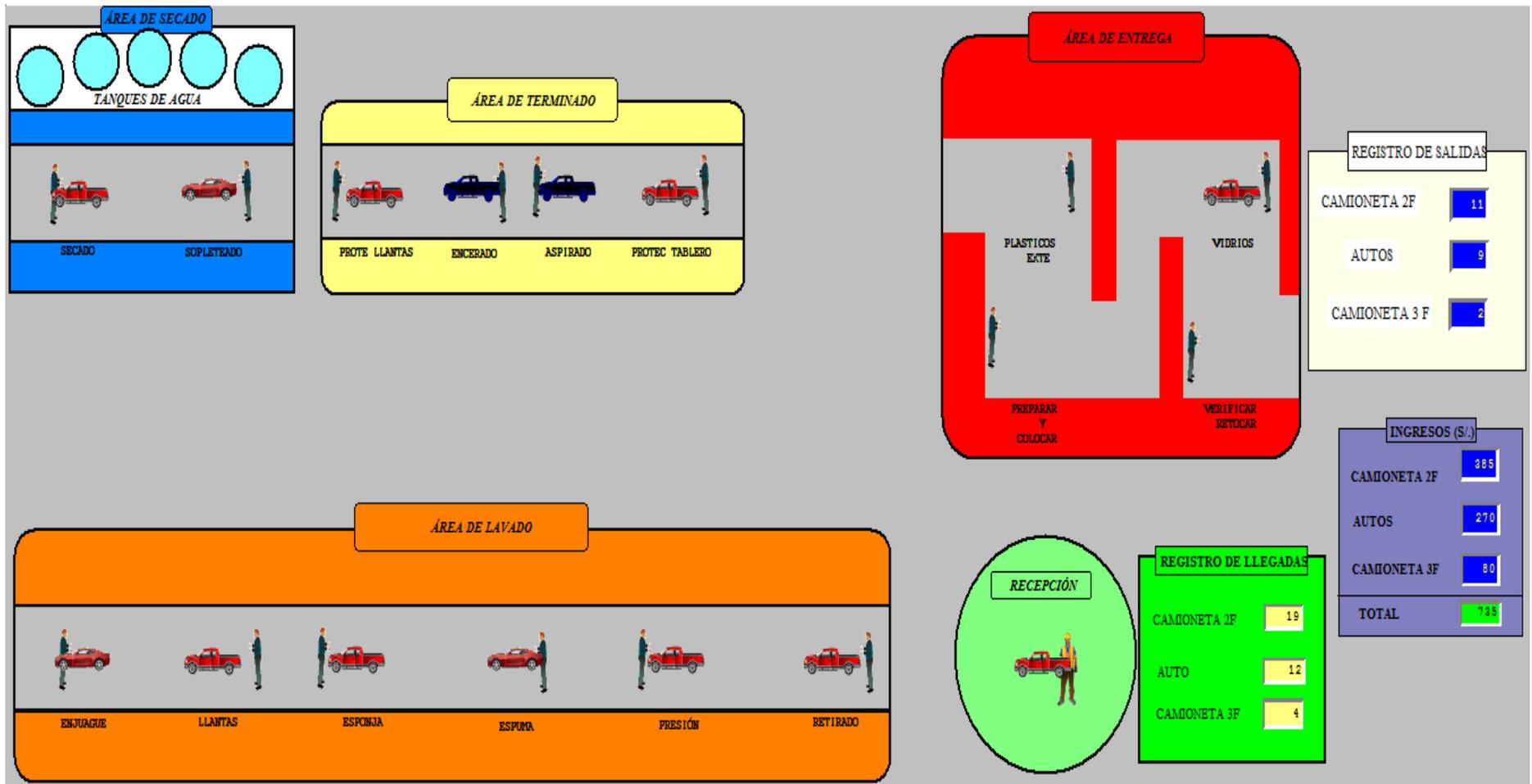


Figura 17: Simulación actual del servicio de lavado de vehículos modelo por 9 horas, Platinum Auto Spa S.R.L, 2017.  
Fuente: Promodel

### 3.3.9. Resumen de la simulación modelo de distribución actual:

Tabla 15: Resumen de la entidad actual, servicio de lavado de vehículos Platinum Auto Spa S.R.L, 2017

Entidad Resumen								
Réplica	Período	Nombre	Total Salidas	Cantidad actual en sistema	Tiempo en sistema promedio (Min)	Tiempo en lógica de movimiento promedio	Tiempo En Operación	Tiempo de Bloqueo
1	1	Pickup	22	4	163.9132273	8.805409091	83.43809091	71.66972727

Fuente: Output Viewer de Promodel

Tabla 16: Resumen de la locación actual, servicio de lavado de vehículos Platinum Auto Spa S.R.L, 2017

Locación Resumen									
Réplica	Período	Nombre	Tiempo Programado	Capacidad	Total Entradas	Tiempo Por entrada	Contenido Promedio	Contenido Máximo	Contenido Actual
1	1	RECEPCIÓN	540	999999	36	2.255583333	0.150372222	2	1
1	1	RETIRADO	540	1	35	4.263914286	0.276364815	1	1
1	1	PRESIÓN	540	1	34	7.794617647	0.490772222	1	1
1	1	ESPUMA	540	1	33	8.966969697	0.547981481	1	1
1	1	ESPONJA	540	1	32	10.94946875	0.648857407	1	1
1	1	LLANTAS	540	1	31	12.63645161	0.725425926	1	1
1	1	ENJUAGUE	540	1	30	14.35653333	0.797585185	1	1
1	1	SECADO	540	1	29	14.24206897	0.764851852	1	1
1	1	SOPLETEADO	540	1	28	16.86203571	0.874327778	1	1
1	1	PROTE LLANTAS	540	1	27	16.08585185	0.804292593	1	1
1	1	ENCERADO	540	1	26	18.21888462	0.877205556	1	1
1	1	ASIRADO	540	1	25	9.61468	0.445124074	1	1
1	1	PROTE TABLERO	540	1	24	14.134625	0.628205556	1	1
1	1	PLASTICOS EXT	540	1	23	2.009869565	0.085605556	1	0
1	1	PREPARAR Y COLOCAR	540	1	23	6.059217391	0.258077778	1	0
1	1	VIDRIOS	540	1	23	7.000956522	0.298188889	1	1
1	1	VERIFICAR RETOCAR	540	1	22	3.000863636	0.122257407	1	0

Fuente: Output Viewer de Promodel



Figura 18: Registro actual de llegadas, servicio de lavado de vehículos Platinum Auto Spa S.R.L, 2017.  
Fuente: Promodel

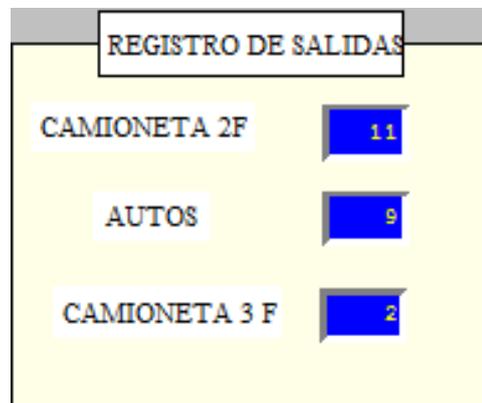


Figura 19: Registro actual de salidas, servicio de lavado de vehículos Platinum Auto Spa S.R.L, 2017.  
Fuente: Promodel

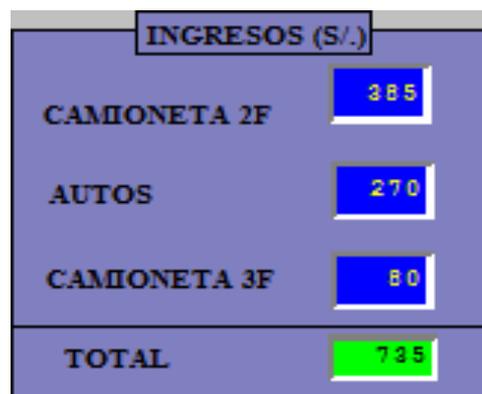


Figura 20: Registro actual de ingresos, servicio de lavado de vehículos Platinum Auto Spa S.R.L, 2017.  
Fuente: Promodel

**3.4. PROPUESTA DE NUEVO MODELO DE DISTRIBUCIÓN DE ÁREA**  
**Metodología SLP (Planificación sistemática de la distribución de planta)**

**3.4.1. Fase I: Localización**, por ser retribución de área, la planta seguirá en el mismo lugar.

**3.4.2. Fase II: Distribución General**

**3.4.2.1. Análisis Producto- cantidad:**

*Tabla 17: Análisis producto- cantidad, servicio de lavado de vehículos Platinum Auto Spa S.R.L, 2017*

MES	AUTO	CAMIONETA 2 Filas	CAMIONETA 3 Filas	LAVADO MOTOR	TECH/ASIE. PUERT.	LAVADO DE ALFOMBRAS
ENERO	162	234	32	10	14	4
FEBRERO	138	215	33	15	16	6
MARZO	134	192	25	20	18	6
ABRIL	72	125	14	12	7	8
MAYO	149	180	32	18	15	3
JUNIO	124	219	35	33	9	1
JULIO	92	159	35	29	1	5
AGOSTO	111	275	48	11	5	6
SEPTIEMBRE	104	225	69	8	1	7
OCTUBRE						
NOVIEMBRE						
DICIEMBRE						
<b>TOTAL</b>	<b>1086</b>	<b>1824</b>	<b>323</b>	<b>156</b>	<b>86</b>	<b>46</b>

Fuente: Anexo C2: Ficha producto cantidad.

**3.4.2.2. Análisis de relaciones:**

**Áreas:**

- 1: Área de lavado
- 2: Sala de Maquinas
- 3: Área Tanques de agua
- 4: Área de secado
- 5: Área preparado de pisos
- 6: Área de materiales
- 7: Área de Terminado
- 8: Área secado de pisos
- 9: Zona de entrega

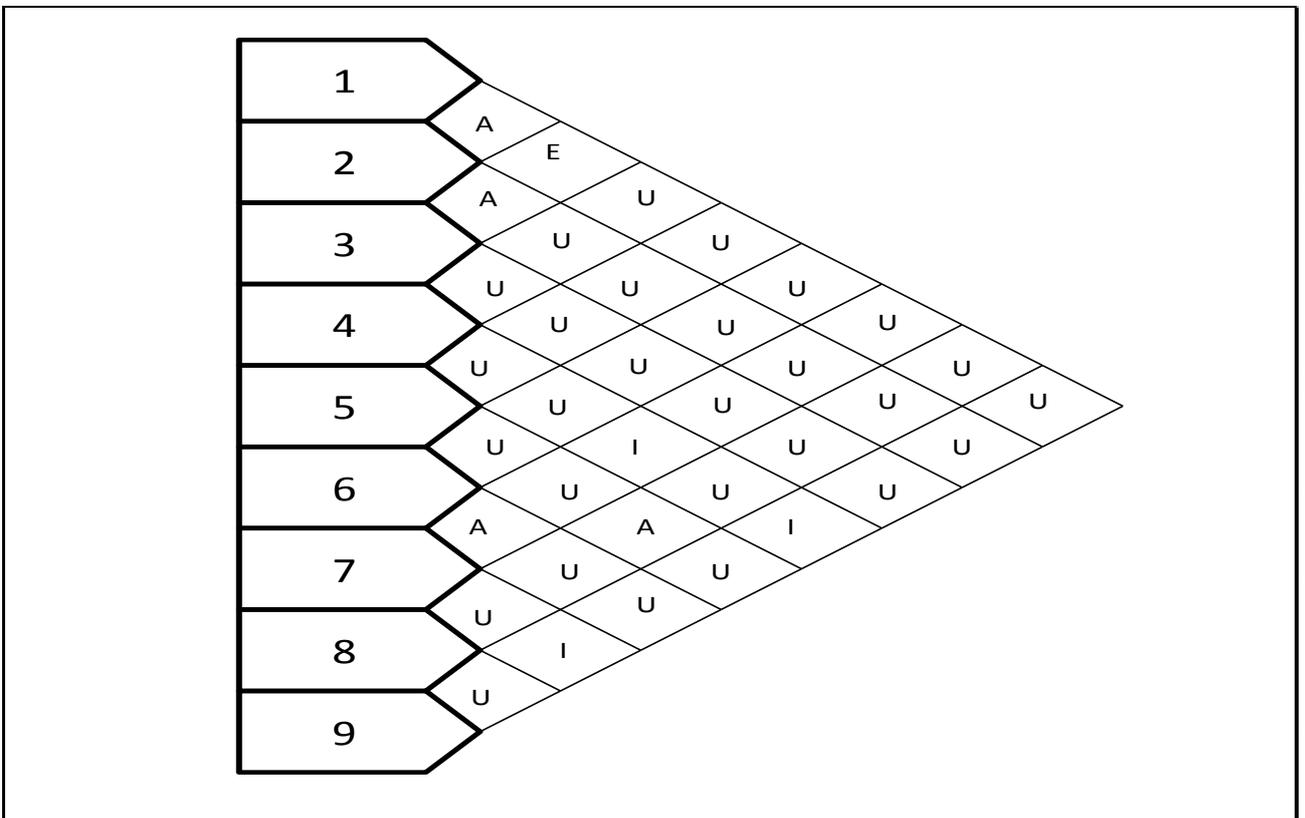


Figura 21: Diagrama de relaciones servicio de lavado de vehículos Platinum Auto Spa S.R.L, 2017.

Fuente: Tabla relacional de actividades (Figura 1 del anexo)

El área 1-2, 2-3, 6-7y 5-8 tienen una relación absolutamente necesaria; El área 1-3 tiene una relación específicamente importante; el área 4-7, 4-9 y 7-9, tienen una relación importante.

**3.4.2.3. Diagrama relacional de espacios:**

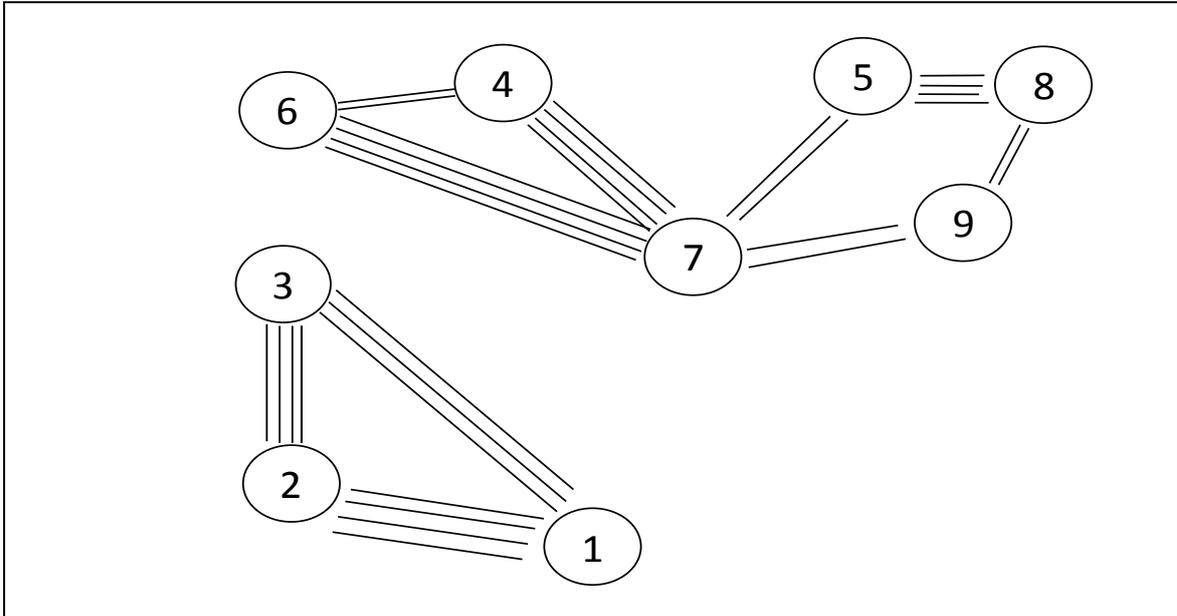


Figura 22: Diagrama relacional de espacios servicio de lavado de vehículos Platinum Auto Spa S.R.L, 2017.  
Fuente: Diagrama relacional de espacios (Figura 2 del anexo)

**3.4.2.4. Desarrollo del diagrama relacional de espacios:**

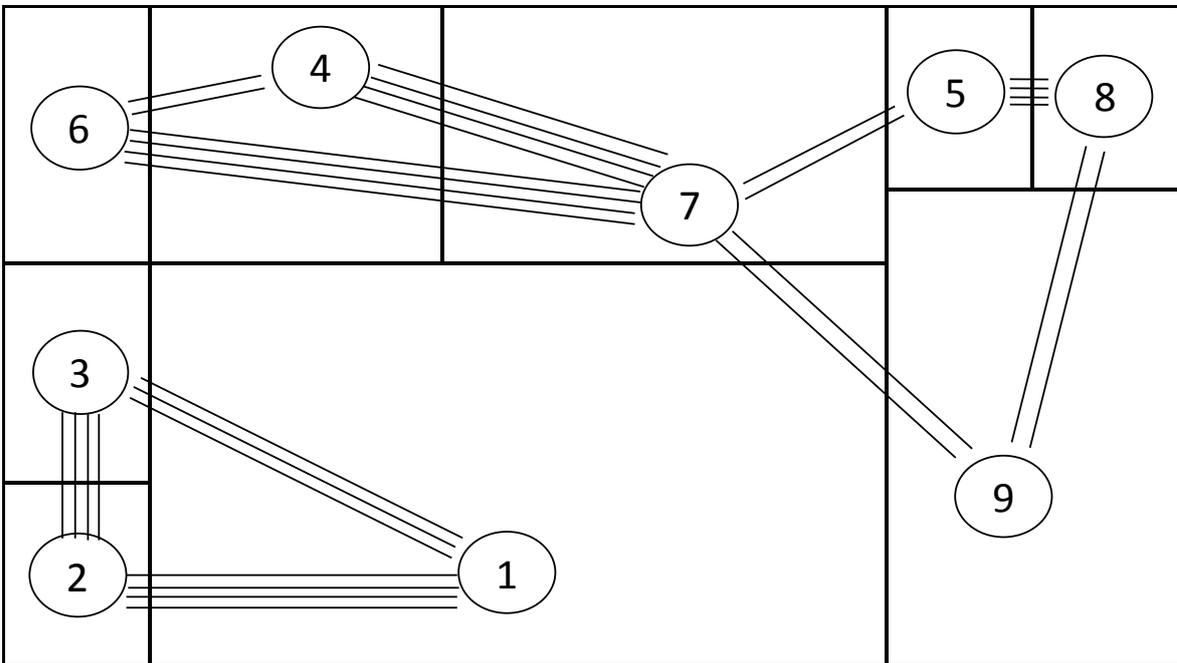


Figura 23: Desarrollo del diagrama relacional de espacios servicio de vehículos Platinum Auto Spa S.R.L, 2017.  
Fuente: Desarrollo diagrama relacional de espacios (Figura 3 del anexo)

### 3.4.3. Fase III: Plan de distribución detallada de propuesta.

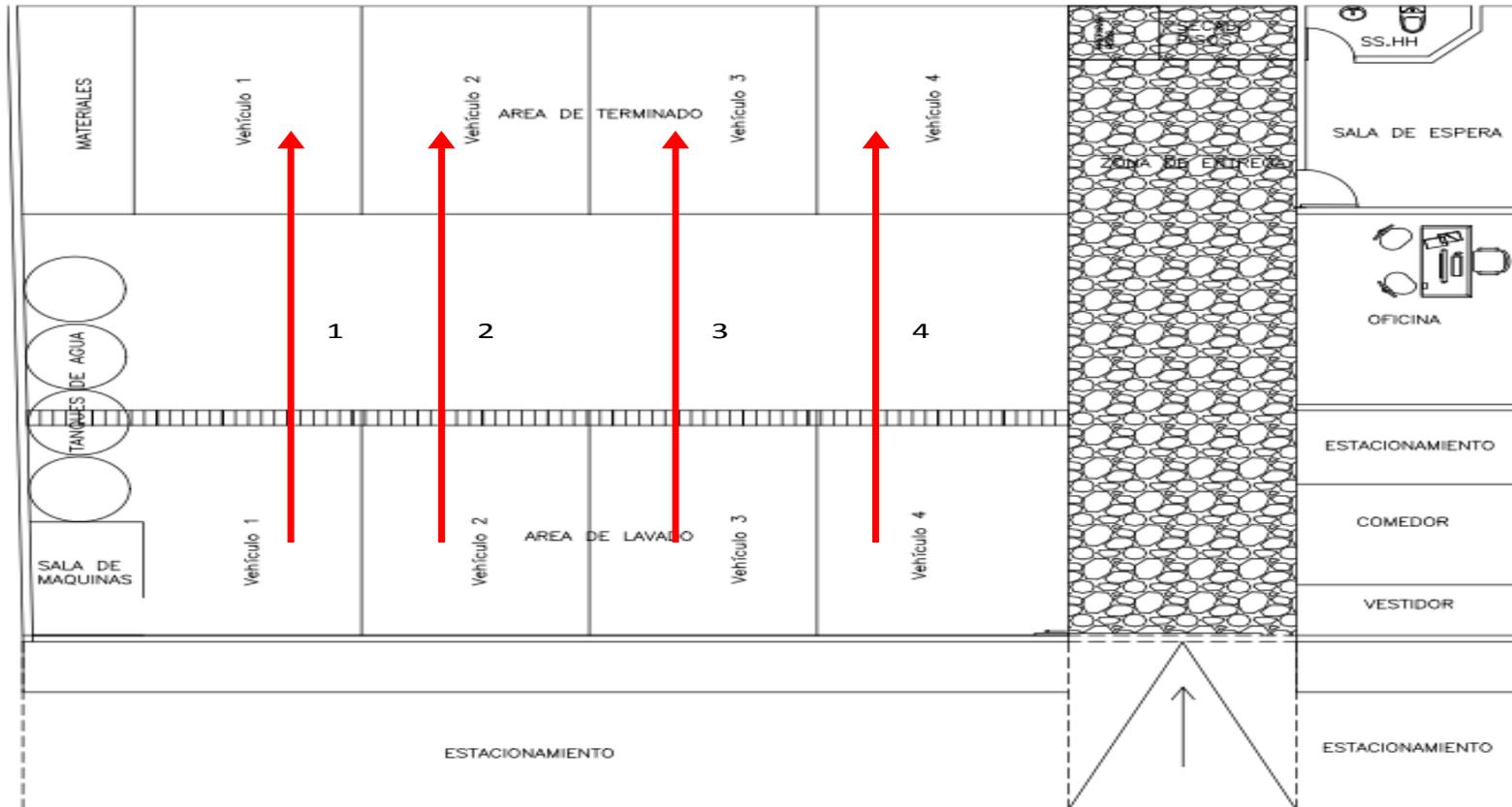


Figura 24: Propuesta de diagrama de recorrido servicio de lavado de vehículos Platinum Auto Spa S.R.L, 2017.

Fuente: Estructura diagrama de recorrido (Figura 4 del anexo)

Con la propuesta de distribución el vehículo tendrá un recorrido de 9.96 metros para recibir el servicio.

