

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CÓRDOBA  
Facultad De Ciencias Exactas, Físicas y Naturales  
Escuela de Ingeniería Industrial



## ANÁLISIS DE RIESGO EN PROCESO CRÍTICO DE UN SERVICIO DE SALUD

Autor: TORRAS, JUAN MANUEL  
Matrícula: 31743663

Tutora: Ing. Ávila, Julia  
Co-tutor: Lic. Pury, Pedro

CÓRDOBA, Mayo de 2023



Universidad  
Nacional  
de Córdoba

FACULTAD DE CIENCIAS EXACTAS, FÍSICAS Y NATURALES  
INGENIERÍA INDUSTRIAL  
ANÁLISIS DE RIESGO EN PROCESO CRÍTICO DE UN SERVICIO DE SALUD  
TORRAS, JUAN MANUEL

*种树的最佳时机是二十年前.第二次最好的时候是现在。*

*“El mejor momento para plantar un árbol fue hace veinte años. El segundo mejor momento es ahora.” Proverbio chino [1]*

## DEDICATORIA Y AGRADECIMIENTOS

En primer lugar, el presente Proyecto Integrador ha sido posible gracias a la confianza que en mí depositaron