### 3.5. MODELO DE SIMULACIÓN DE LA DISTRIBUCIÓN DE LOS SERVICIOS

#### 3.5.1. Diagrama propuesto de análisis de actividades

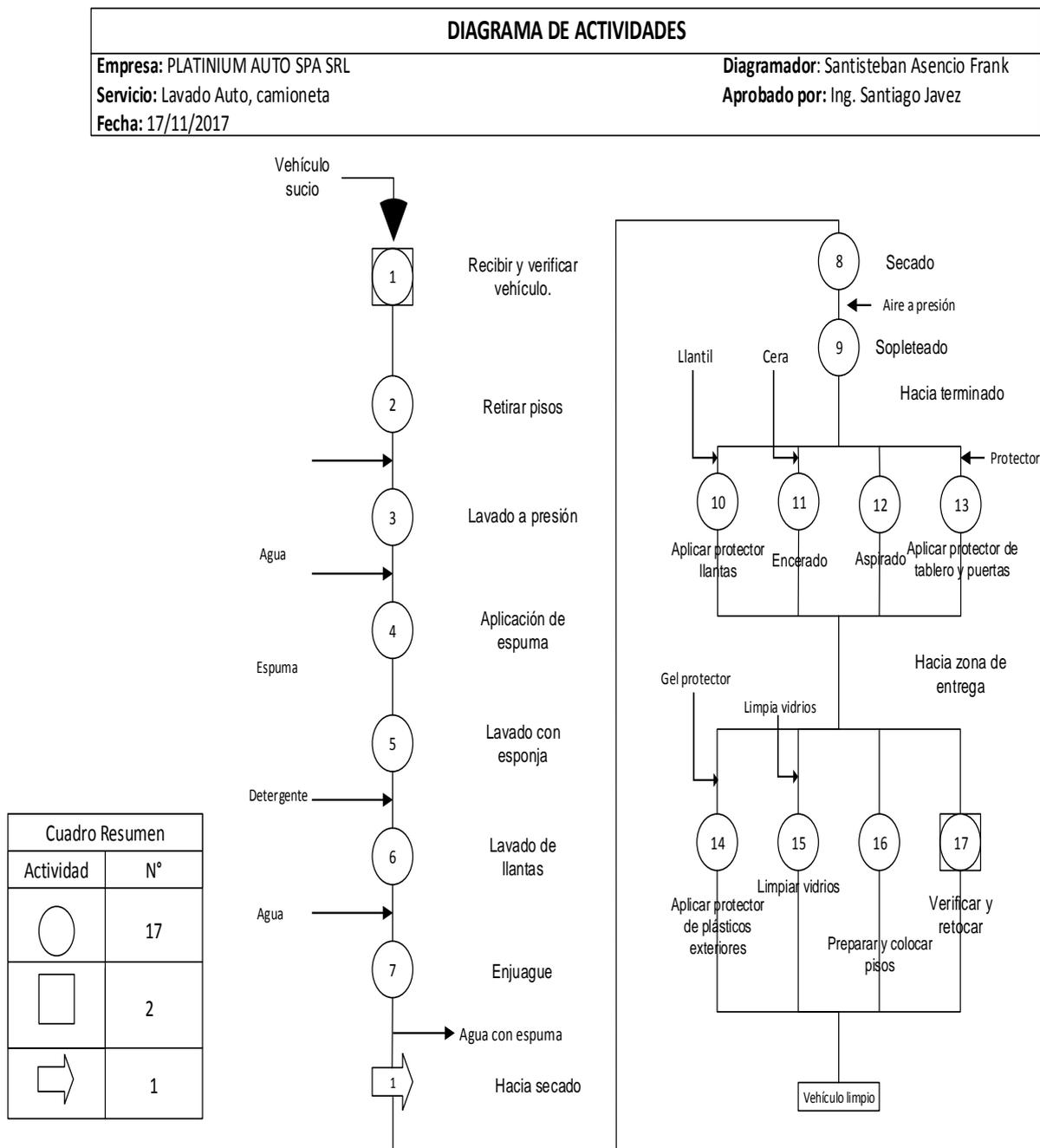


Figura 25: Diagrama propuesto de análisis de actividades del proceso servicio de lavado de vehículos Platinum Auto Spa S.R.L, 2017

Fuente: Platinum Auto Spa S.R.L

Elaboración propia

El servicio de lavado de vehículo propuesto tiene 18 actividades, entre ellas 1 transporte, 17 operaciones y 2 inspecciones.

### 3.5.2. Análisis de tiempos con StatFit

Tabla 18: Distribución del tiempo de servicio propuesto lavado de vehículos Platinum Auto Spa S.R.L, 2017

ITEM	ACTIVIDADES	DISTRIBUCIÓN DEL TIEMPO DE SERVICIO		
1	Recibir y verificar vehiculo			
2	Retirar pisos	Uniform (1, 1.21)	Lognormal (1, -2.51, 0.703)	exponential (1, 0.0947)
3	Lavado a presión	Lognormal (2, 0.00849)		
4	Aplicación de espuma	Uniform (1, 1.2)	lognormal (1, -2.41, 0.723)	
5	Lavado con esponja	Uniform (3, 4.12)	Lognormal (3, 0.424, 0.306)	
6	Lavado de llantas	Lognormal (1, 0.299, 0.211)		
7	Enjuague	Lognormal (2, 0.149, 0.195)		
8	Hacia secado	Uniform (2, 2.47)	Lognormal (2, -1.66, 0.709)	exponential (2, 0.231)
9	Secado	Uniform (6, 7.3)	Lognormal (6, -0.409, 0.402)	
10	Sopleteado	Uniform (5, 5.96)	Lognormal (5, 0.574, 0.349)	
11	Aplicar protector llantas	Uniform (6, 6.62)	lognormal (6, 1.28)	exponential (6, 0.335)
12	Encerado	Uniform (18, 21.1)	Lognormal (18, 0.43, 0.33)	
13	Aspirado	Lognormal (6, 0.204, 0.28)		
14	Aplicar protector de tablero y puertas	Lognormal (14, 0.427, 0.345)		
15	Aplicar protector de plásticos exteriores	Lognormal (6, 0.349, 0.294)		
16	Preparar y colocar pisos	Lognormal (6, 0.0742, 0.356)		
17	Limpiar vidrios	Lognormal (7, 0.42, 0.279)		
18	Verificar y retocar	Lognormal (3, 0.158, 0.22)		

Fuente: Stat Fit de Promodel

### 3.5.3. Formulación del diseño lógico del modelo propuesto:

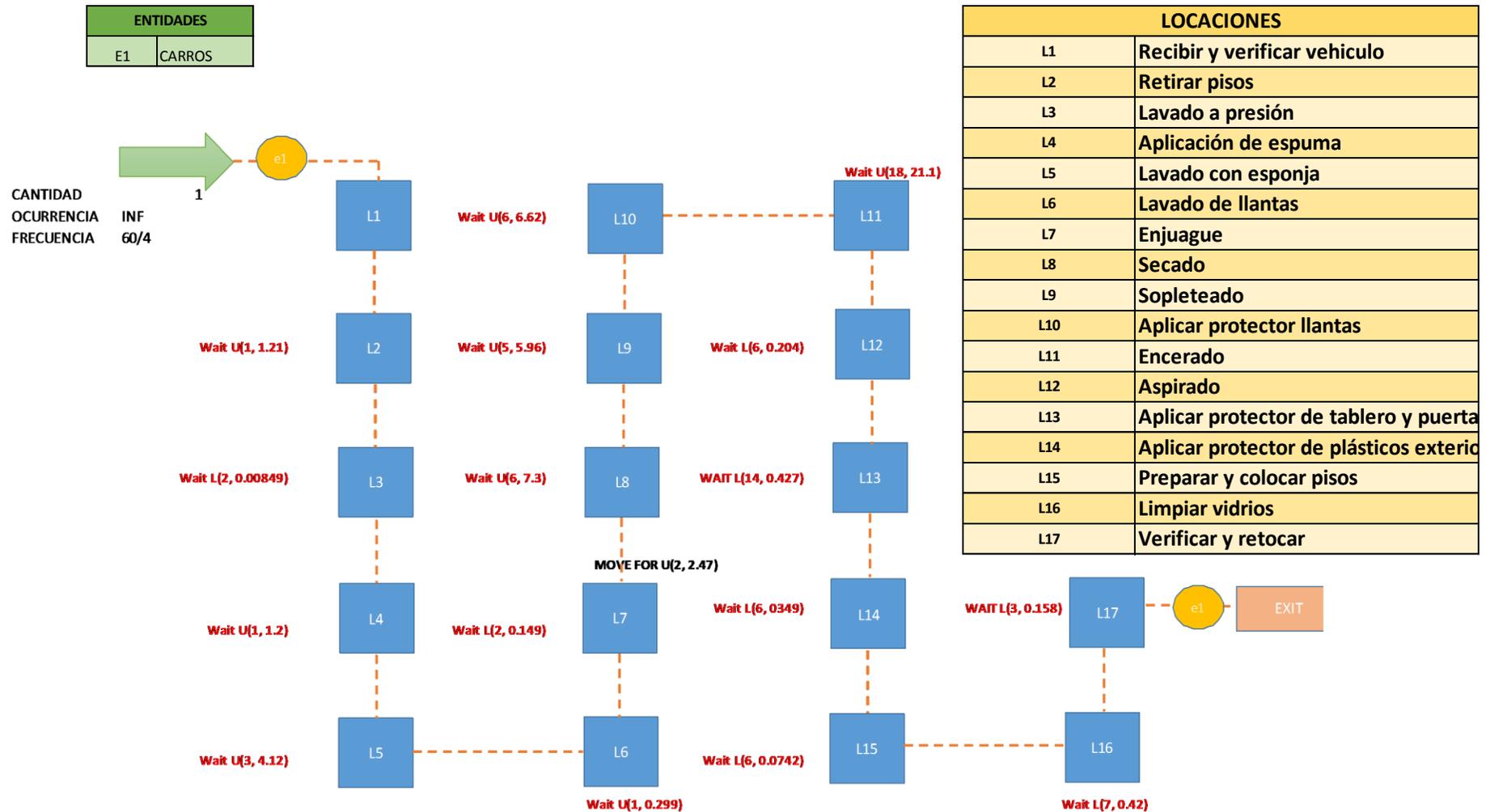


Figura 26: Diseño lógico propuesto a simular servicio de lavado de vehículos Platinum Auto Spa S.R.L., 2017.

Fuente: Diagrama propuesto de análisis de actividades (figura 25 del anexo), Distribución de tiempo de servicio (Tabla 18 del anexo)

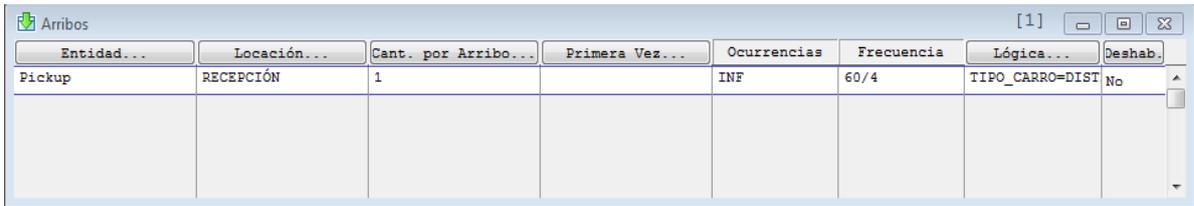
### 3.5.4. Locaciones distribución propuesta:

Locaciones						
Icono	Nombre	Cap.	Unidades	TMs...	Estadist	Reglas...
	RECEPCIÓN	INF	1	Ninguna	Series de tiempo	Más Tiempo, FIFO
	RETIRADO	4	1	Ninguna	Series de tiempo	Más Tiempo, FIFO
	PRESIÓN	4	1	Ninguna	Series de tiempo	Más Tiempo, FIFO
	ESPUMA	4	1	Ninguna	Series de tiempo	Más Tiempo, FIFO
	ESPONJA	4	1	Ninguna	Series de tiempo	Más Tiempo, FIFO
	LLANTAS	4	1	Ninguna	Series de tiempo	Más Tiempo, FIFO
	ENJUAGUE	4	1	Ninguna	Series de tiempo	Más Tiempo, FIFO
	SECADO	5	1	Ninguna	Series de tiempo	Más Tiempo, FIFO
	SOPLETEADO	5	1	Ninguna	Series de tiempo	Más Tiempo, FIFO
	PROTE_LLANTAS	5	1	Ninguna	Series de tiempo	Más Tiempo, FIFO
	ENCERADO	5	1	Ninguna	Series de tiempo	Más Tiempo, FIFO
	ASIRADO	5	1	Ninguna	Series de tiempo	Más Tiempo, FIFO
	PROTE_TABLERO	5	1	Ninguna	Series de tiempo	Más Tiempo, FIFO
	PLASTICOS_EXT	5	1	Ninguna	Series de tiempo	Más Tiempo, FIFO
	PREPARAR_Y_COLOCAR	5	1	Ninguna	Series de tiempo	Más Tiempo, FIFO
	VIDRIOS	5	1	Ninguna	Series de tiempo	Más Tiempo, FIFO
	VERIFICAR_RETOCAR	5	1	Ninguna	Series de tiempo	Más Tiempo, FIFO

Figura 27: Locaciones distribución propuesta servicio de lavado de vehículos Platinum Auto Spa S.R.L, 2017.

Fuente: Promodel

### 3.5.5. Arribos distribución propuesta:

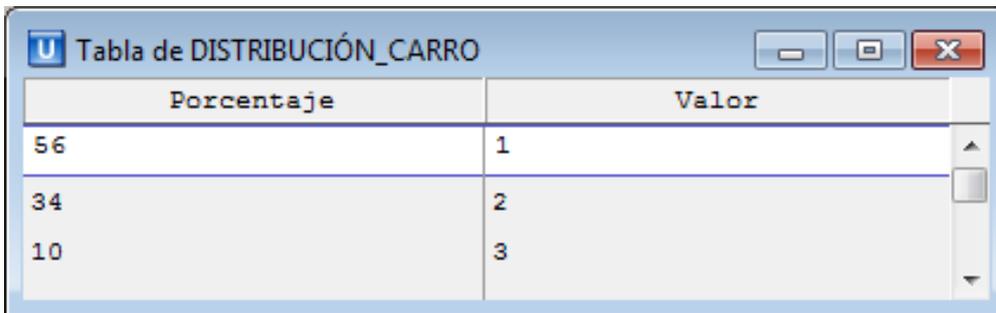


Entidad...	Locación...	Cant. por Arribo...	Primera Vez...	Ocurrencias	Frecuencia	Lógica...	Deshab.
Pickup	RECEPCIÓN	1		INF	60/4	TIPO_CARRO=DIST	No

Figura 28: Arribos distribución propuesta servicio de lavado de vehículos Platinum Auto Spa S.R.L, 2017.

Fuente: Promodel

### 3.5.6. Distribución de arribos distribución propuesta



Porcentaje	Valor
56	1
34	2
10	3

Figura 29: Distribución de arribos distribución propuesta servicio de lavado de vehículos Platinum Auto Spa S.R.L, 2017.

Fuente: distribución de arribos (tabla 10 del anexo)

### 3.5.7. Proceso distribución propuesta:

Entidad...	Locación...	Operación...
Pickup	RECEPCIÓN	If TIPO_CARRO=1 or 2 or 3 Then { Route 1 }If TIPO_CARRO=1
Pickup	RETIRADO	Wait U(1, 1.21)If TIPO_CARRO=1 Then { Graphic 1} Else { If TIPO_
Pickup	PRESIÓN	Wait L(2, 0.00849)If TIPO_CARRO=1 Then { Graphic 1} Else { If TI
Pickup	ESPUMA	Wait U(1, 1.2)If TIPO_CARRO=1 Then { Graphic 1} Else { If TIPO_C
Pickup	ESPONJA	Wait U(3, 4.12)If TIPO_CARRO=1 Then { Graphic 1} Else { If TIPO_
Pickup	LLANTAS	Wait L(1, 0.299)If TIPO_CARRO=1 Then { Graphic 1} Else { If TIPC
Pickup	ENJUAGUE	Wait L(2, 0.149)If TIPO_CARRO=1 Then { Graphic 1} Else { If TIPC
Pickup	SECADO	Wait U(6, 7.3)If TIPO_CARRO=1 Then { Graphic 1} Else { If TIPO_C
Pickup	SOPLETEADO	Wait U(5, 5.96)If TIPO_CARRO=1 Then { Graphic 1} Else { If TIPO_
Pickup	PROTE_LLANTAS	Wait U(6, 6.62)If TIPO_CARRO=1 Then { Graphic 1} Else { If TIPO_
Pickup	ENCERADO	Wait U(18, 21.1)If TIPO_CARRO=1 Then { Graphic 1} Else { If TIPC
Pickup	ASIRADO	Wait L(6, 0.204)If TIPO_CARRO=1 Then { Graphic 1} Else { If TIPC
Pickup	PROTE_TABLERO	WAIT L(14, 0.427)If TIPO_CARRO=1 Then { Graphic 1} Else { If TIF
Pickup	PLASTICOS_EXT	Wait L(6, 0.349)If TIPO_CARRO=1 Then { Graphic 1} Else { If TIPO_
Pickup	PREPARAR_Y_COLOCAR	Wait L(6, 0.0742)If TIPO_CARRO=1 Then { Graphic 1} Else { If TIF
Pickup	VIDRIOS	Wait L(7, 0.42)If TIPO_CARRO=1 Then { Graphic 1} Else { If TIPO_
Pickup	VERIFICAR_RETOCAR	WAIT L(3, 0.158)If TIPO_CARRO=1 Then { Graphic 1} Else { If TIPC

Figura 30: Procesos propuestos distribución propuesta servicio de lavado de vehículos Platinum Auto Spa S.R.L, 2017.  
Fuente: Promodel.

3.5.8. Layout del modelo distribución propuesta:

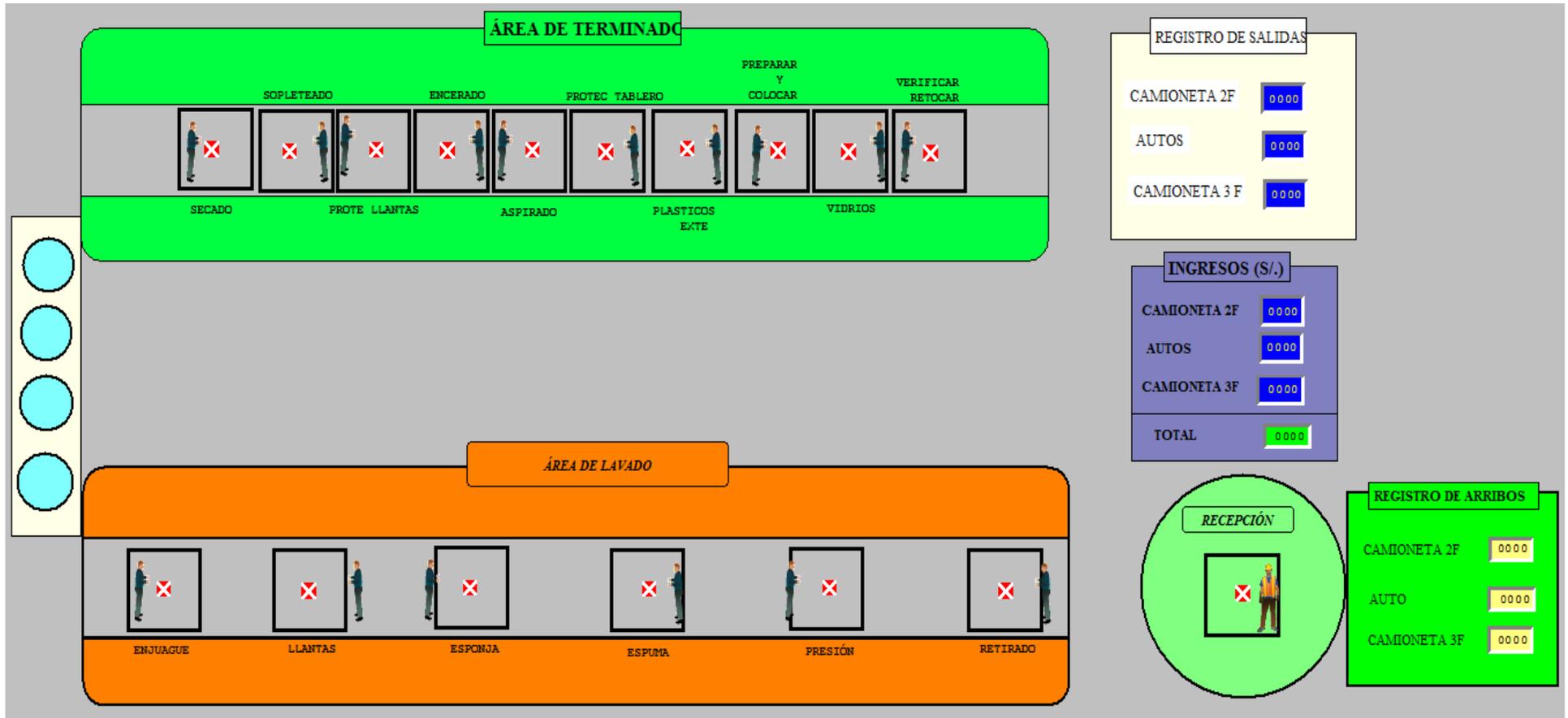


Figura 31: Layout propuesto de la simulación servicio de lavado de vehículos Platinum Auto Spa S.R.L, 2017.  
Fuente: Promodel

3.5.9. Simulación del modelo distribución propuesta:

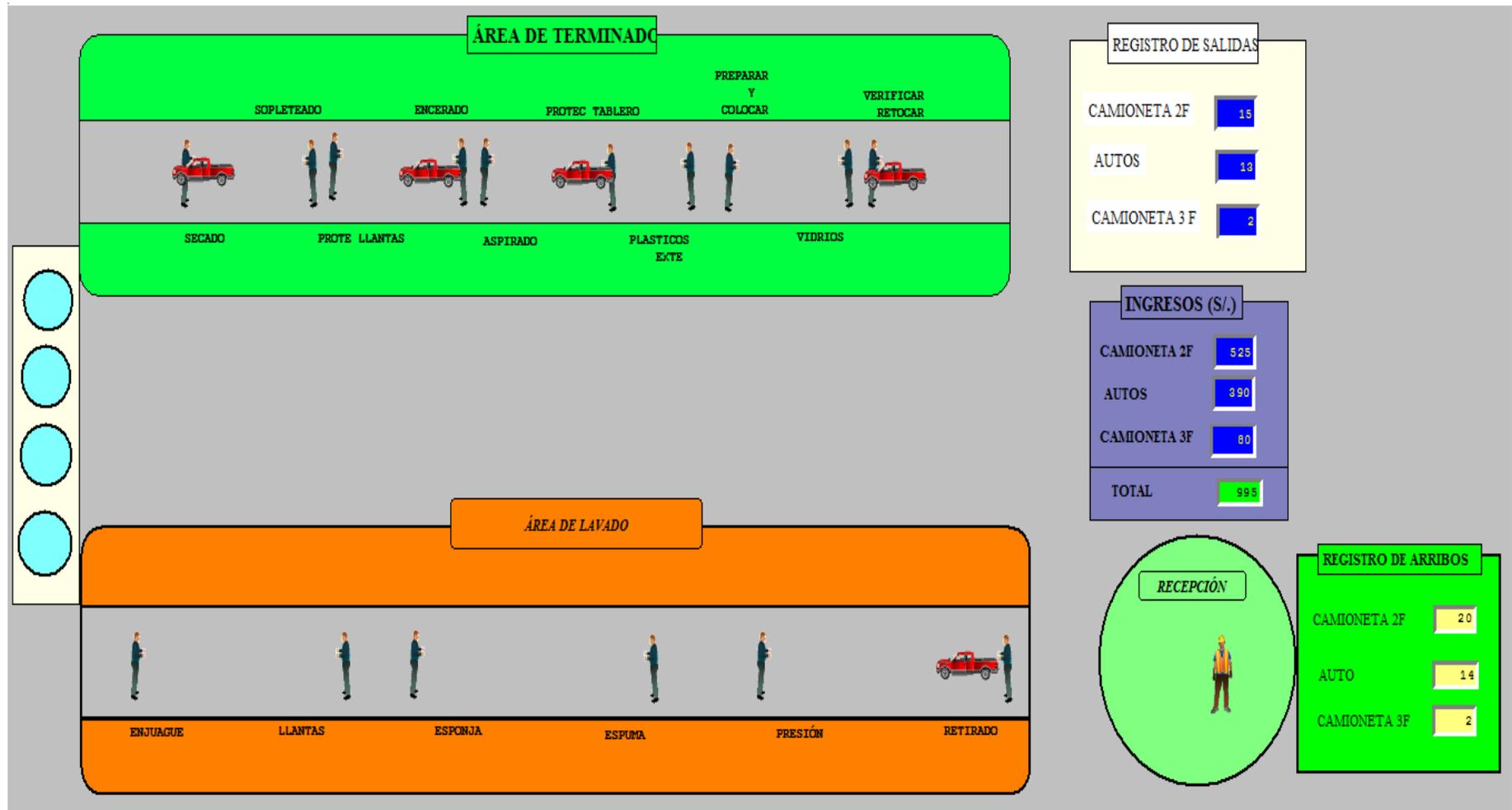


Figura 32: Simulación del modelo propuesto, por 9 horas, servicio de lavado de vehículos Platinum Auto Spa S.R.L, 2017. Fuente: Promodel

### 3.5.10. Resumen de la simulación distribución propuesta:

Tabla 19: Resumen de la entidad propuesta, servicio de lavado de vehículos Platinum Auto Spa S.R.L, 2017

Entidad Resumen								
Réplica	Período	Nombre	Total salidas	Cantidad actual en sistema	Tiempo En Sistema Promedio (Min)	Tiempo en lógica de movimiento promedio (Min)	Tiempo En Operación	Tiempo de Bloqueo
1	1	Pickup	30	6	90.8281	0.9435	89.8846	0

Fuente: Output Viewer de Promodel

Tabla 20: Resumen de la locación propuesta, servicio de lavado de vehículos Platinum Auto Spa S.R.L, 2017

Locación Resumen									
Réplica	Período	Nombre	Tiempo Programa	Capacidad	Total Entradas	Tiempo Por entrada	Contenido Promedio	Contenido Máximo	Contenido Actual
1	1	RECEPCIÓN	540	999999	36	0	0	1	0
1	1	RETIRADO	540	4	36	1.199222222	0.079948148	1	1
1	1	PRESIÓN	540	4	35	1.999514286	0.129598148	1	0
1	1	ESPUMA	540	4	35	0.985028571	0.063844444	1	0
1	1	ESPONJA	540	4	35	3.077457143	0.199464815	1	0
1	1	LLANTAS	540	4	35	0.985942857	0.063903704	1	0
1	1	ENJUAGUE	540	4	35	2.044742857	0.13252963	1	0
1	1	SECADO	540	5	35	6.854057143	0.444244444	2	1
1	1	SOPLETEADO	540	5	34	7.607558824	0.478994444	2	0
1	1	PROTE LLANTAS	540	5	34	5.911411765	0.3722	2	0
1	1	ENCERADO	540	5	34	14.85573529	0.935361111	3	1
1	1	ASIRADO	540	5	33	6.025060606	0.368198148	3	0
1	1	PROTE TABLERO	540	5	33	13.9619697	0.853231481	3	1
1	1	PLASTICOS EXT	540	5	32	5.75590625	0.341090741	2	0
1	1	PREPARAR Y COLOCAR	540	5	32	5.97884375	0.354301852	3	0
1	1	VIDRIOS	540	5	32	6.94365625	0.411475926	3	0
1	1	VERIFICAR RETOCAR	540	5	32	2.90646875	0.172235185	2	2

Fuente: Output Viewer de Promodel



Figura 33: Registro propuesta de ingresos, servicio de lavado de vehículos Platinum Auto Spa S.R.L, 2017.  
Fuente: Promodel

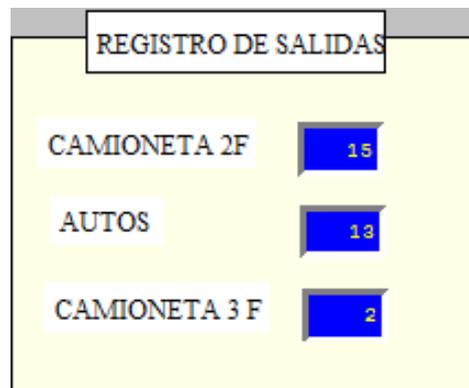


Figura 34: Registro propuesta de ingresos, servicio de lavado de vehículos Platinum Auto Spa S.R.L, 2017.  
Fuente: Promodel

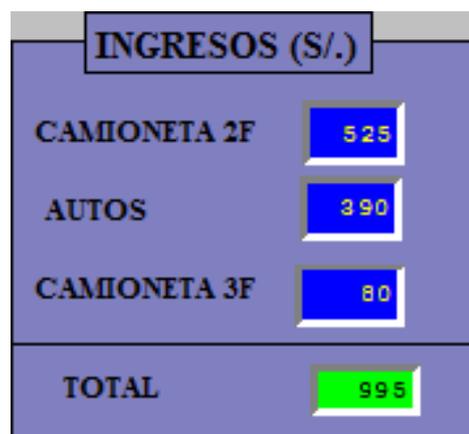


Figura 35: Registro propuesta de ingresos, servicio de lavado de vehículos Platinum Auto Spa S.R.L, 2017.  
Fuente: Promodel

### 3.6. EVALUACIÓN DEL EFECTO DE LA REDISTRIBUCIÓN

#### 3.6.1. Distancia de recorrido:

Tabla 21: Evaluación de la distribución, servicio de lavado de vehículos Platinum Auto Spa S.R.L, 2017

<b>EVALUACIÓN DE LA REDISTRIBUCIÓN</b>					
<b>Item</b>	<b>Distribución actual</b>		<b>Distribución mejorada</b>		<b>Mejora</b>
<b>Utilización de espacio</b>	58%		83%		42.86%
<b>Distancia de recorrido</b>	32.8	metros	9.96	metros	-69.63%
<b>Nivel de atención</b>	26	vehículos	36	vehículos	38.46%
Total Salidas 6:00 pm	22	vehículos	30	vehículos	36.36%
Vehículos en el sistema 6:00 pm	4	vehículos	6	vehículos	50.00%
<b>Entrega a tiempo</b>	22	vehículos	30	vehículos	36.36%
<b>Tiempo de espera</b>	163.91	minutos	90.82	minutos	-44.59%
<b>Tiempo en lógica de movimiento promedio</b>	8.8	minutos	0.94	minutos	-89.32%
<b>Ingresos</b>	735	soles	995	soles	35.37%

Fuente: resumen de la entidad actual (tabla 11 del anexo), resumen de la locación actual (tabla 12 del anexo), resumen de la entidad propuesta (tabla 19 del anexo) y resumen de la locación propuesta (tabla 20 del anexo).

# **IV. DISCUSIONES**

El estudio eligió para su análisis el recorrido de los servicios con mayor demanda: Lavado de camioneta de 2 filas con 51.8%, lavado de autos con 30.84% y camioneta de 3 filas con 9.17% (tabla 7), el cual tras evaluar la distribución actual en la empresa se determinó que se realiza 21 actividades para brindar el servicio de lavado de vehículos y que la distancia de recorrido actual del vehículo para recibir el servicio es de 32.8 metros (tabla 8), se empleó para ello el Diagrama de actividades y el Diagrama de recorrido; como así también lo hizo Rosazza (2014), mediante el Diagrama de actividades determino que en la empresa se realizan 14 actividades para brindar el servicio, y Cárdenas (2012) mediante el diagrama de recorrido determinó 112 metros de recorrido para realizar el proceso . Los métodos empleados fueron los correctos pues según Pérez (2009) el diagrama de actividades permite identificar y representar la manera de proporcionar un servicio, y el diagrama de recorrido permite visualizar el flujo del proceso en las áreas de la empresa.

El estudio de tiempos del servicio de lavado de vehículo determinó que este se hace en un tiempo estándar de 74.91 minutos; para la metodología del estudio de tiempos se usa el cronómetro, realizando 15 tomas como muestra semilla con el cálculo de suplementos (tabla 5) y complementos (tabla 1,2,3,y 4). Cabe resaltar que no siempre se emplean la misma metodología para calcular el tiempo estándar como en la investigación de Fuertes (2012) quien empleó el método de muestreo; considero que ambos métodos fueron adecuados para medir los tiempos en ambas investigaciones, pues como manifiesta Kanawaty (2008) el estudio de métodos es el registro y examen crítico sistemático de los modos de realizar actividades, con el fin de efectuar mejoras.

Al simular el sistema actual en la empresa Platinum Auto Spa S.R.L mediante el programa Promodel, se encontró que solicitan el servicio de lavado 36 vehículos, 26 vehículos ingresan al sistema para ser atendidos y 10 son dejados de atender. Al igual que la investigación de Cardenas (2012) tiene una demanda de producción de 20 toneladas/día y solo llega a producir 10 toneladas; según Krajewski (2012) se debe realizar una redistribución física y así aumentar la capacidad de atención al cliente.

Se realizó la nueva propuesta de distribución de área mediante la metodología SLP y el diagrama de relaciones, reduciendo así la distancia de recorrido del vehículo en un 69.63%. Cabe resaltar que las investigaciones de Cárdenas (2012), Miranda y Rodríguez (2008); también emplearon la metodología SLP logrando reducir la distancia de recorrido en 56.2% y 31% respectivamente. Los métodos empleados fueron los correctos pues según Baca (2010) la metodología SLP aplica a la distribución de plantas nuevas como también plantas existentes.

Al simular el sistema propuesto en la empresa Platinum Auto Spa S.R.L mediante el programa Promodel, se encontró que solicitan el servicio 36 vehículos y los 36 vehículos ingresan al sistema para ser atendidos, aumentando su capacidad de producir 36.36%; se reduce el tiempo de espera y el tiempo de movimiento a 90.82 y 0.94 min respectivamente. Así también Rosazza (2014), al simular el sistema con la nueva distribución logró aumentar su capacidad de producir en 64% y reducir el tiempo de espera a 1.17 min. . Los métodos empleados fueron los correctos pues según Chase (2009) la simulación se realiza antes que entre a operación el sistema real para ver sus reacciones ante posibles cambios de su estructura.

Se estimó mediante la simulación en Promodel que la distribución propuesta permitiría una mejora del 42% en la utilización de espacio, una reducción del 44.5% el tiempo de espera y un aumento de 36.36% en el nivel de atención del servicio al cliente. Resultados similares logró Camacho (2013) reduciendo el tiempo de espera en 97.5%, Gutierrez, Guevara y Ribadeneira (2009) por su parte lograron reducir el tiempo de espera en 95.3%. Rosazza (2014) logró aumentar su capacidad de despacho en 64%. Queda así demostrado que es posible mejorar el servicio al cliente con cambios en la distribución de área y pueden ser estimados el efecto de estos cambios con la simulación.

# **V. CONCLUSIONES**

- La empresa realiza 21 actividades para brindar el servicio de lavado de vehículo, entre ellas 17 operaciones, 2 inspecciones y 4 transportes.  
La distribución de área actual permite tener en el sistema 7 vehículos y la distancia de recorrido actual del vehículo para recibir el servicio es de 32.8 metros.
- La simulación del escenario actual por 9 horas muestra un nivel de atención de 26 vehículos, 10 vehículos que no reciben el servicio, un tiempo de movimiento promedio del vehículo en el sistema de 8.8 minutos y un ingreso de 735 soles.
- En el proceso de estudio de tiempos del sistema actual se determinó que el tiempo estándar del servicio de lavado que es de 79.91 minutos.
- La redistribución de área por el método SLP (Planificación sistemática de la distribución de planta), permite tener 10 vehículos en el sistema y la distancia de recorrido actual del vehículo para recibir el servicio es de 9.96 metros
- La simulación del escenario mejorado por 9 horas muestra un nivel de atención de 36 vehículos, todos los vehículos que ingresan reciben el servicio, un tiempo de movimiento promedio del vehículo en el sistema de 0.94 minutos y un ingreso de 995 soles.
- Mediante la redistribución del área de operaciones se obtuvo; aumento en la utilización de espacio de 42%, disminución de la distancia de recorrido del vehículo para recibir el servicio en 69.63%, aumento del nivel de atención de vehículos en 38.46%, aumento de los servicios entregados a tiempo en 36.36%, disminuir el tiempo de movimiento del vehículo en el sistema en 89.32% y aumentar los ingresos diarios en 35.37%.

# **VI. RECOMENDACIONES**

- Se recomienda a la empresa realizar el proyecto propuesto en este trabajo, para la mejora de los indicadores de servicio al cliente.
- Complementar el estudio con un análisis económico.
- Realizar un nuevo estudio de tiempos al momento de implementar la nueva distribución de planta.
- Realizar un estudio de trabajo para analizar y reducir los tiempos de operación y así aprovechar mejor los recursos y reducir el tiempo estándar.
- Aplicar el trabajo de investigación como base a próximas investigaciones para mejorar el servicio al cliente.

# **VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

**MEJÍA, Heidy y GALOFRE, Marjorie.** *Aplicación de software de simulación como herramienta en el rediseño de plantas de producción en empresas del sector de alimentos. Vol 6.* Barranquilla : Prospectiva. **2008**

**BACA, Gabriel.** *Evaluación de Proyectos.* México : Mc Graw Interamericana Editores, 2010. ISBN: 9786071502605.

**CAMACHO MANTILLA, Lorena del Pilar.** *Aplicación de teorías de líneas de espera y simulación para optimizar tiempos de atención al cliente en la oficina Gamarra del Banco de Crédito del Perú S.A.C de la ciudad de Trujillo.* Trujillo, 2013.

**CÁRDENAS JATIVA, Noemi Carolina.** *Diseño de la distribución de la nueva planta en la empresa Maldonado García Maga.* Quito, 2012.

**CHASE, Richard y JACOBS, Robert.** *Administración de operaciones producción y cadena de suministros.* México : McGRAW-HILL/INTERAMERICANA EDITORES, S.A., 2009. ISBN: 9786071510044.

**FUERTES, Wilder.** *Análisis y mejora de procesos y distribución de planta en una empresa que brinda el servicio de revisiones técnicas vehiculares.* Lima, 2012.

**CUATRECASAS, Lluís.** *Diseño Avanzado de procesos y plantas de producción flexible.* Barcelona : Profit Editorial, 2009. ISBN: 9788496998872.

**DOMINGUEZ, Alejandro y HERMO, Silvia.** *Métricas del marketing.* Madrid : ESIC EDITORIAL, 2007. ISBN: 9788473565219.

**NAJUL, Jenny.** *El capital humano en la atención al cliente.* N° 8, Carabobo : Observatorio Laboral Revista Venezolana, 2011, Vol. 4. ISSN: 18569099.

**ESTRADA, William.** *Servicio y atención al cliente.* Lima : Depósito legal en la Biblioteca Nacional del Perú, 2007.

**GARCIA, Eduardo , GARCIA, Heriberto y CÁRDENAS, Leopoldo.** *Simulación y análisis de sistemas con ProModel.* México : Pearson Educación de México, S. A., 2013. ISBN : 9786073215114.

**HEIZER, Jay.** *Principios de Administración de Operaciones.* México : Pearson, 2009. ISBN: 9786074420999.

**HILLIER, Frederick y LIEBERMAN, Gerald.** *Introducción a la investigación de operaciones.* México : McGRAW-HILL/INTERAMERICANA EDITORES, S.A. , 2010. ISBN: 9786071503084.

**KANAWATY, G.** *Introducción al estudio del trabajo.* Ginebra : Oficina internacional del trabajo. 2008. ISBN: 9789681856281.

**KRAJEWSKI, Lee, RITZMAN, Larry y MALHOTRA, Manoj.** *Administración de operaciones Procesos y cadenas de valor.* México : Pearson Educación, 2008. ISBN: 9789702612179.

**MEYERS, Fred.** *Estudios de tiempos y movimientos.* Mexico : Pearson Educación, 2000. ISBN: 9684444680.

**MIRANDA REDONDO, Rodrigo y RODRIGUEZ GUTIERREZ , Ingrid.** *Rediseño de la distribución de la planta física del área de producción y almacén de la empresa Tubos y metales & cia LTDA. .* Cartagena, 2008.

**NIEBEL, Benjamín y FREIVALDS, Andris.** *Ingeniería Industrial: Métodos, estándares y diseño del trabajo.* 12a ed. México : McGrawHill, 2009. ISBN: 9789701069622.

**NORIEGA, María.** *Ingeniería Industrial.* Lima : Fondo de desarrollo Editorial, 2015. ISBN: 10259929.

**GUTIERREZ, Sandra , y otros.** *Optimización del sistema hospitalario ecuatoriano: Estudio, modelización, simulación y minimización de tiempos de espera de pacientes de consulta externa.* s.l. : Revista Politécnica, 2009, Vol. 30.

**PALACIOS ACERO, Luis Carlos.** *Ingeniería de métodos movimientos y tiempos.* Madrid : Starbook, 2014. ISBN: 9788493689643.

**PÉREZ , Pablo.** *Metodologías para la resolución de problemas de distribución de planta.* Matanzas : Universidad de Matanzas, 2008.

**RINCON, Luis.** *Investigación de operaciones para ingenierías y administración de empresas.* Palmira : Impresora Feriva S.A., 2001. ISBN: 9588095093.

**ROSAZZA, Carlos y ROSAZZA, Sergio.** *Modelo de línea de espera y optimización del servicio de despacho de combustible en la empresa Consorcio Terminales GMP OIL TALKING- Supe,* 2014. Huacho, 2014.

**TAHA, Hamdy.** *Investihgación de operaciones.* México : Pearson, 2012. ISBN: 9786073207966.

# **ANEXOS**

# **A. ANEXO DE TABLAS**

Tabla 1: Sistema de Calificación de Habilidad Westinghouse

Valor	Representación	Grado
+ 0.15	A1	Superior
+ 0.13	A2	Superior
+ 0.11	B1	Excelente
+ 0.08	B2	Excelente
+ 0.06	C1	Bueno
+ 0.03	C2	Bueno
0.00	D	Promedio
-0.05	E1	Aceptable
-0.10	E2	Aceptable
-0.16	F1	Malo
- 0.22	F2	Malo

Fuente: Niebel (2009)

Tabla 2: Sistema de Calificación de Esfuerzo Westinghouse

Valor	Representación	Grado
+ 0.13	A1	Excesivo
+ 0.12	A2	Excesivo
+ 0.10	B1	Excelente
+ 0.08	B2	Excelente
+ 0.05	C1	Bueno
+ 0.02	C2	Bueno
0.00	D	Promedio
-0.04	E1	Aceptable
-0.08	E2	Aceptable
-0.12	F1	Malo
- 0.17	F2	Malo

Fuente: Niebel (2009)

Tabla 3: Sistema de Calificación de Condiciones Westinghouse

Valor	Representación	Grado
+ 0.06	A	Ideal
+ 0.04	B	Excelente
+ 0.02	C	Bueno
0.00	D	Promedio
-0.03	E	Aceptable
-0.07	F	Malo

Fuente: Niebel (2009)

Tabla 4: Sistema de Calificación de Consistencia Westinghouse

Valor	Representación	Grado
+ 0.04	A	Perfecta
+ 0.03	B	Excelente
+ 0.01	C	Buena
0.00	D	Promedio
-0.02	E	Aceptable
-0.04	F	Malo

Fuente: Niebel (2009)

Tabla 5: Suplementos de Trabajo

1. SUPLEMENTOS CONSTANTES			
	Hombres	Mujeres	
<b>A. Suplemento por necesidades personales</b>	5	7	
<b>B. Suplemento base por fatiga</b>	4	4	
2. SUPLEMENTOS VARIABLES			
	Hombres	Mujeres	
<b>A. Suplemento por trabajar de pie</b>	2	4	4 45
<b>B. Suplemento por postura anormal</b>			2 100
Ligeramente incómoda	0	1	
incómoda (inclinado)	2	3	
Muy incómoda (echado, estirado)	7	7	
<b>C. Uso de fuerza/energía muscular (Levantar, tirar, empujar)</b>			
Peso levantado [kg]			
2,5	0	1	
5	1	2	
10	3	4	
25	9	20	
35,5	22	máx	
<b>D. Mala iluminación</b>			
Ligeramente por debajo de la potencia calculada	0	0	
Bastante por debajo	2	2	
Absolutamente insuficiente	5	5	
<b>E. Condiciones atmosféricas</b>			
Índice de enfriamiento Kata			
16	0		
8		10	
			<b>F. Concentración Intensa</b>
			Trabajos de cierta precisión
			Trabajos precisos o fatigosos
			Trabajos de gran precisión o muy fatigosos
			<b>G. Ruido</b>
			Continuo
			Intermitente y fuerte
			Intermitente y muy fuerte
			Estridente y fuerte
			<b>H. Tensión mental</b>
			Proceso bastante complejo
			Proceso complejo o atención dividida entre muchos objetos
			Muy complejo
			<b>I. Monotonía</b>
			Trabajo algo monótono
			Trabajo bastante monótono
			Trabajo muy monótono
			<b>J. Tedio</b>
			Trabajo algo aburrido
			Trabajo bastante aburrido
			Trabajo muy aburrido

Fuente: Niebel (2009)

Tabla 6: Operacionalización de variables

Variable	Definición conceptual	Definición operacional	Indicadores	Escala de medición
Redistribución de área usando simulación	<p>“Decisiones sobre la disposición física de los centros de actividad económica que necesitan los diferentes procesos de una instalación”(KRAJE WSKI, 2012).</p> <p>Simulación, modelar un sistema real en computadora. (Chase,2009)</p>	Simulación modelo de redistribución medido a través de:		Razón Cuantitativa
		Utilización de espacio = $(\text{Capacidad utilizada} / \text{capacidad total}) * 100$	% de utilización de área.	
		Distancia de recorrido	Distancia de recorrido por servicio.	
Servicio al cliente	Según (Tschohl, 2008) acción de ventas que estimula a los clientes a comprar más y regresar con mayor frecuencia.	Servicio al cliente medido a través de indicadores de gestión:		Razón Cuantitativa
		Nivel de atención = $(\text{clientes atendidos} / \text{Total de clientes}) * 100$	% de nivel de atención	
		Tiempo de espera	Minutos de espera de un cliente para ser atendido.	
		Entrega a tiempo = $(\text{servicios entregados a tiempo} / \text{Total de servicios}) * 100$	% de entrega a tiempo	

Elaboración Propia

*Tabla 7: Nivel de ventas por servicio Enero- Septiembre, Platinum Auto Spa S.R.L, 2017*

<b>SERVICIO</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>PORCENTAJE</b>
Lavado de camionetas 2 filas	1824	51.8%
Lavado de autos	1086	30.84%
Lavado camioneta 3 filas	323	9.17%
Lavado motor	156	4.43%
Puertas, techos	86	2.44%
Lavado de alfombras	46	1.31%
<b>TOTAL</b>	<b>3521</b>	<b>100%</b>

*Fuente: Platinum Auto Spa*

*Tabla 8: Distancia de recorrido actual, servicio de lavado de vehículos Platinum Auto Spa S.R.L, 2017*

<b>DISTANCIA</b>	<b>METROS</b>
1	11
2	9.3
3	6.7
4	5.8
<b>TOTAL</b>	<b>32.8</b>

*Fuente: Platinum Auto Spa*

Tabla 9: Número de muestras para el estudio de tiempos servicio de lavado de vehículos Platinum Auto Spa S.R.L, 2017

CALCULO DEL NÚMERO DE MUESTRAS ESTUDIO DE TIEMPOS, PLATINIUM AUTO SPA SRL																					
ITEM	ACTIVIDADES	TIEMPO OBSERVADO(min)															T.O PROMEDIO	SUMA TOTAL	$\Sigma(X^2)$	$(\Sigma X)^2$	n
		T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11	T12	T13	T14	T15					
1	Recibir y verificar vehiculo	2.05	1.75	1.85	1.82	1.95	1.9	2.02	1.77	1.83	1.97	2.02	1.77	1.85	2.03	1.95	1.90	28.53	54.4147	813.96	4
2	Hacia lavado	2.12	2.16	2.12	2.23	2.19	2.04	2.22	2.18	2.11	2.05	2.08	2.21	2.04	2.07	2.14	2.13	31.96	68.1570	1021.44	1
3	Retirar pisos	1.2	1.07	1.12	1.04	1.1	1.05	1.21	1.09	1	1.2	1.03	1.06	1.15	1.08	1.02	1.09	16.42	18.0394	269.62	6
4	Lavado a presión	3.12	2.72	3.17	3.2	2.8	2.87	2.78	3.27	2.97	2.77	3.22	3.23	3.37	2.92	3.03	3.03	45.44	138.2792	2064.79	7
5	Aplicación de espuma	1.17	1.08	1.18	1.03	1.13	1.15	1.1	1.12	1.2	1.03	1.13	1.05	1.02	1.2	1.08	1.11	16.67	18.5795	277.89	5
6	Lavado con esponja	3.7	3.47	3.37	3.92	3.62	3.55	3.75	3.53	3.58	3.8	3.4	4.12	3.88	3.75	3.83	3.68	55.27	204.2611	3054.77	5
7	Lavado de llantas	1.95	1.57	1.75	1.55	1.62	1.78	1.53	1.87	1.8	1.58	1.95	1.93	1.68	1.83	1.98	1.76	26.37	46.7185	695.38	12
8	Enjuague	2.68	3.25	2.77	3.23	2.78	2.65	2.92	3.03	2.77	2.83	2.72	3	2.97	2.73	2.85	2.88	43.18	124.7854	1864.51	6
9	Hacia secado	2.25	2.37	2.27	2.3	2.47	2.32	2.12	2.08	2.28	2.13	2.2	2.02	2.17	2.27	2.22	2.23	33.47	74.8723	1120.24	4
10	Secado	7.08	6.33	6.61	7.15	6.43	6.5	6.9	6.65	6.86	7.3	6.55	6.48	6.63	6.93	6.4	6.72	100.80	678.6216	10160.64	3
11	Sopleteado	5.31	5.91	5.54	5.96	5.89	5.39	5.48	5.68	5.44	5.38	5.86	5.89	5.53	5.41	5.51	5.60	83.98	470.8372	7052.64	2
12	Hacia terminado	2.12	2	2.04	2.2	2.15	2.09	2.1	2.06	2	2.01	2.18	2.13	2.04	2.17	2.14	2.10	31.43	65.9197	987.84	2
13	Aplicar protector llantas	6.25	6.35	6.03	6.55	6.48	6.15	6.2	6.3	6.62	6.23	6.38	6.52	6.18	6.45	6.33	6.33	95.02	602.3072	9028.80	1
14	Encerado	20.3	20.15	19.58	19.68	21.1	18.9	19.21	19.28	19.61	19.43	19.48	19.38	19.91	19.53	18.81	19.62	294.35	5780.7307	86641.92	1
15	Aspirado	7.2	7.47	7.55	6.75	6.97	7.22	7.37	7.65	7.42	6.67	7.48	7.32	7.78	6.87	7.35	7.27	109.07	794.5805	11896.26	3
16	Aplicar protector de tablero y puertas	16.43	16.18	15.72	14.97	15.78	15.63	14.73	15.58	16.05	15.47	15.37	16.13	14.83	15.43	15.95	15.62	234.25	3661.7247	54873.06	2
17	Hacia zona de entrega	2.27	2.35	2.15	2.23	2.2	2.32	2.12	2.03	2.2	2.08	2.32	2.05	2.17	2.13	2.18	2.19	32.80	71.8580	1075.84	3
18	Aplicar protector de plásticos exteriores	7.77	8.05	7.85	6.92	8	7.47	7.47	7.1	7.89	6.74	7.54	7.32	7.25	7.74	7.04	7.48	112.15	840.8415	12577.62	4
19	Preparar y colocar pisos	7.28	6.73	6.83	7.35	7.15	7.53	6.63	6.56	6.91	7.28	7.26	6.54	6.54	7.27	6.93	6.99	104.79	733.6517	10980.94	3
20	Limpiar vidrios	9.17	8.75	8.98	8.38	8.05	8.28	9.18	8.65	8.82	9.03	8.93	8.35	8.15	7.92	8.07	8.58	128.71	1107.0465	16566.26	4
21	Verificar y retocar	3.88	3.7	3.83	4.08	3.78	3.48	3.93	3.73	4.02	4.03	4.12	4.03	3.67	3.82	4	3.87	58.10	225.4942	3375.61	3

Fuente: ficha de estudio de tiempos (anexo C1)

Tabla 10: Valoración del ritmo del Trabajo, Platinum Auto Spa S.R.L, 2017

VALORACIÓN RITMO DEL TRABAJO						
ITEM	ACTIVIDADES	Habilidad	Esfuerzo	Condiciones	Consistencia	VALORACIÓN
1	Recibir y verificar vehiculo	0	0	0	0	0
2	Hacia lavado	0	0	0	0	0
3	Retirar pisos	0.03	0	0	0	0.03
4	Lavado a presión	0.03	-0.04	0.02	0	0.01
5	Aplicación de espuma	0.03	0	0.02	0	0.05
6	Lavado con esponja	0.03	-0.04	0.02	0	0.01
7	Lavado de llantas	0.03	-0.04	0.02	0	0.01
8	Enjuague	0.03	0	0.02	0	0.05
9	Hacia secado	0	0	0	0	0
10	Secado	0.03	-0.04	0.02	0	0.01
11	Sopleteado	0.03	0	0.02	0	0.05
12	Hacia terminado	0	0	0	0	0
13	Aplicar protector llantas	0.03	-0.04	0.02	0	0.01
14	Encerado	0.03	-0.04	0.02	0	0.01
15	Aspirado	0.03	-0.04	0.02	0	0.01
16	Aplicar protector de tablero y puertas	0.03	0	0.02	0	0.05
17	Hacia zona de entrega	0	0	0	0	0
18	Aplicar protector de plásticos exteriores	0.03	0	0.02	0	0.05
19	Preparar y colocar pisos	0.03	0	0.02	0	0.05
20	Limpiar vidrios	0.03	-0.04	0.02	0	0.01
21	Verificar y retocar	0.03	0	0.02	0	0.05

Fuente: Sistema de Calificación de Habilidad Westinghouse (Tabla 1, 2, 3 y 4), Suplementos de Trabajo (tabla 5)

Tabla 11: Suplementos del Trabajo, servicio de lavado de vehículos Platinum Auto Spa S.R.L, 2017

SUPLEMENTOS DE TRABAJO														
ITEM	ACTIVIDADES	Fijos		Variables										VALORACIÓN
		Necesidades Personales	Básicos por fatiga	De pie	Postura	Fuerza	Iluminación	C.Atmosféricas	T. Visual	Ruido	T. Mental	Monotonía	Monotonía Física	
1	Recibir y verificar vehiculo	5	4	2	0	0	0	0	0	0	0	1	0	12%
2	Hacia lavado	5	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9%
3	Retirar pisos	5	4	2	0	0	0	0	0	0	0	1	0	12%
4	Lavado a presión	5	4	2	2	0	0	0	0	0	0	1	0	14%
5	Aplicación de espuma	5	4	2	0	0	0	0	0	0	0	1	0	12%
6	Lavado con esponja	5	4	2	2	0	0	0	0	0	0	1	0	14%
7	Lavado de llantas	5	4	2	2	0	0	0	0	0	0	1	0	14%
8	Enjuague	5	4	2	0	0	0	0	0	0	0	1	0	12%
9	Hacia secado	5	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9%
10	Secado	5	4	2	2	0	0	0	0	0	0	1	0	14%
11	Sopleteado	5	4	2	0	0	0	0	0	0	0	1	0	12%
12	Hacia terminado	5	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9%
13	Aplicar protector llantas	5	4	2	2	0	0	0	0	0	0	1	0	14%
14	Encerado	5	4	2	2	0	0	0	2	0	1	1	0	17%
15	Aspirado	5	4	2	2	3	0	0	2	0	1	1	0	20%
16	Aplicar protector de tablero y puertas	5	4	2	0	0	0	0	0	0	1	1	0	13%
17	Hacia zona de entrega	5	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9%
18	Aplicar protector de plásticos exteriores	5	4	2	2	0	0	0	2	0	1	1	0	17%
19	Preparar y colocar pisos	5	4	2	0	0	0	0	0	0	0	1	0	12%
20	Limpiar vidrios	5	4	2	2	0	0	0	2	0	1	1	0	17%
21	Verificar y retocar	5	4	2	0	0	0	0	2	0	1	1	0	15%

Fuente: Suplementos de Trabajo (tabla 5)

Tabla 12: Tiempo Estándar servicio de lavado de vehículos Platinum Auto Spa S.R.L, 2017

CALCULO DEL TIEMPO ESTÁNDAR, EN LA EMPRESA PLATINIUM AUTO SPA SRL						
ITEM	ACTIVIDADES	T.O PROMEDIO	VALORACIÓN RITMO DEL TRABAJO	TIEMPO NORMAL (TN)	SUPLEMENTOS	TIEMPO ESTÁNDAR (TS)
1	Recibir y verificar vehiculo	1.90	0	1.90	12%	2.13
2	Hacia lavado	2.13	0	2.13	9%	2.32
3	Retirar pisos	1.09	0.03	1.13	12%	1.26
4	Lavado a presión	3.03	0.01	3.06	14%	3.49
5	Aplicación de espuma	1.11	0.05	1.17	12%	1.31
6	Lavado con esponja	3.68	0.01	3.72	14%	4.24
7	Lavado de llantas	1.76	0.01	1.78	14%	2.02
8	Enjuague	2.88	0.05	3.02	12%	3.39
9	Hacia secado	2.23	0	2.23	9%	2.43
10	Secado	6.72	0.01	6.79	14%	7.74
11	Sopleteado	5.60	0.05	5.88	12%	6.58
12	Hacia terminado	2.10	0	2.10	9%	2.28
13	Aplicar protector llantas	6.33	0.01	6.40	14%	7.29
14	Encerado	19.62	0.01	19.82	17%	23.19
15	Aspirado	7.27	0.01	7.34	20%	8.81
16	Aplicar protector de tablero y puertas	15.62	0.05	16.40	13%	18.53
17	Hacia zona de entrega	2.19	0	2.19	9%	2.38
18	Aplicar protector de plásticos exteriores	7.48	0.05	7.85	17%	9.19
19	Preparar y colocar pisos	6.99	0.05	7.34	12%	8.22
20	Limpiar vidrios	8.58	0.01	8.67	17%	10.14
21	Verificar y retocar	3.87	0.05	4.07	15%	4.68
						<b>74.91</b>

Fuente: Tabla 9 número de muestras para el estudio de tiempos, tabla 10 complementos, tabla 11 suplementos.

Tabla 13: Distribución del tiempo actual servicio de lavado de vehículos Auto Spa S.R.L, 2017

ITEM	ACTIVIDADES	DISTRIBUCIÓN DEL TIEMPO DE SERVICIO		
1	Recibir y verificar vehiculo	Lognormal (1, -0.109, 0.112)		
2	Hacia lavado	Uniform (2, 2.23)	lognormal (2, 2.19, 0.587)	exponential (2, 0.131)
3	Retirar pisos	Uniform (1, 1.21)	Lognormal (1, -2.51, 0.703)	exponential (1, 0.0947)
4	Lavado a presión	Lognormal (2, 0.00849)		
5	Aplicación de espuma	Uniform (1, 1.2)	lognormal (1, -2.41, 0.723)	
6	Lavado con esponja	Uniform (3, 4.12)	Lognormal (3, 0.424, 0.306)	
7	Lavado de llantas	Lognormal (1, 0.299, 0.211)		
8	Enjuague	Lognormal (2, 0.149, 0.195)		
9	Hacia secado	Uniform (2, 2.47)	Lognormal (2, -1.66, 0.709)	exponential (2, 0.231)
10	Secado	Uniform (6, 7.3)	Lognormal (6, -0.409, 0.402)	
11	Sopleteado	Uniform (5, 5.96)	Lognormal (5, 0.574, 0.349)	
12	Hacia terminado	Uniform (2, 2.2)	lognormal (2, 2.44, 0.809)	
13	Aplicar protector llantas	Uniform (6, 6.62)	lognormal (6, 1.28)	exponential (6, 0.335)
14	Encerado	Uniform (18, 21.1)	Lognormal (18, 0.43, 0.33)	
15	Aspirado	Lognormal (6, 0.204, 0.28)		
16	Aplicar protector de tablero y puertas	Lognormal (14, 0.427, 0.345)		
17	Hacia zona de entrega	Uniform (2, 2.35)	lognormal (2, 1.86, 0.676)	exponential (2, 0.187)
18	Aplicar protector de plásticos exteriores	Lognormal (6, 0.349, 0.294)		
19	Preparar y colocar pisos	Lognormal (6, 0.0742, 0.356)		
20	Limpiar vidrios	Lognormal (7, 0.42, 0.279)		
21	Verificar y retocar	Lognormal (3, 0.158, 0.22)		

Fuente: Stat::Fit de Promodel

Tabla 14: Distribución de arribos actuales, servicio de lavado de vehículos Platinum Auto Spa S.R.L, 2017

<b>SERVICIO</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>PORCENTAJE</b>
Lavado de camionetas 2 filas	1824	56%
Lavado de autos	1086	34%
Lavado camioneta 3 filas	323	10%
<b>TOTAL</b>	<b>3233</b>	<b>100%</b>

Fuente: Tabla 7 nivel de ventas por servicio Enero- Septiembre, Platinum Auto Spa S.R.L, 2017.

Tabla 15: Resumen de la entidad actual, servicio de lavado de vehículos Platinum Auto Spa S.R.L, 2017

Entidad Resumen								
Réplica	Período	Nombre	Total Salidas	Cantidad actual en sistema	Tiempo en sistema promedio (Min)	Tiempo en lógica de movimiento promedio	Tiempo En Operación	Tiempo de Bloqueo
1	1	Pickup	22	4	163.9132273	8.805409091	83.43809091	71.66972727

Fuente: Output Viewer de Promodel

Tabla 16: Resumen de la locación actual, servicio de lavado de vehículos Platinum Auto Spa S.R.L, 2017

Locación Resumen									
Réplica	Período	Nombre	Tiempo Programado	Capacidad	Total Entradas	Tiempo Por entrada	Contenido Promedio	Contenido Máximo	Contenido Actual
1	1	RECEPCIÓN	540	999999	36	2.255583333	0.150372222	2	1
1	1	RETIRADO	540	1	35	4.263914286	0.276364815	1	1
1	1	PRESIÓN	540	1	34	7.794617647	0.490772222	1	1
1	1	ESPUMA	540	1	33	8.966969697	0.547981481	1	1
1	1	ESPONJA	540	1	32	10.94946875	0.648857407	1	1
1	1	LLANTAS	540	1	31	12.63645161	0.725425926	1	1
1	1	ENJUAGUE	540	1	30	14.35653333	0.797585185	1	1
1	1	SECADO	540	1	29	14.24206897	0.764851852	1	1
1	1	SOPLETEADO	540	1	28	16.86203571	0.874327778	1	1
1	1	PROTE LLANTAS	540	1	27	16.08585185	0.804292593	1	1
1	1	ENCERADO	540	1	26	18.21888462	0.877205556	1	1
1	1	ASIRADO	540	1	25	9.61468	0.445124074	1	1
1	1	PROTE TABLERO	540	1	24	14.134625	0.628205556	1	1
1	1	PLASTICOS EXT	540	1	23	2.009869565	0.085605556	1	0
1	1	PREPARAR Y COLOCAR	540	1	23	6.059217391	0.258077778	1	0
1	1	VIDRIOS	540	1	23	7.000956522	0.298188889	1	1
1	1	VERIFICAR RETOCAR	540	1	22	3.000863636	0.122257407	1	0

Fuente: Output Viewer de Promodel

Tabla 17: Análisis producto- cantidad, servicio de lavado de vehículos Platinum Auto Spa S.R.L, 2017

MES	AUTO	CAMIONETA 2 Filas	CAMIONETA 3 Filas	LAVADO MOTOR	TECH/ASIE. PUERT.	LAVADO DE ALFOMBRAS
ENERO	162	234	32	10	14	4
FEBRERO	138	215	33	15	16	6
MARZO	134	192	25	20	18	6
ABRIL	72	125	14	12	7	8
MAYO	149	180	32	18	15	3
JUNIO	124	219	35	33	9	1
JULIO	92	159	35	29	1	5
AGOSTO	111	275	48	11	5	6
SEPTIEMBRE	104	225	69	8	1	7
OCTUBRE						
NOVIEMBRE						
DICIEMBRE						
<b>TOTAL</b>	<b>1086</b>	<b>1824</b>	<b>323</b>	<b>156</b>	<b>86</b>	<b>46</b>

Fuente: Anexo C2: Ficha producto cantidad.

Tabla 18: Distribución del tiempo de servicio propuesto lavado de vehículos Platinum Auto Spa S.R.L, 2017

ITEM	ACTIVIDADES	DISTRIBUCIÓN DEL TIEMPO DE SERVICIO		
1	Recibir y verificar vehiculo			
2	Retirar pisos	Uniform (1, 1.21)	Lognormal (1, -2.51, 0.703)	exponential (1, 0.0947)
3	Lavado a presión	Lognormal (2, 0.00849)		
4	Aplicación de espuma	Uniform (1, 1.2)	lognormal (1, -2.41, 0.723)	
5	Lavado con esponja	Uniform (3, 4.12)	Lognormal (3, 0.424, 0.306)	
6	Lavado de llantas	Lognormal (1, 0.299, 0.211)		
7	Enjuague	Lognormal (2, 0.149, 0.195)		
8	Hacia secado	Uniform (2, 2.47)	Lognormal (2, -1.66, 0.709)	exponential (2, 0.231)
9	Secado	Uniform (6, 7.3)	Lognormal (6, -0.409, 0.402)	
10	Sopleteado	Uniform (5, 5.96)	Lognormal (5, 0.574, 0.349)	
11	Aplicar protector llantas	Uniform (6, 6.62)	lognormal (6, 1.28)	exponential (6, 0.335)
12	Encerado	Uniform (18, 21.1)	Lognormal (18, 0.43, 0.33)	
13	Aspirado	Lognormal (6, 0.204, 0.28)		
14	Aplicar protector de tablero y puertas	Lognormal (14, 0.427, 0.345)		
15	Aplicar protector de plásticos exteriores	Lognormal (6, 0.349, 0.294)		
16	Preparar y colocar pisos	Lognormal (6, 0.0742, 0.356)		
17	Limpiar vidrios	Lognormal (7, 0.42, 0.279)		
18	Verificar y retocar	Lognormal (3, 0.158, 0.22)		

Fuente: Stat::Fit de Promodel

Tabla 19: Resumen de la entidad propuesta, servicio de lavado de vehículos Platinum Auto Spa S.R.L, 2017

Entidad Resumen								
Réplica	Período	Nombre	Total salidas	Cantidad actual en sistema	Tiempo En Sistema Promedio (Min)	Tiempo en lógica de movimiento promedio (Min)	Tiempo En Operación	Tiempo de Bloqueo
1	1	Pickup	30	6	90.8281	0.9435	89.8846	0

Fuente: Output Viewer de Promodel

Tabla 20: Resumen de la locación propuesta, servicio de lavado de vehículos Platinum Auto Spa S.R.L, 2017

Locación Resumen									
Réplica	Período	Nombre	Tiempo Programa	Capacidad	Total Entradas	Tiempo Por entrada	Contenido Promedio	Contenido Máximo	Contenido Actual
1	1	RECEPCIÓN	540	999999	36	0	0	1	0
1	1	RETIRADO	540	4	36	1.199222222	0.079948148	1	1
1	1	PRESIÓN	540	4	35	1.999514286	0.129598148	1	0
1	1	ESPUMA	540	4	35	0.985028571	0.063844444	1	0
1	1	ESPONJA	540	4	35	3.077457143	0.199464815	1	0
1	1	LLANTAS	540	4	35	0.985942857	0.063903704	1	0
1	1	ENJUAGUE	540	4	35	2.044742857	0.13252963	1	0
1	1	SECADO	540	5	35	6.854057143	0.444244444	2	1
1	1	SOPLETEADO	540	5	34	7.607558824	0.478994444	2	0
1	1	PROTE LLANTAS	540	5	34	5.911411765	0.3722	2	0
1	1	ENCERADO	540	5	34	14.85573529	0.935361111	3	1
1	1	ASIRADO	540	5	33	6.025060606	0.368198148	3	0
1	1	PROTE TABLERO	540	5	33	13.9619697	0.853231481	3	1
1	1	PLASTICOS EXT	540	5	32	5.75590625	0.341090741	2	0
1	1	PREPARAR Y COLOCAR	540	5	32	5.97884375	0.354301852	3	0
1	1	VIDRIOS	540	5	32	6.94365625	0.411475926	3	0
1	1	VERIFICAR RETOCAR	540	5	32	2.90646875	0.172235185	2	2

Fuente: Output Viewer de Promodel

Tabla 21: Evaluación de la distribución, servicio de lavado de vehículos Platinum Auto Spa S.R.L, 2017

<b>EVALUACIÓN DE LA REDISTRIBUCIÓN</b>					
<b>Item</b>	<b>Distribución actual</b>		<b>Distribución mejorada</b>		<b>Mejora</b>
<b>Utilización de espacio</b>	58%		83%		42.86%
<b>Distancia de recorrido</b>	32.8	metros	9.96	metros	-69.63%
<b>Nivel de atención</b>	26	vehículos	36	vehículos	38.46%
Total Salidas 6:00 pm	22	vehículos	30	vehículos	36.36%
Vehículos en el sistema 6:00 pm	4	vehículos	6	vehículos	50.00%
<b>Entrega a tiempo</b>	22	vehículos	30	vehículos	36.36%
<b>Tiempo de espera</b>	163.91	minutos	90.82	minutos	-44.59%
<b>Tiempo en lógica de movimiento promedio</b>	8.8	minutos	0.94	minutos	-89.32%
<b>Ingresos</b>	735	soles	995	soles	35.37%

*Fuente: resumen de la entidad actual (tabla 11 del anexo), resumen de la locación actual (tabla 12 del anexo), resumen de la entidad propuesta (tabla 19 del anexo) y resumen de la locación propuesta (tabla 20 del anexo).*

## **B. ANEXO DE FIGURAS**

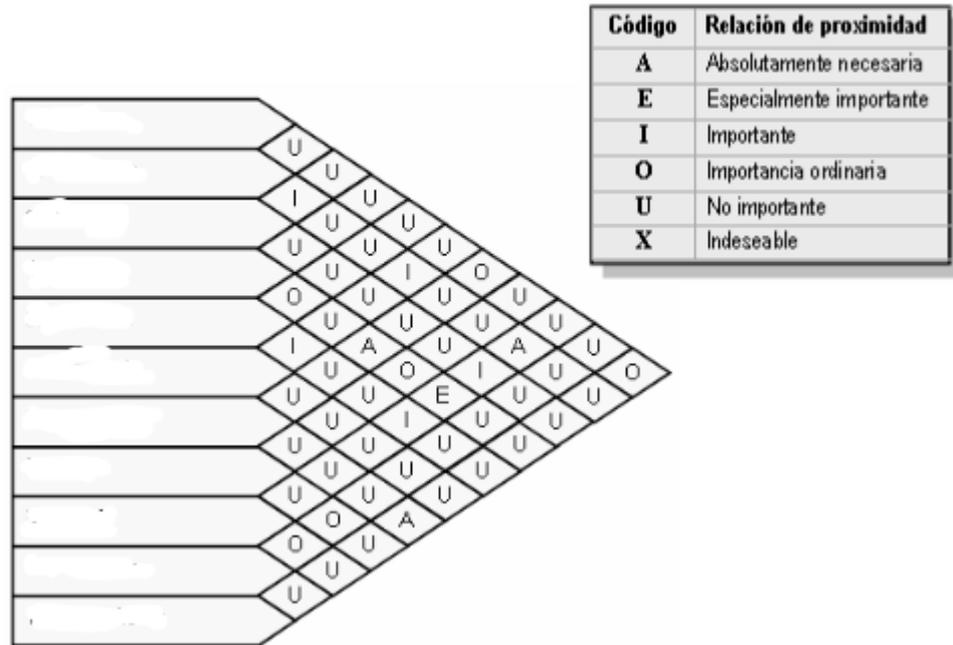


Figura 1: Tabla relacional de actividades.

Fuente: Muther (2015)

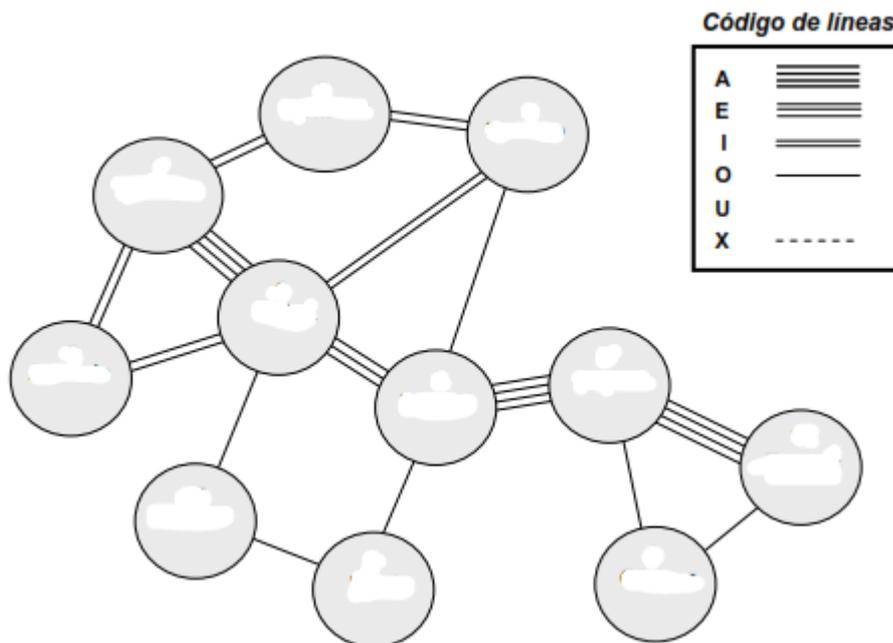


Figura 2: Diagrama relacional de espacios.

Fuente: Muther (2015)

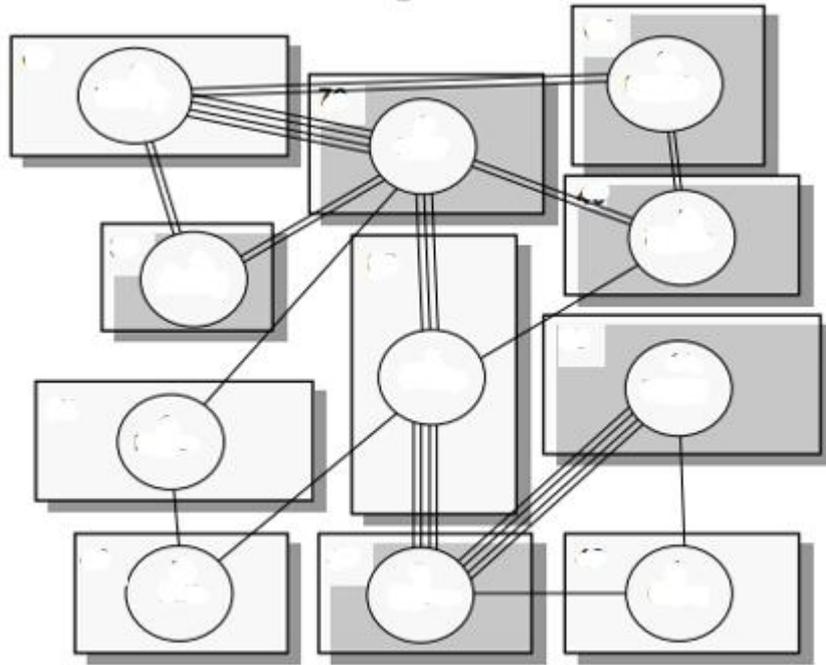


Figura 3: Desarrollo diagrama relacional de espacios.

Fuente: Muther (2015)

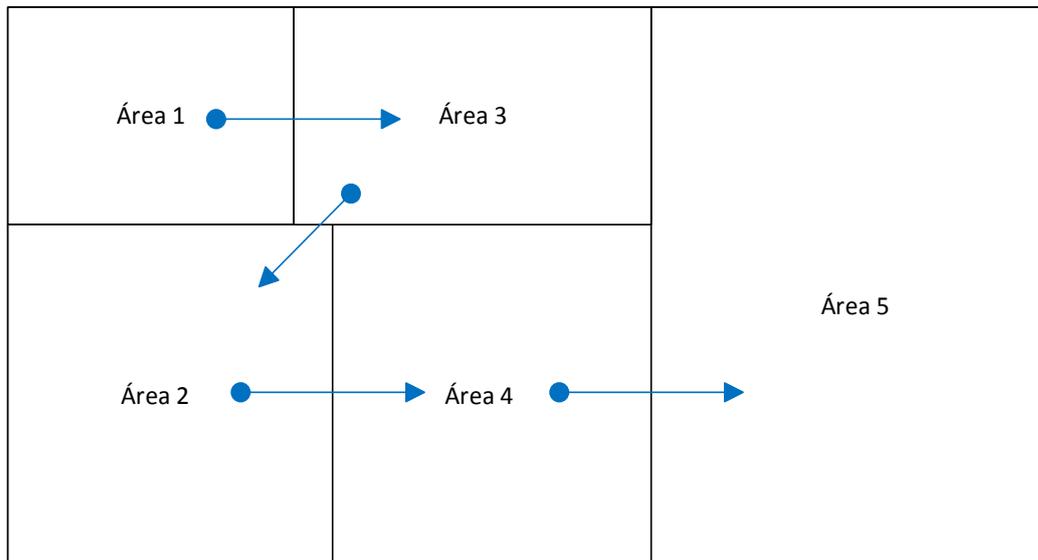


Figura 4: Estructura diagrama de recorrido.

Fuente: Pérez (2004)

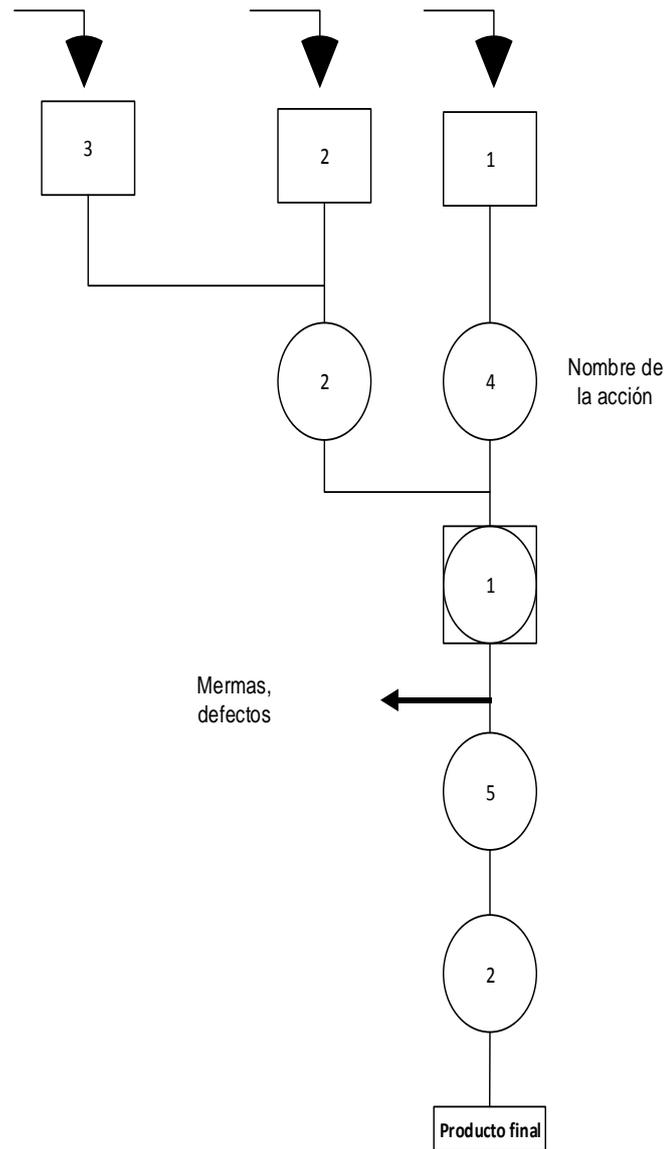


Figura 5: Estructura del Diagrama de análisis de actividades.  
 Fuente: Noriega (2009)

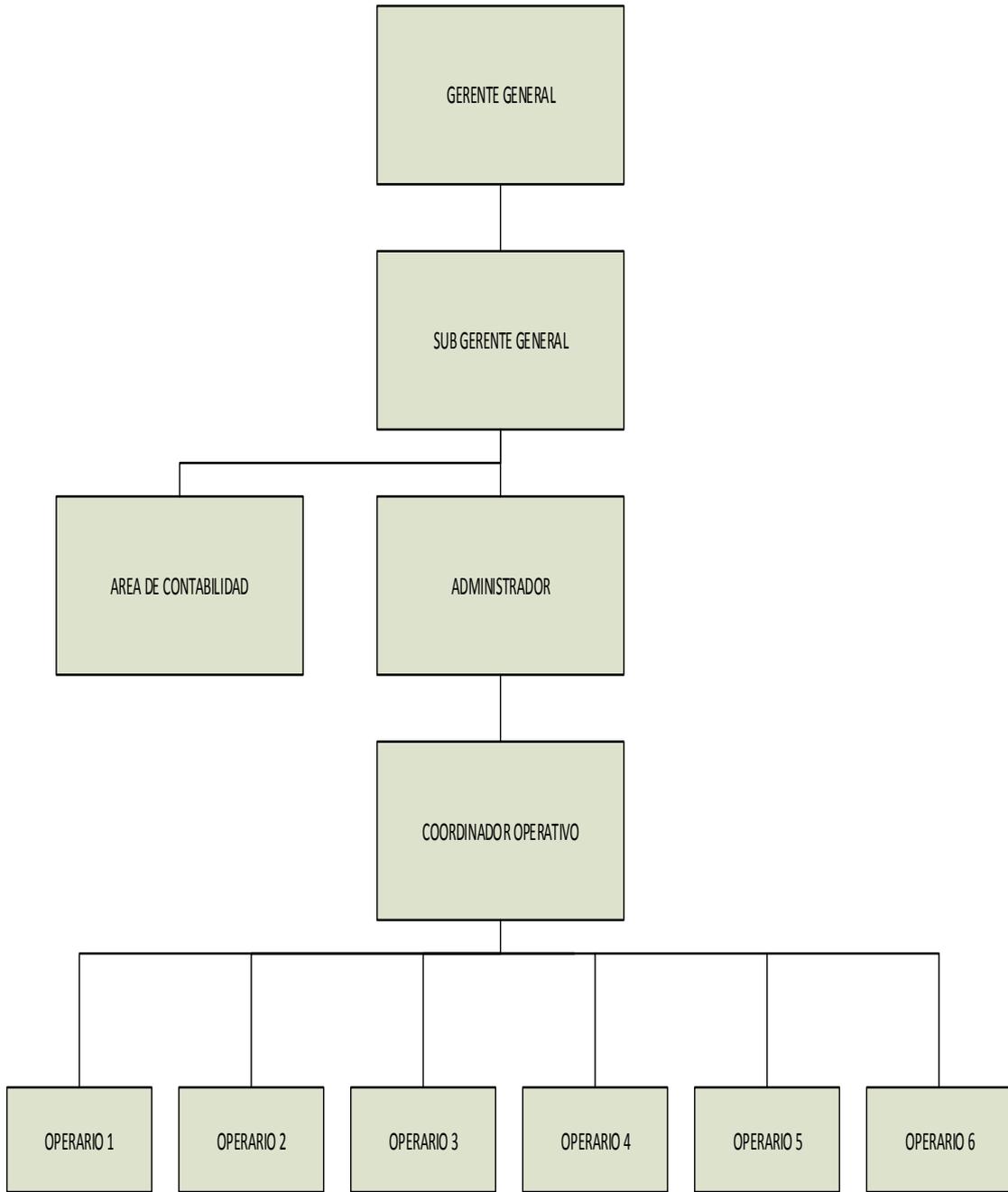


Figura 6: Organigrama Platinum Auto Spa S.R.L, 2017  
Fuente: Platnium Auto Spa S.R.L

DIAGRAMA DE ACTIVIDADES	
<b>Empresa:</b> PLATINIUM AUTO SPA SRL	<b>Diagramador:</b> Santisteban Asencio Frank
<b>Servicio:</b> Lavado Auto, camioneta	<b>Aprobado por:</b> Ing. Santiago Javez
<b>Fecha:</b> 04/09/2017	

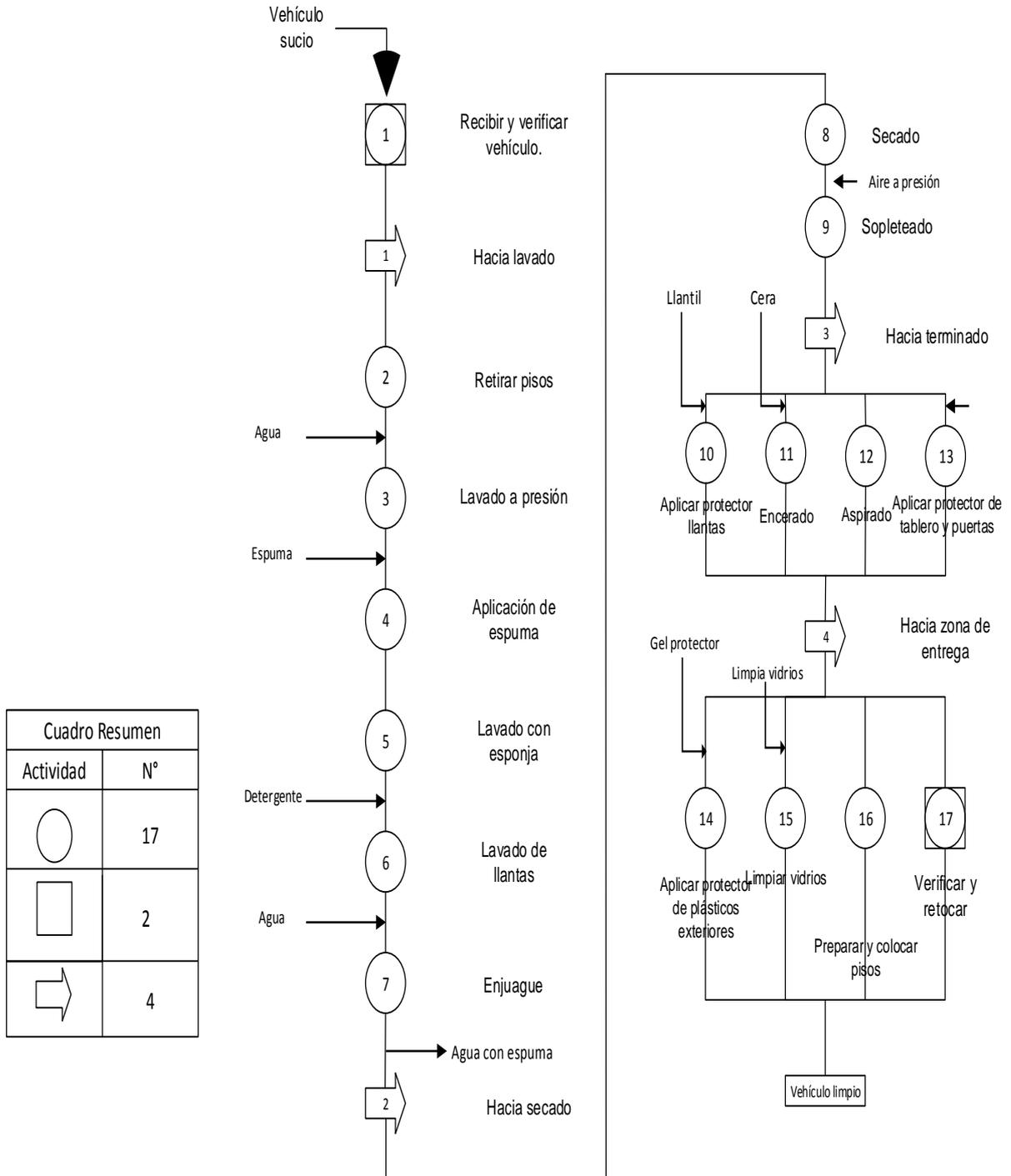


Figura 7: Diagrama actual de análisis de actividades para el servicio de lavado de vehículos Platinum Auto Spa S.R.L, 2017  
Fuente: Platinum Auto Spa S.R.L

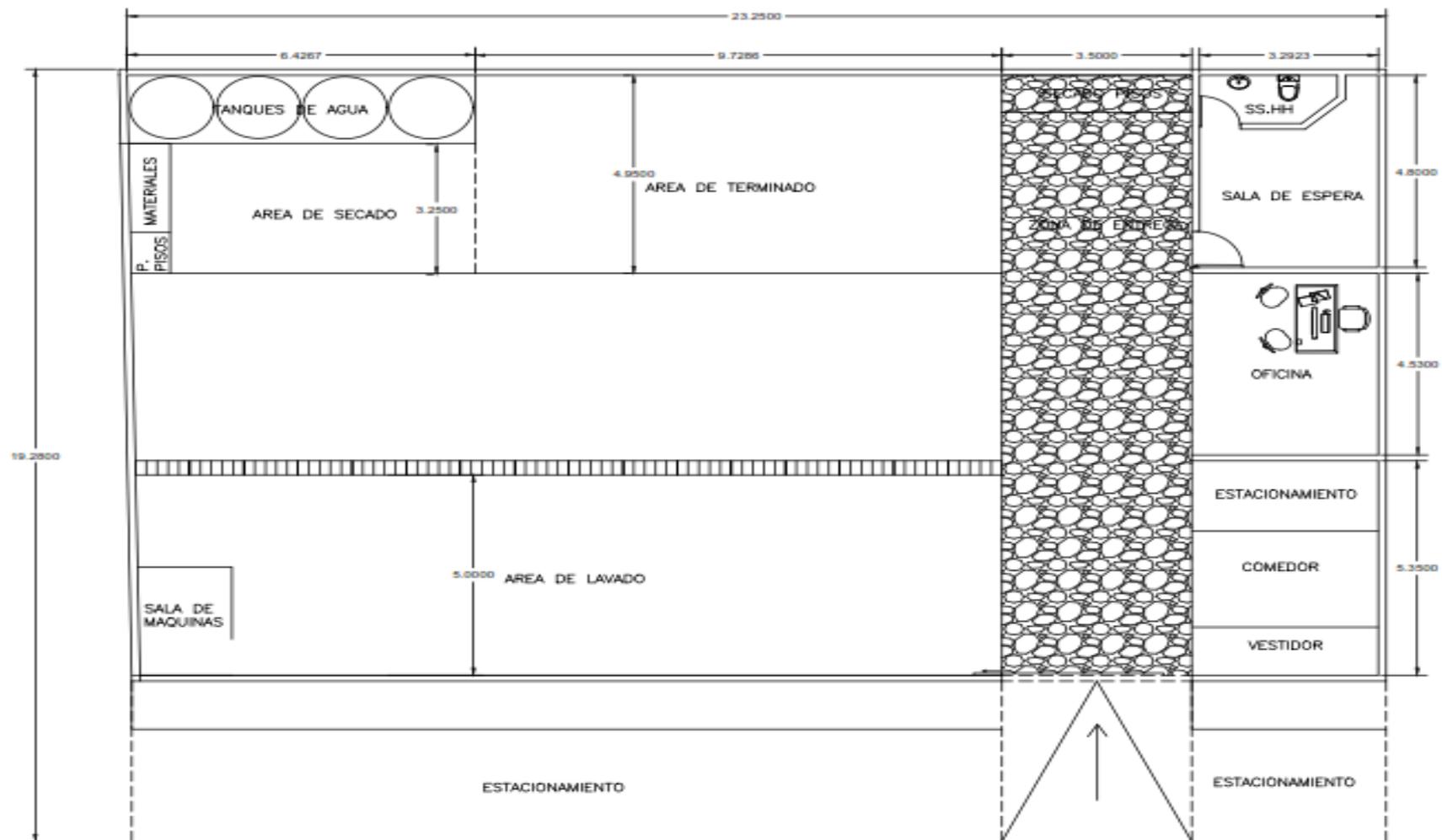


Figura 8: Plano actual de la empresa Platinum Auto Spa S.R.L, 2017  
Fuente: Platinum Auto Spa S.R.L

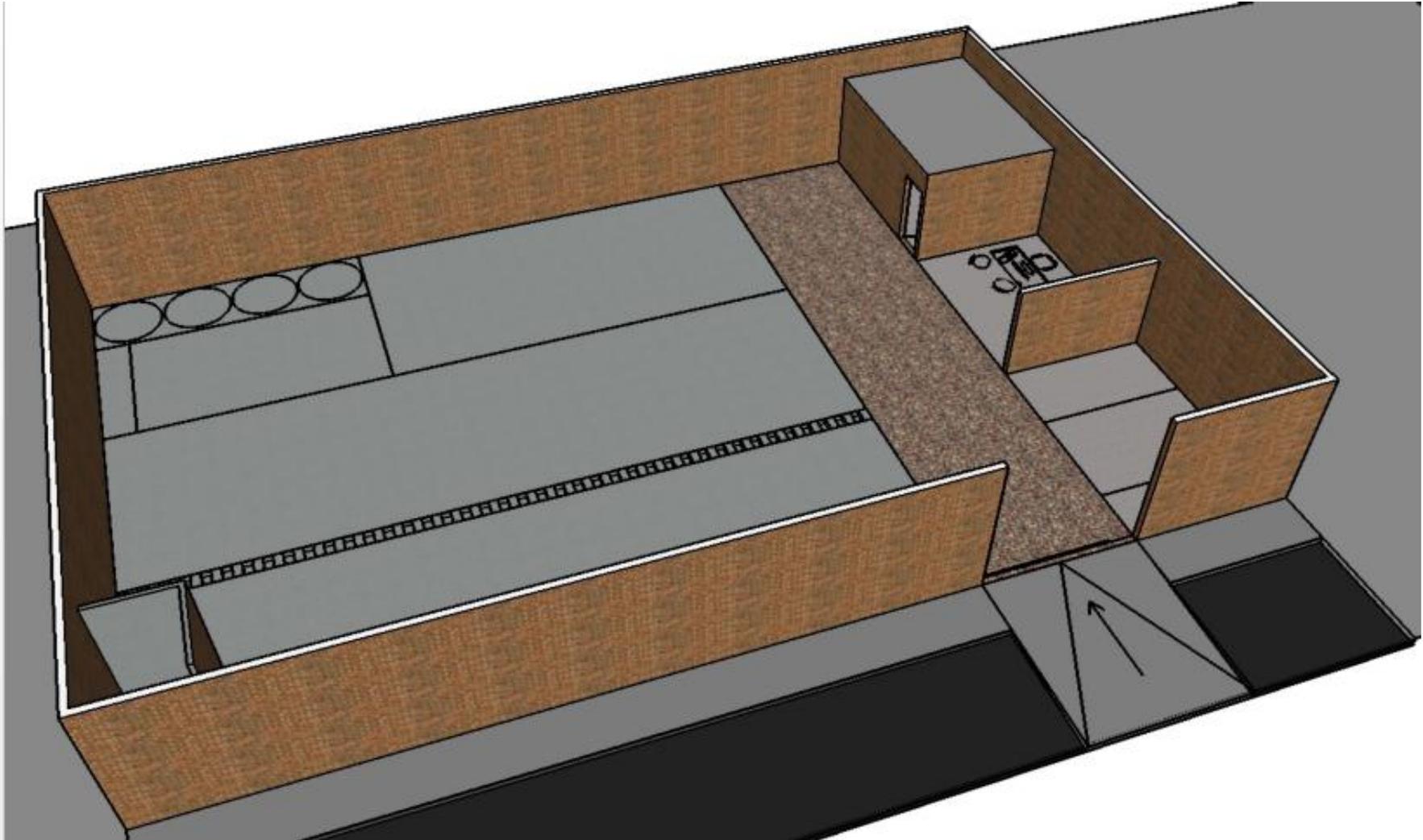


Figura 9: Plano 3D de la empresa Platinum Auto Spa S.R.L, 2017  
Fuente: Platinum Auto Spa S.R.L

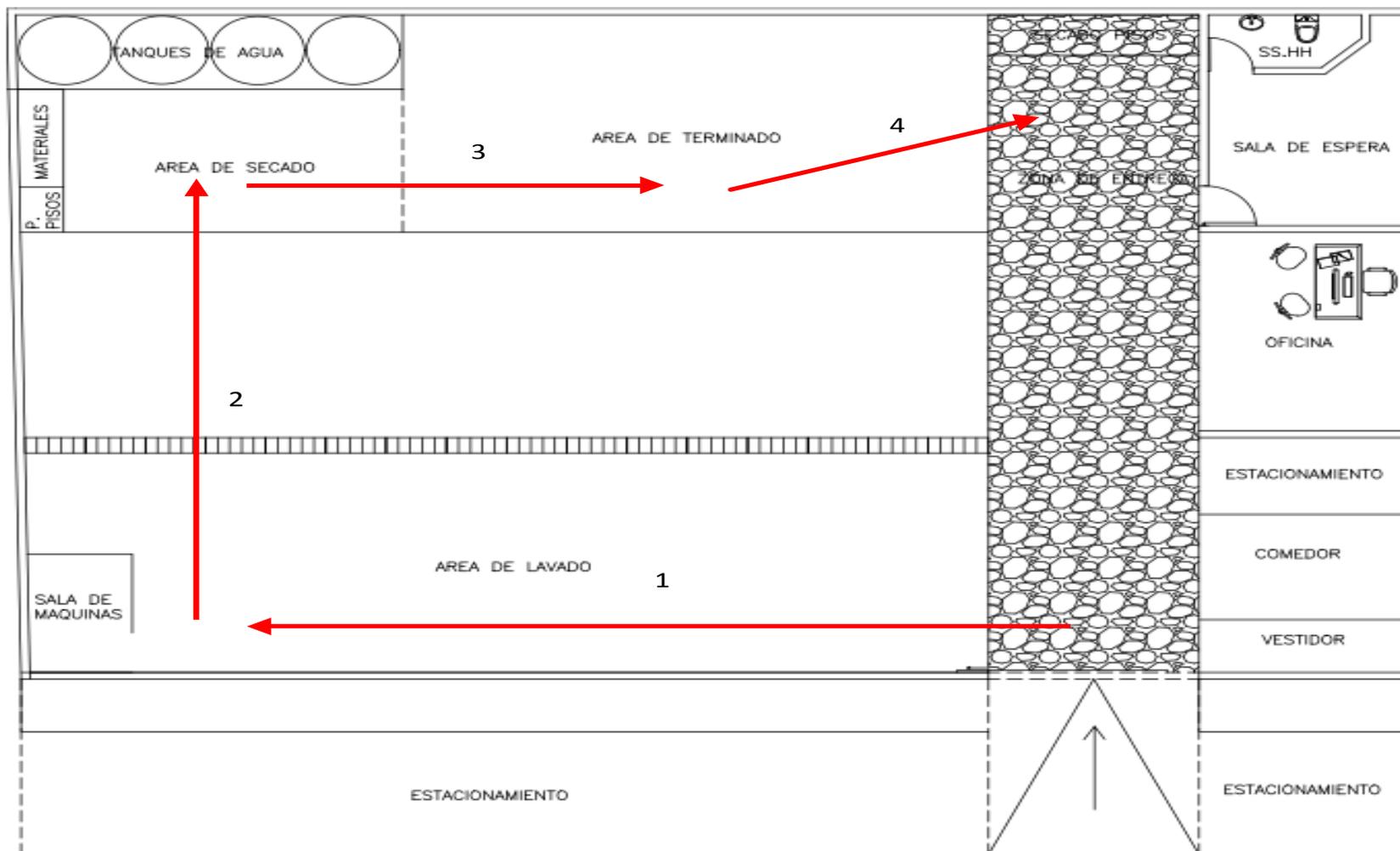


Figura 10: Diagrama de recorrido de la empresa Platinum Auto Spa S.R.L, 2017.

Fuente: Platinum Auto Spa SRL

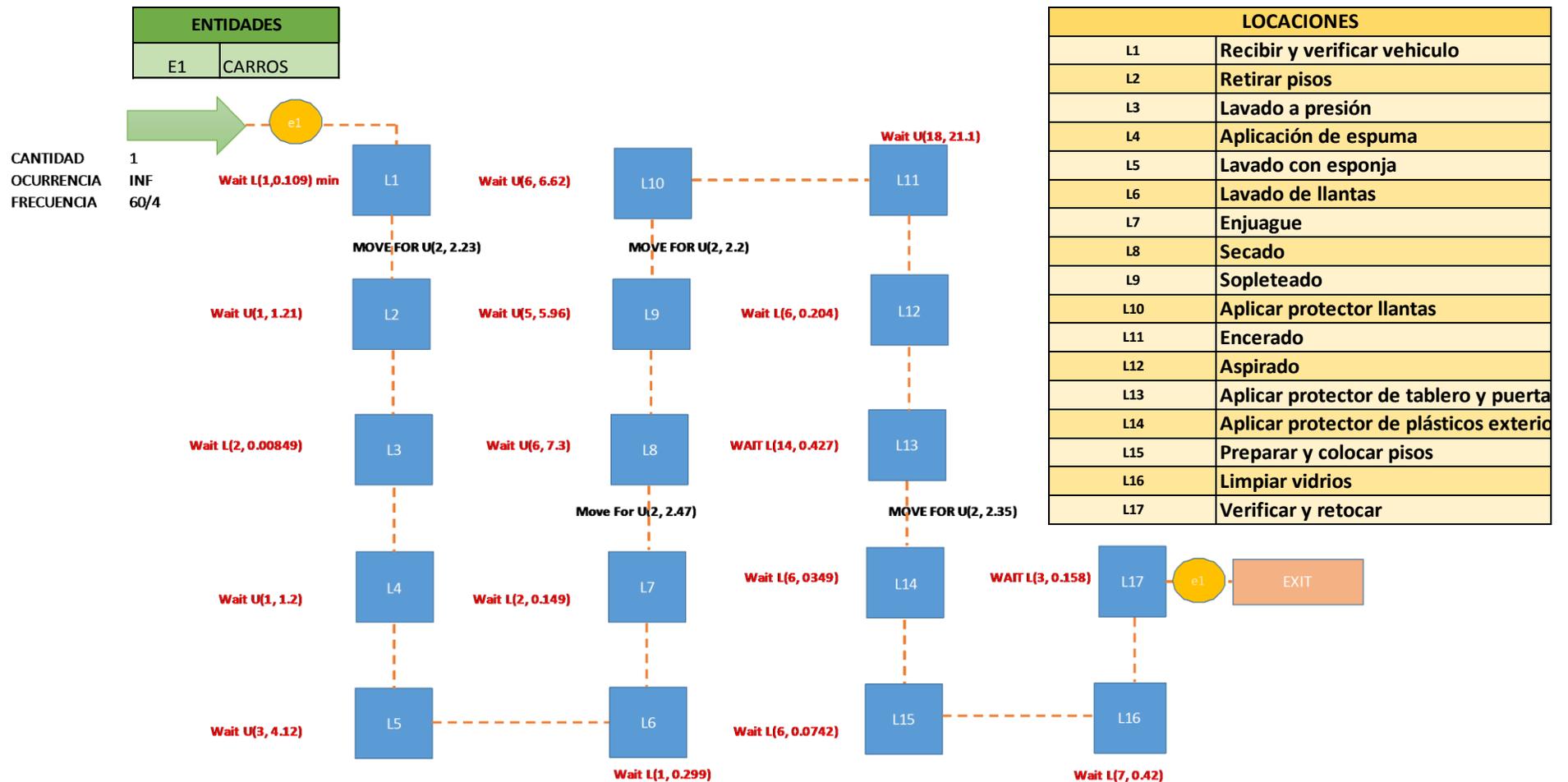


Figura 11: Diseño lógico actual a simular para servicio de lavado de vehículos Platinum Auto Spa S.R.L, 2017

Fuente: Diagrama actual de análisis de actividades (figura 7 del anexo), Distribución actual del tiempo de servicio (tabla 9 del anexo)

Locaciones						
Icono	Nombre	Cap.	Unidades	TMs...	Estadist	Reglas...
	RECEPCIÓN	INF	1	Ninguna	Series de tiempo	Más Tiempo, FIFO
	RETIRADO	1	1	Ninguna	Series de tiempo	Más Tiempo, FIFO
	PRESIÓN	1	1	Ninguna	Series de tiempo	Más Tiempo, FIFO
	ESPUMA	1	1	Ninguna	Series de tiempo	Más Tiempo, FIFO
	ESPONJA	1	1	Ninguna	Series de tiempo	Más Tiempo, FIFO
	LLANTAS	1	1	Ninguna	Series de tiempo	Más Tiempo, FIFO
	ENJUAGUE	1	1	Ninguna	Series de tiempo	Más Tiempo, FIFO
	SECADO	1	1	Ninguna	Series de tiempo	Más Tiempo, FIFO
	SOPLETEADO	1	1	Ninguna	Series de tiempo	Más Tiempo, FIFO
	PROTE_LLANTAS	1	1	Ninguna	Series de tiempo	Más Tiempo, FIFO
	ENCERADO	1	1	Ninguna	Series de tiempo	Más Tiempo, FIFO
	ASIRADO	1	1	Ninguna	Series de tiempo	Más Tiempo, FIFO
	PROTE_TABLERO	1	1	Ninguna	Series de tiempo	Más Tiempo, FIFO
	PLASTICOS_EXT	1	1	Ninguna	Series de tiempo	Más Tiempo, FIFO
	PREPARAR_Y_COLOCAR	1	1	Ninguna	Series de tiempo	Más Tiempo, FIFO
	VIDRIOS	1	1	Ninguna	Series de tiempo	Más Tiempo, FIFO
	VERIFICAR_RETOCAR	1	1	Ninguna	Series de tiempo	Más Tiempo, FIFO

Figura 12: Locaciones actuales servicio de lavado de vehículos Platinum Auto Spa S.R.L, 2017.

Fuente: Promodel

Entidad...	Locación...	Cant. por Arribo...	Primera Vez...	Ocurrencias	Frecuencia	Lógica...	Deshab.
Pickup	RECEPCIÓN	1		INF	60/4	TIPO_CARRO=DIST	No

Figura 13: Arribos actuales servicio de lavado de vehículos Platinum Auto Spa S.R.L, 2017

Fuente: Promodel

Porcentaje	Valor
56	1
34	2
10	3

Figura 14: Distribución actual de arribos en la empresa Platinum Auto Spa S.R.L, 2017.

Fuente: Distribución de arribos (Tabla 10 del anexo)

Entidad...	Locación...	Operación...
Pickup	RECEPCIÓN	If TIPO_CARRO=1 or 2 or 3 Then { Route 1 }If TIPO_CARRO=1
Pickup	RETIRADO	Wait U(1, 1.21)If TIPO_CARRO=1 Then { Graphic 1} Else { If TIPO_
Pickup	PRESIÓN	Wait L(2, 0.00849)If TIPO_CARRO=1 Then { Graphic 1} Else { If TI
Pickup	ESPUMA	Wait U(1, 1.2)If TIPO_CARRO=1 Then { Graphic 1} Else { If TIPO_C
Pickup	ESPONJA	Wait U(3, 4.12)If TIPO_CARRO=1 Then { Graphic 1} Else { If TIPO_
Pickup	LLANTAS	Wait l(1, 0.299)If TIPO_CARRO=1 Then { Graphic 1} Else { If TIPC
Pickup	ENJUAGUE	Wait L(2, 0.149)If TIPO_CARRO=1 Then { Graphic 1} Else { If TIPC
Pickup	SECADO	Wait U(6, 7.3)If TIPO_CARRO=1 Then { Graphic 1} Else { If TIPO_C
Pickup	SOPLETEADO	Wait U(5, 5.96)If TIPO_CARRO=1 Then { Graphic 1} Else { If TIPO_
Pickup	PROTE_LLANTAS	Wait U(6, 6.62)If TIPO_CARRO=1 Then { Graphic 1} Else { If TIPO_
Pickup	ENCERADO	Wait U(18, 21.1)If TIPO_CARRO=1 Then { Graphic 1} Else { If TIPC
Pickup	ASIRADO	Wait L(6, 0.204)If TIPO_CARRO=1 Then { Graphic 1} Else { If TIPC
Pickup	PROTE_TABLERO	WAIT L(14, 0.427)If TIPO_CARRO=1 Then { Graphic 1} Else { If TIE
Pickup	PLASTICOS_EXT	Wait L(6, 0.349)If TIPO_CARRO=1 Then { Graphic 1} Else { If TIPO_
Pickup	PREPARAR_Y_COLOCAR	Wait L(6, 0.0742)If TIPO_CARRO=1 Then { Graphic 1} Else { If TIE
Pickup	VIDRIOS	Wait L(7, 0.42)If TIPO_CARRO=1 Then { Graphic 1} Else { If TIPO_
Pickup	VERIFICAR_RETOCAR	WAIT L(3, 0.158)If TIPO_CARRO=1 Then { Graphic 1} Else { If TIPC

Figura 15: Simulación Procesos actuales servicio de lavado de vehículos Platinum Auto Spa S.R.L, 2017.

Fuente: Promodel

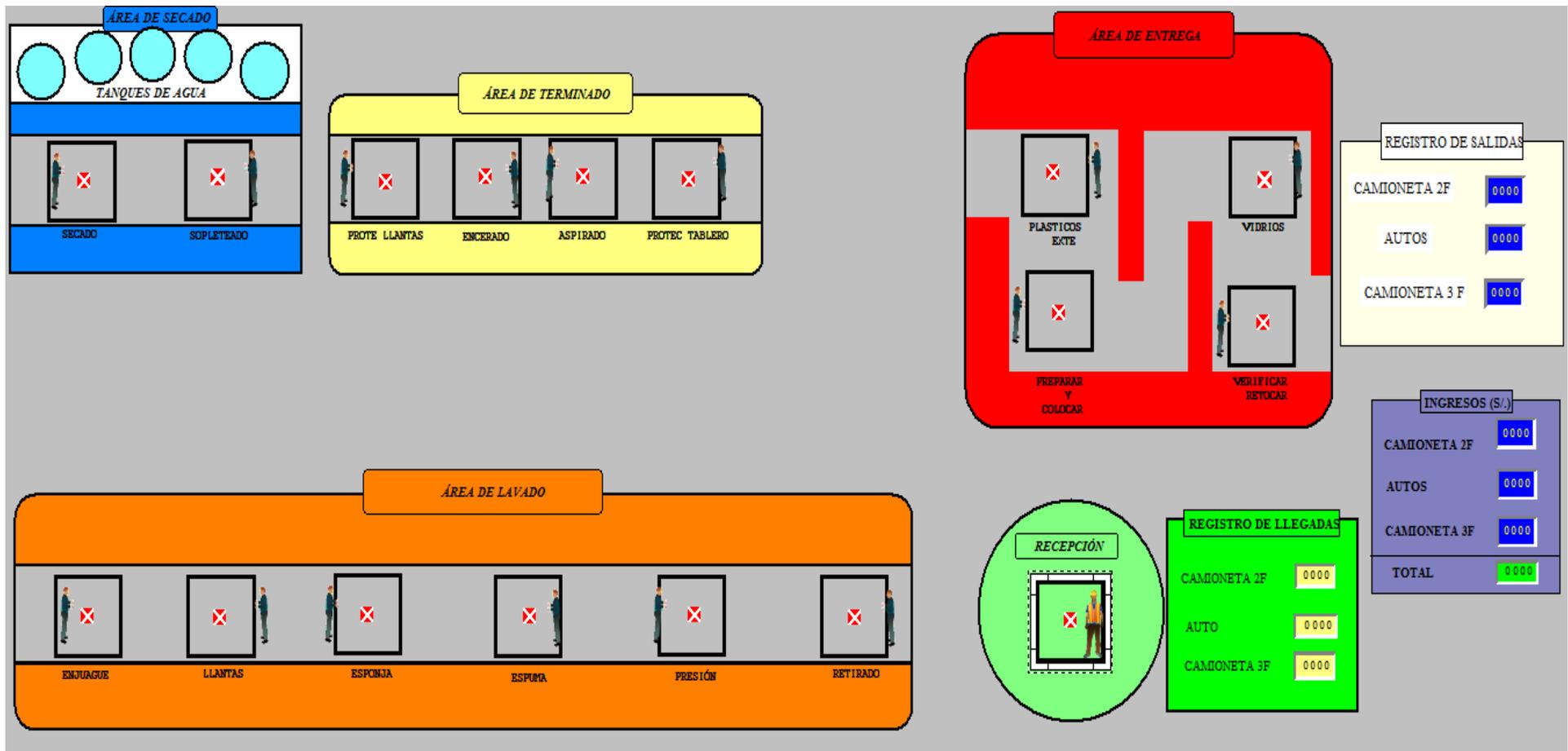


Figura 16: Layout actual servicio de lavado de vehículos Platinum Auto Spa S.R.L, 2017.

Fuente: Promodel

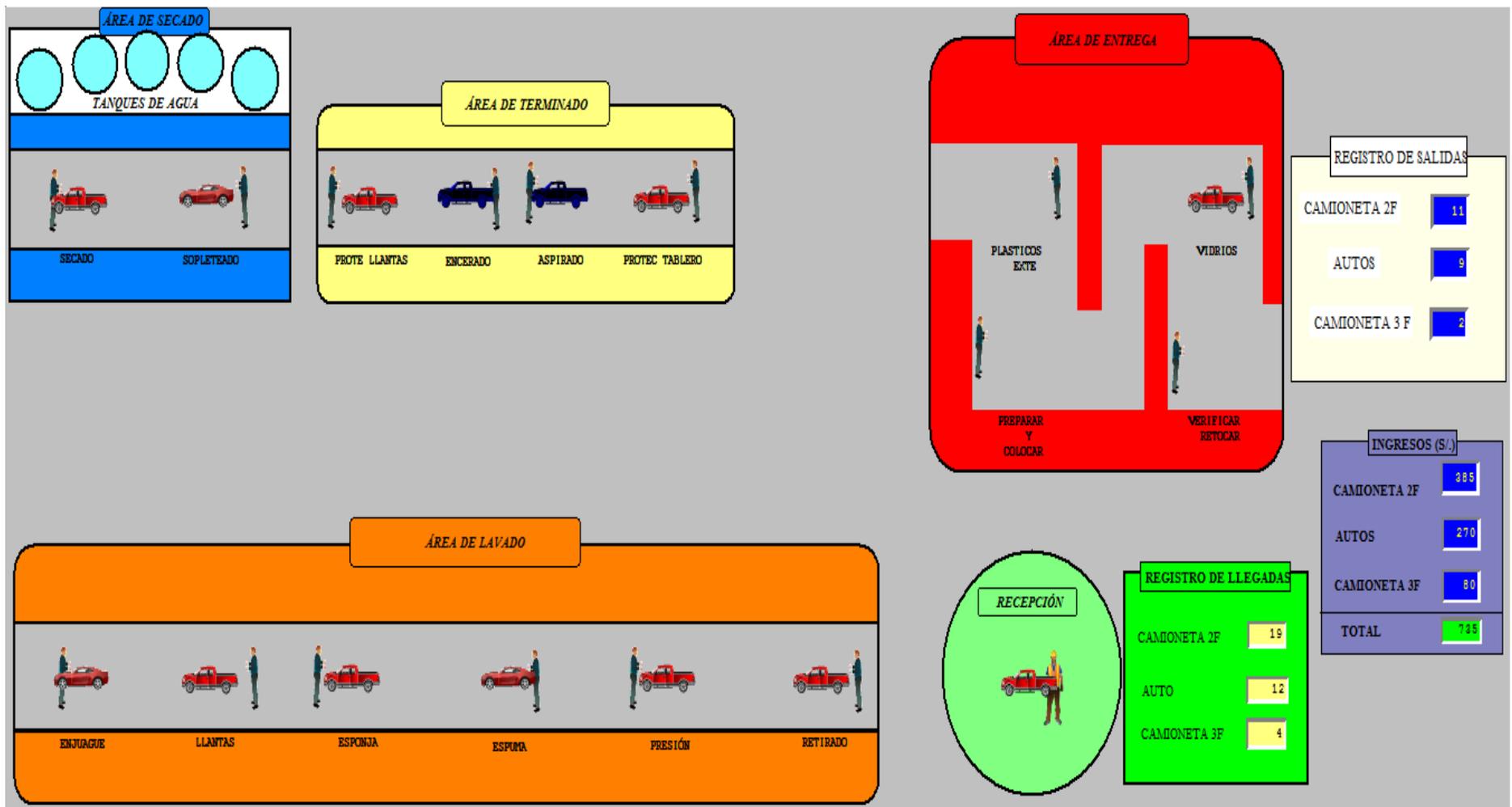


Figura 17: Simulación actual del servicio de lavado de vehículos modelo por 9 horas, Platinum Auto Spa S.R.L, 2017.

Fuente: Promodel



Figura 18: Registro actual de llegadas, servicio de lavado de vehículos Platinum Auto Spa S.R.L, 2017.

Fuente: Promodel

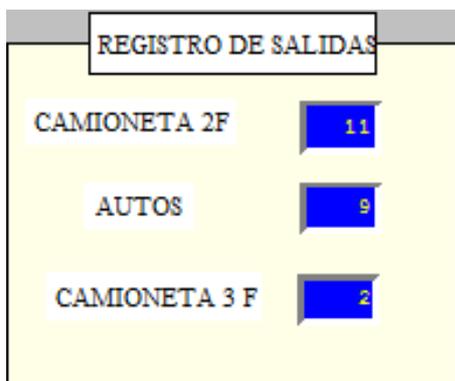


Figura 19: Registro actual de salidas, servicio de lavado de vehículos Platinum Auto Spa S.R.L, 2017.

Fuente: Promodel

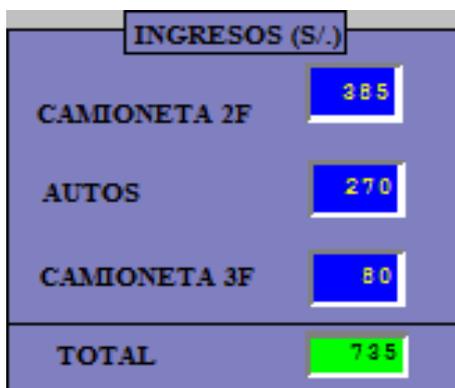


Figura 20: Registro actual de ingresos, servicio de lavado de vehículos Platinum Auto Spa S.R.L, 2017

Fuente: Promodel

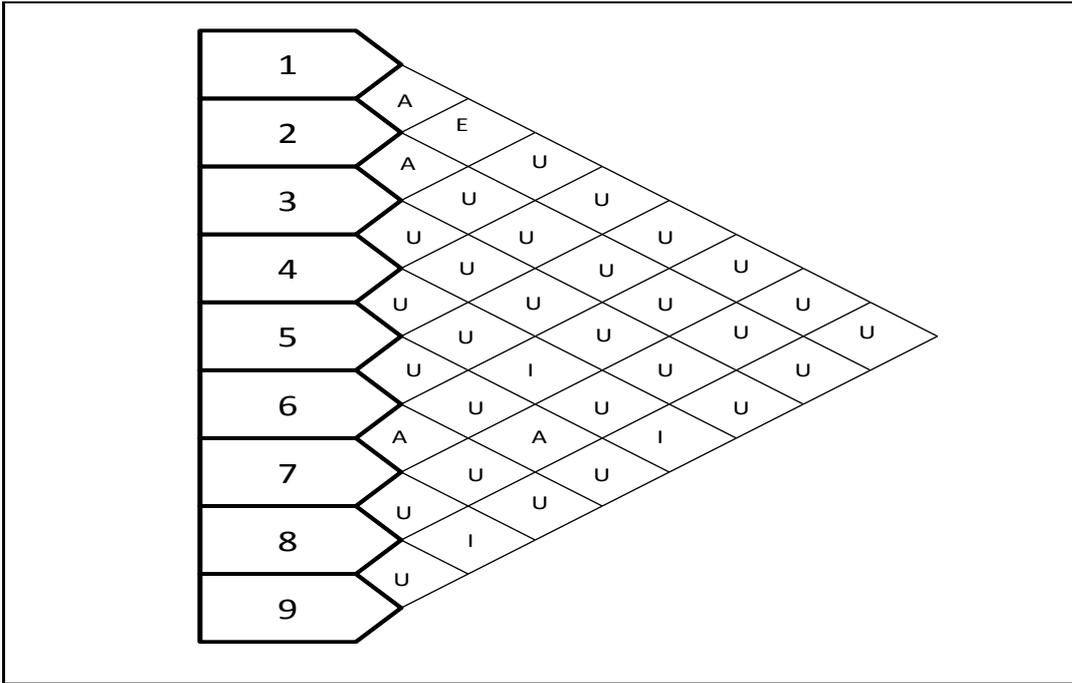


Figura 21: Diagrama de relaciones servicio de lavado de vehículos Platinum Auto Spa S.R.L, 2017.

Fuente: Tabla relacional de actividades (Figura 1 del anexo)

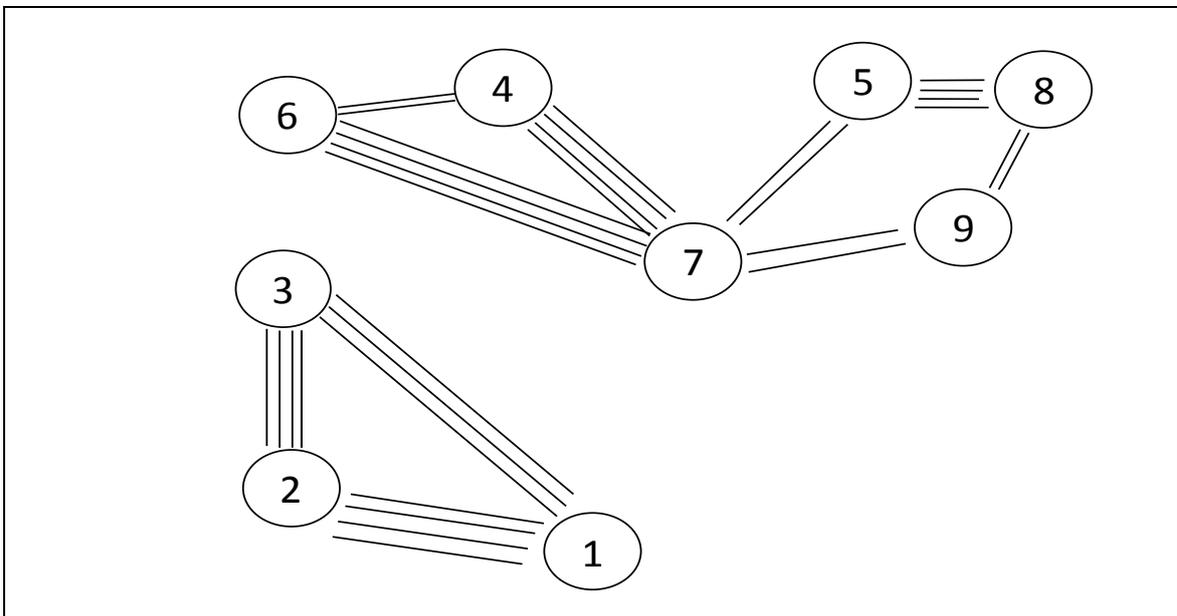


Figura 22: Diagrama relacional de espacios servicio de lavado de vehículos Platinum Auto Spa S.R.L, 2017.

Fuente: Diagrama relacional de espacios (Figura 2 del anexo)

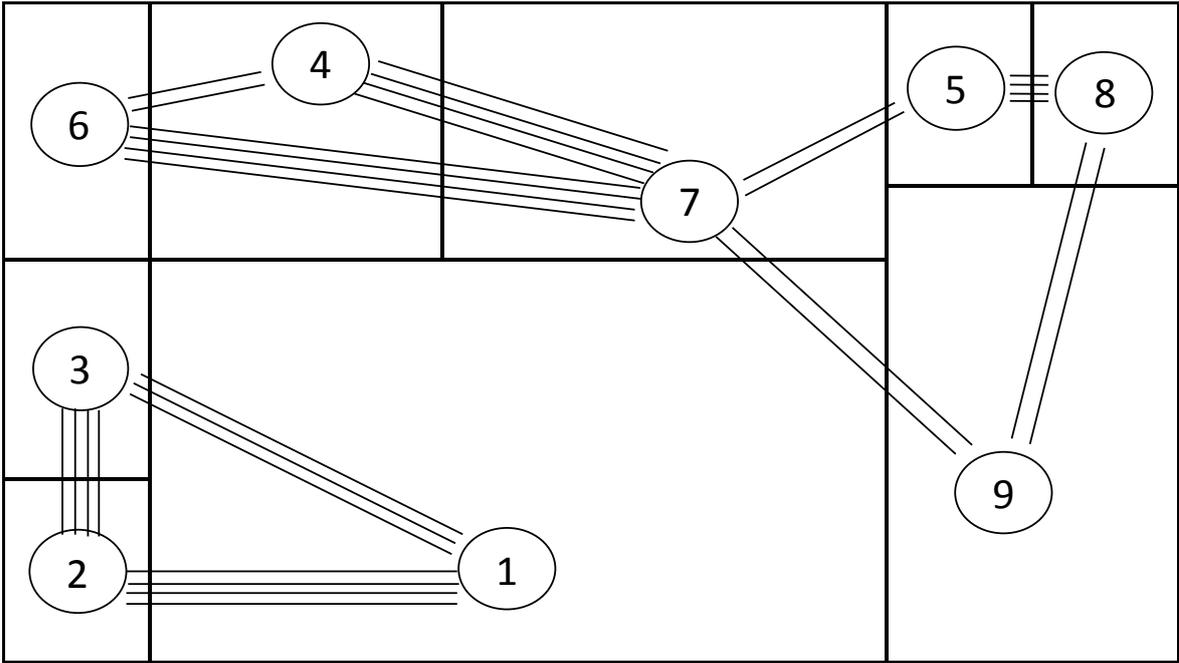


Figura 23: Desarrollo del diagrama relacional de espacios servicio de vehículos Platinum Auto Spa S.R.L, 2017.

Fuente: Desarrollo diagrama relacional de espacios (Figura 3 del anexo)

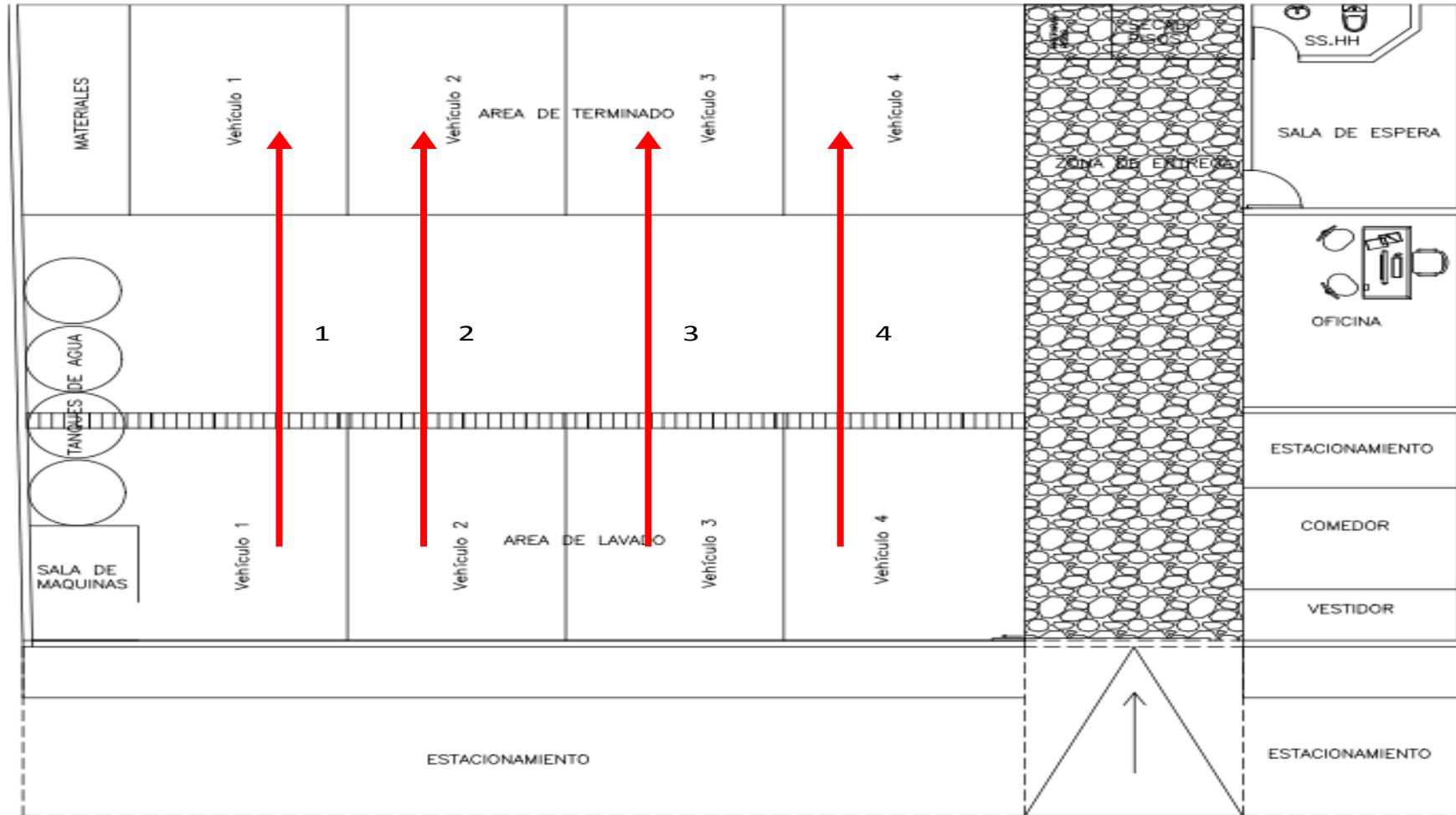


Figura 24: Propuesta de diagrama de recorrido servicio de lavado de vehículos Platinum Auto Spa S.R.L, 2017.

Fuente: Estructura diagrama de recorrido (Figura 4 del anexo)

DIAGRAMA DE ACTIVIDADES	
<b>Empresa:</b> PLATINIUM AUTO SPA SRL <b>Servicio:</b> Lavado Auto, camioneta <b>Fecha:</b> 17/11/2017	<b>Diagramador:</b> Santisteban Asencio Frank <b>Aprobado por:</b> Ing. Santiago Javez

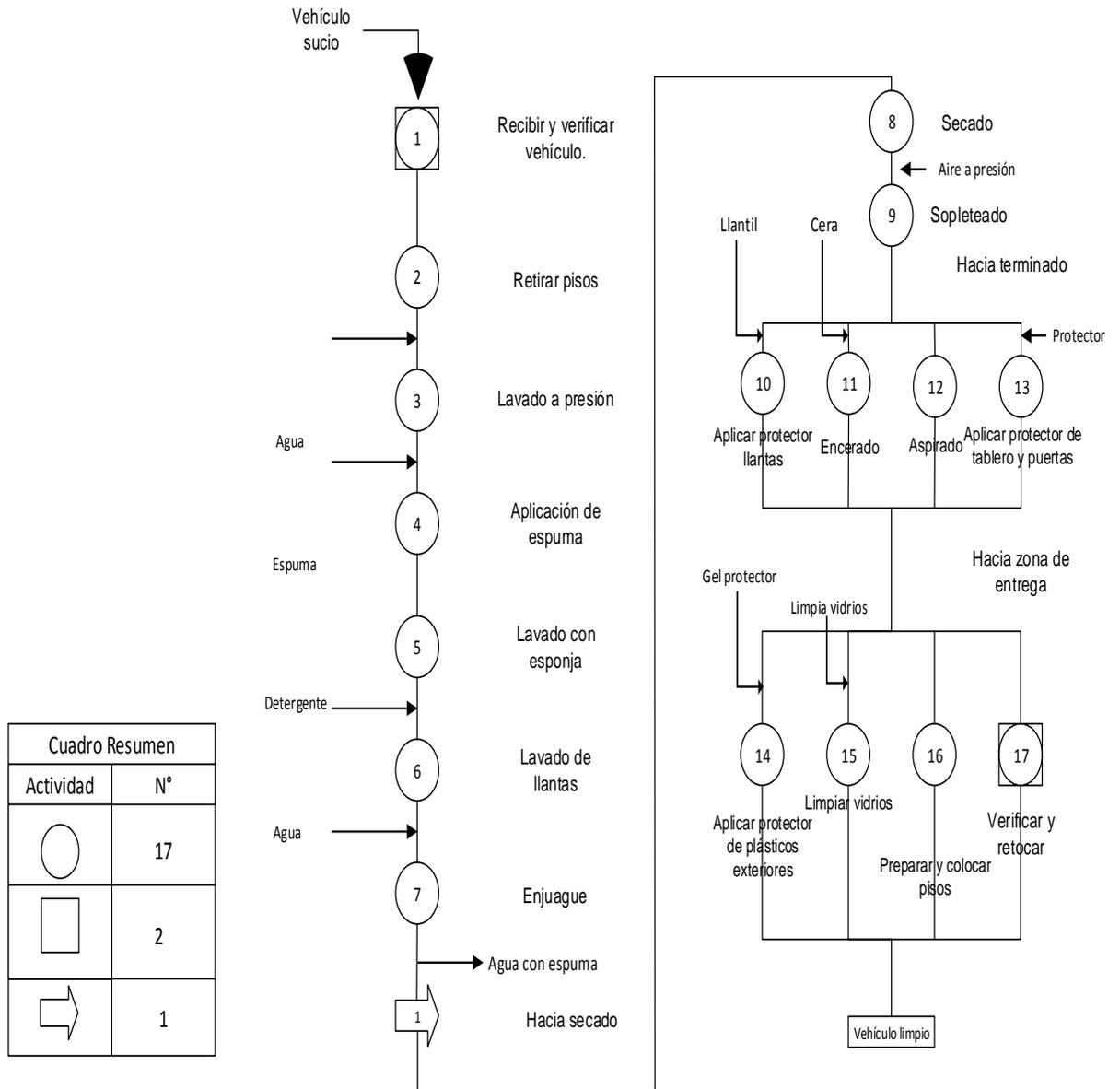


Figura 25: Diagrama propuesto de análisis de actividades del proceso servicio de lavado de vehículos Platinum Auto Spa S.R.L, 2017

Fuente: Elaboración propia

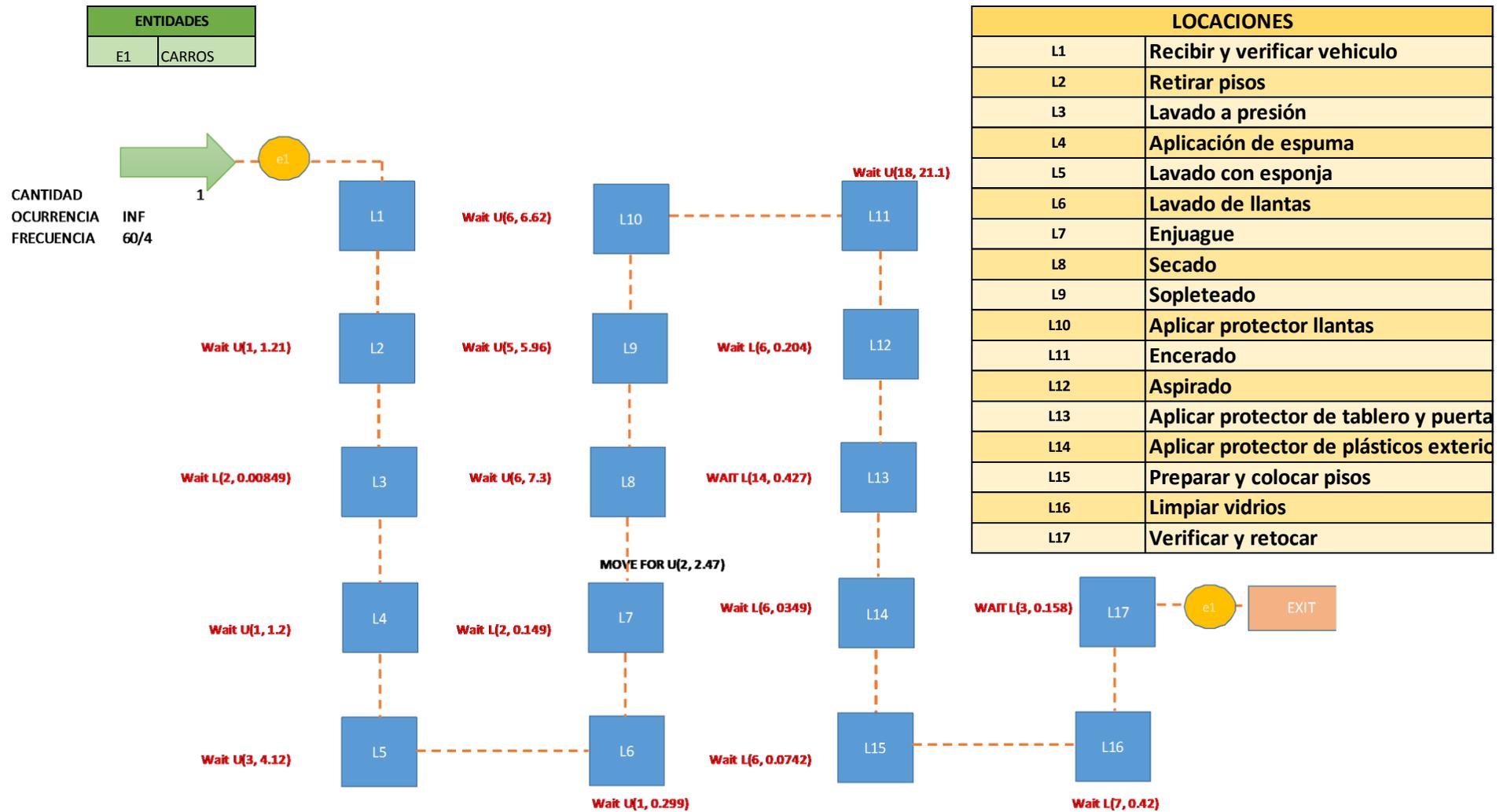


Figura 26: Diseño lógico propuesto a simular servicio de lavado de vehículos Platinum Auto Spa S.R.L, 2017.

Fuente: Diagrama mejorado de análisis de actividades (figura 25 del anexo), Distribución de tiempo de servicio (Tabla 18 del anexo)

Locaciones						
Icono	Nombre	Cap.	Unidades	TMs...	Estadist	Reglas...
	RECEPCIÓN	INF	1	Ninguna	Serie de tiempo	Más Tiempo, FIFO
	RETIRADO	4	1	Ninguna	Serie de tiempo	Más Tiempo, FIFO
	PRESIÓN	4	1	Ninguna	Serie de tiempo	Más Tiempo, FIFO
	ESPUMA	4	1	Ninguna	Serie de tiempo	Más Tiempo, FIFO
	ESPONJA	4	1	Ninguna	Serie de tiempo	Más Tiempo, FIFO
	LLANTAS	4	1	Ninguna	Serie de tiempo	Más Tiempo, FIFO
	ENJUAGUE	4	1	Ninguna	Serie de tiempo	Más Tiempo, FIFO
	SECADO	5	1	Ninguna	Serie de tiempo	Más Tiempo, FIFO
	SOPLETEADO	5	1	Ninguna	Serie de tiempo	Más Tiempo, FIFO
	PROTE_LLANTAS	5	1	Ninguna	Serie de tiempo	Más Tiempo, FIFO
	ENCERADO	5	1	Ninguna	Serie de tiempo	Más Tiempo, FIFO
	ASIRADO	5	1	Ninguna	Serie de tiempo	Más Tiempo, FIFO
	PROTE_TABLERO	5	1	Ninguna	Serie de tiempo	Más Tiempo, FIFO
	PLASTICOS_EXT	5	1	Ninguna	Serie de tiempo	Más Tiempo, FIFO
	PREPARAR_Y_COLOCAR	5	1	Ninguna	Serie de tiempo	Más Tiempo, FIFO
	VIDRIOS	5	1	Ninguna	Serie de tiempo	Más Tiempo, FIFO
	VERIFICAR_RETOCAR	5	1	Ninguna	Serie de tiempo	Más Tiempo, FIFO

Figura 27: Locaciones distribución propuesta servicio de lavado de vehículos Platinum Auto Spa S.R.L, 2017.

Fuente: Promodel

Entidad...	Locación...	Cant. por Arribo...	Primera Vez...	Ocurrencias	Frecuencia	Lógica...	Deshab.
Pickup	RECEPCIÓN	1		INF	60/4	TIPO_CARRO=DIST	No

Figura 28: Arribos distribución propuesta servicio de lavado de vehículos Platinum Auto Spa S.R.L, 2017.

Fuente: Promodel

Porcentaje	Valor
56	1
34	2
10	3

Figura 29: Distribución de arribos distribución propuesta servicio de lavado de vehículos Platinum Auto Spa S.R.L, 2017.

Fuente: distribución de arribos (tabla 10 del anexo)

Entidad...	Locación...	Operación...
Pickup	RECEPCIÓN	If TIPO_CARRO=1 or 2 or 3 Then { Route 1 }If TIPO_CARRO=1
Pickup	RETIRADO	Wait U(1, 1.21)If TIPO_CARRO=1 Then { Graphic 1 } Else { If TIPO_
Pickup	PRESIÓN	Wait L(2, 0.00849)If TIPO_CARRO=1 Then { Graphic 1 } Else { If TI
Pickup	ESPUMA	Wait U(1, 1.2)If TIPO_CARRO=1 Then { Graphic 1 } Else { If TIPO_C
Pickup	ESPONJA	Wait U(3, 4.12)If TIPO_CARRO=1 Then { Graphic 1 } Else { If TIPO_
Pickup	LLANTAS	Wait L(1, 0.299)If TIPO_CARRO=1 Then { Graphic 1 } Else { If TIPC
Pickup	ENJUAGUE	Wait L(2, 0.149)If TIPO_CARRO=1 Then { Graphic 1 } Else { If TIPC
Pickup	SECADO	Wait U(6, 7.3)If TIPO_CARRO=1 Then { Graphic 1 } Else { If TIPO_C
Pickup	SOPLETEADO	Wait U(5, 5.96)If TIPO_CARRO=1 Then { Graphic 1 } Else { If TIPO_
Pickup	PROTE_LLANTAS	Wait U(6, 6.62)If TIPO_CARRO=1 Then { Graphic 1 } Else { If TIPO_
Pickup	ENCERADO	Wait U(18, 21.1)If TIPO_CARRO=1 Then { Graphic 1 } Else { If TIPC
Pickup	ASIRADO	Wait L(6, 0.204)If TIPO_CARRO=1 Then { Graphic 1 } Else { If TIPC
Pickup	PROTE_TABLERO	WAIT L(14, 0.427)If TIPO_CARRO=1 Then { Graphic 1 } Else { If TIF
Pickup	PLASTICOS_EXT	Wait L(6, 0.349)If TIPO_CARRO=1 Then { Graphic 1 } Else { If TIPO_
Pickup	PREPARAR_Y_COLOCAR	Wait L(6, 0.0742)If TIPO_CARRO=1 Then { Graphic 1 } Else { If TIF
Pickup	VIDRIOS	Wait L(7, 0.42)If TIPO_CARRO=1 Then { Graphic 1 } Else { If TIPO_
Pickup	VERIFICAR_RETOCAR	WAIT L(3, 0.158)If TIPO_CARRO=1 Then { Graphic 1 } Else { If TIPC

Figura 30: Procesos propuestos distribución propuesta servicio de lavado de vehículos Platinum Auto Spa S.R.L, 2017.

Fuente: Promodel.

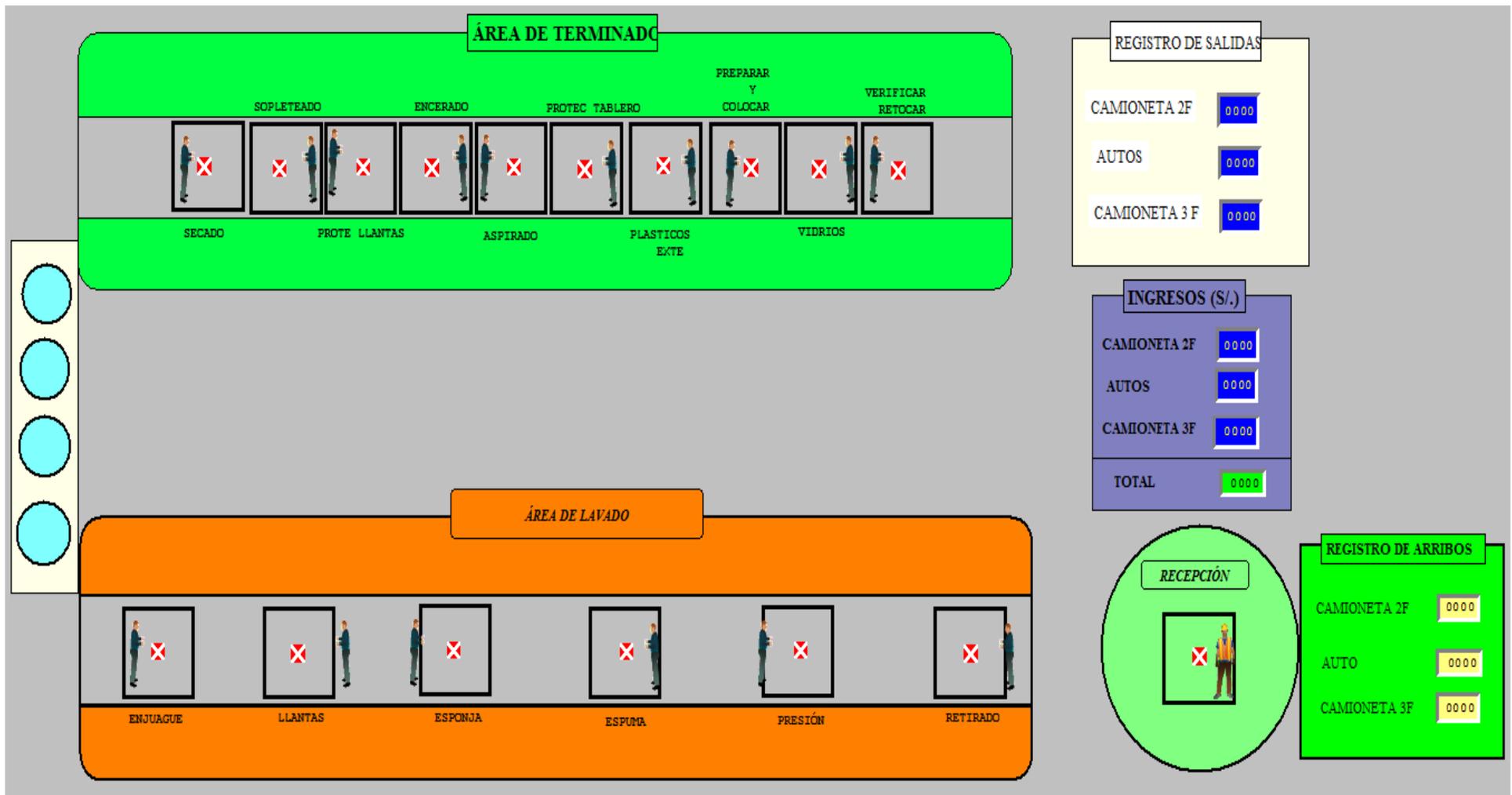


Figura 31: Layout propuesto de la simulación servicio de lavado de vehículos Platinum Auto Spa S.R.L., 2017.

Fuente: Promodel

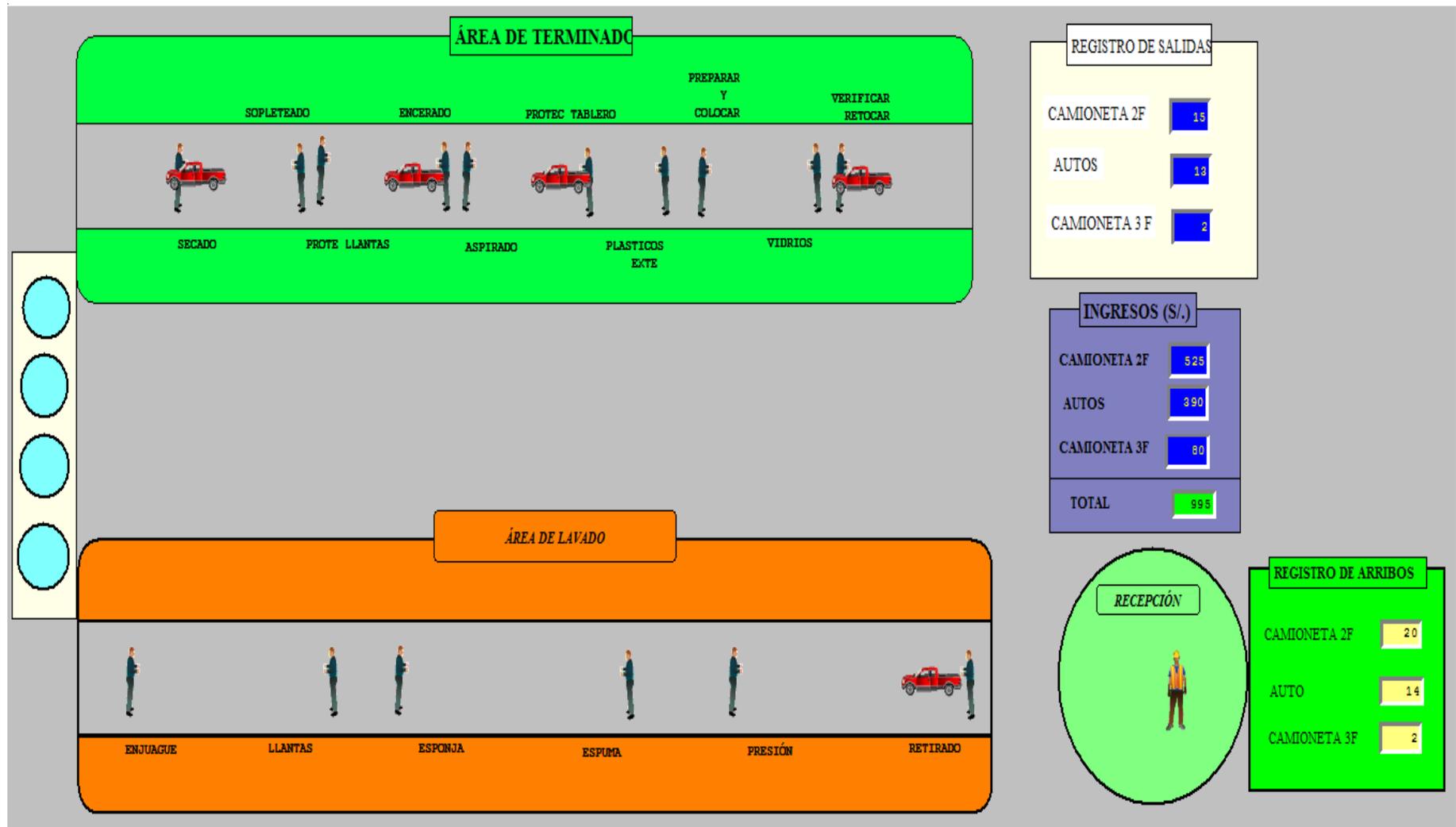


Figura 32: Simulación del modelo propuesto, por 9 horas, servicio de lavado de vehículos Platinum Auto Spa S.R.L, 2017.

Fuente: Promodel



Figura 33: Registro propuesta de ingresos, servicio de lavado de vehículos Platinum Auto Spa S.R.L, 2017.

Fuente: Promodel

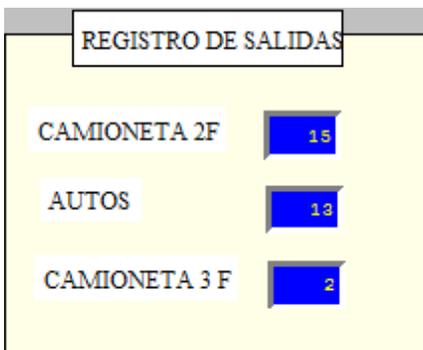


Figura 34: Registro propuesta de ingresos, servicio de lavado de vehículos Platinum Auto Spa S.R.L, 2017.

Fuente: Promodel

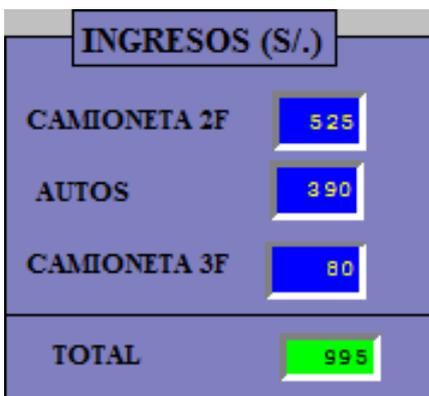


Figura 35: Registro propuesta de ingresos, servicio de lavado de vehículos Platinum Auto Spa S.R.L, 2017.

Fuente: Promodel

# **C. ANEXO DE INSTRUMENTOS**

**C1: ficha de estudio de tiempos**

<b>PLATINIUNM AUTO SPA SRL</b>														
<b>FICHA DE ESTUDIO DE TIEMPOS</b>														
Area:						Estudio de metodos N°:								
Fecha:						Observador:								
<b>Descripción Actividad</b>		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	SUMA	n	TO. PROMEDIO
	T.O													
	T.O													
	T.O													
	T.O													
	T.O													
TO= tiempo observado, n= número de ciclos de observaciones, TO. PROM= tiempo observado promedio														

*Fuente: elaboración propia*

C2: Ficha producto – cantidad:



## CONTROL DE VENTAS 2017

### VENTAS

MES	AUTO	CAMIONETA 2 Filas	CAMIONETA 3 Filas	LAVADO MOTOR	TECH/ASIE. PUERT.	LAVADO DE ALFOMBRAS
ENERO						
FEBRERO						
MARZO						
ABRIL						
MAYO						
JUNIO						
JULIO						
AGOSTO						
SEPTIEMBRE						
OCTUBRE						
NOVIEMBRE						
DICIEMBRE						
<b>TOTAL</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>

Fuente: Platinum Auto Spa S.R.L

# **ANEXO MATRIZ DE CONSISTENCIA**

## MATRIZ DE CONSISTENCIA PARA ELABORACIÓN DE DESARROLLO PROYECTO DE TESIS

NOMBRE DEL ESTUDIANTE:

SANTISTEBAN ASECIO FRANK

ESCUELA: Ingeniería Industrial

TÍTULO DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN	<b>“Redistribución del área de operaciones usando Simulación para mejorar el servicio al cliente de Platinum Auto Spa S.R.L, 2017”</b>
PROBLEMA	¿Qué efecto produce la redistribución del área de operaciones usando simulación en el servicio al cliente de Platinum Auto Spa S.R.L en el año 2017?
HIPÓTESIS	La redistribución del área de operaciones usando simulación permite mejorar el servicio al cliente de Platinum Auto Spa S.R.L en el año 2017.
OBJETIVOS	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Analizar la actual distribución del área de operaciones.</li> <li>- Recoger datos de tiempo de servicio de atención al cliente.</li> <li>- Elaborar el modelo de simulación de la distribución actual.</li> <li>- Proponer una nueva distribución de áreas.</li> <li>- Simular los efectos de la nueva distribución.</li> <li>- Evaluar el efecto de la redistribución del área de operaciones en el servicio al cliente.</li> </ul>
DISEÑO DEL ESTUDIO	<p>Pre-experimental, porque modifica la actual distribución física de las áreas de la empresa para predecir su efecto mediante la simulación en el servicio al cliente comparándolo en un antes y un después.</p> <p><math>G O_1 X O_2</math></p> <div style="text-align: center;"> <pre> graph LR     O1[O1] -- X --&gt; O2[O2]             </pre> </div> <p>Donde:  O1: Observación del servicio al cliente antes.  O2: Observación del servicio al cliente después.  X: Redistribución del área de operaciones usando Simulación</p>
POBLACIÓN Y MUESTRA	<p><b>Variable: Redistribución del área de operaciones</b></p> <p>La <b>población</b> está constituida por las operaciones del área de servicio en la empresa Platinum Auto Spa S.R.L, en el año 2017, la <b>muestra</b> está compuesta por 23 actividades que se muestran en el diagrama de analisis de actividades de la empresa (figura 8 del anexo), el <b>marco muestral</b> es el diagrama de operaciones, siendo la <b>unidad de análisis</b> cada una de las operaciones que se dan en el área de servicio.</p>

	<p><b>Variable: Servicio al cliente:</b></p> <p>La <b>población es infinita</b>, constituida por las personas que necesitan el servicio de la empresa Platinum Auto Spa S.R.L, en el año 2017. La <b>muestra</b> está compuesta por 384 clientes, siendo la <b>unidad de análisis</b> cada uno de los clientes que necesitan el servicio.</p>
MÉTODOS DE ANÁLISIS DE DATOS	<p><b>Análisis descriptivo:</b></p> <p>Los datos de tiempo y de los indicadores de atención al cliente se recogerán en tablas de contingencia luego se procesarán en tablas de frecuencia calculando sus medidas de tendencia central como el promedio y el porcentaje de participación.</p>
RESULTADOS	<p><b>3.1. ANÁLISIS DE LA DISTRIBUCIÓN ACTUAL</b></p> <p>3.1.1. <b>Nivel de ventas por servicio</b> Los servicios con el mayor nivel de ventas son las camionetas de 2 filas con 51.8 %, autos con 30.84% y camionetas de 3 filas con 9.17%.</p> <p>3.1.2. <b>Descripción servicio de lavado:</b> Se identificaron 21 actividades en el proceso de lavado de vehículos, entre ellas: 17 operaciones, 4 transportes y 2 inspecciones.</p> <p>3.1.3. <b>Descripción de la distribución actual: layout y diagrama de recorrido.</b> Se identificaron 9 áreas dentro del área de operaciones. El vehículo hace un recorrido de 32.8 m para recibir el servicio.</p> <p><b>3.2. TIEMPO DE SERVICIO</b></p> <p>3.2.1. <b>Cálculo del Tiempo Estándar</b> El tiempo estándar en el proceso es de 74.91 min.</p> <p><b>3.3. MODELO DE SIMULACIÓN DE LA DISTRIBUCIÓN ACTUAL:</b> Se identificó un nivel de atención de 26 vehículos.</p> <p>Tiempo de espera promedio de 163.91 min para ser atendidos.</p> <p>Tiempo de movimiento en el sistema de 8.8 minutos</p> <p>Ingresos por 735 soles.</p>

	<p><b>3.4. PROPUESTA DE NUEVO MODELO DE DISTRIBUCIÓN DE ÁREA:</b> Con la propuesta de distribución el vehículo tendrá un recorrido de 9.96 metros para recibir el servicio.</p> <p><b>3.5. MODELO DE SIMULACIÓN DE LA DISTRIBUCIÓN DE LOS SERVICIOS</b> Se identificó un nivel de atención de 36 vehículos.</p> <p>Tiempo de espera promedio de 90.82 minutos para ser atendidos.</p> <p>Tiempo de movimiento en el sistema de 0.94 minutos</p> <p>Ingresos por 995 soles.</p> <p><b>3.6. EVALUACIÓN DEL EFECTO DE LA REDISTRIBUCIÓN</b> Se identificó un aumento del 38.46% en nivel de atención.</p> <p>Se identificó una reducción del 44.59% en tiempo de espera promedio para ser atendidos.</p> <p>Se identificó una reducción del 89.32% en tiempo de movimiento en el sistema para ser atendidos.</p> <p>Se identificó un aumento del 35.37% en los ingresos.</p>
<p>CONCLUSION PRINCIPAL</p>	<p>La redistribución del área de operaciones usando simulación permitirá mejorar el servicio al cliente en la empresa Platinum Auto Spa S.R.L, 2017.</p>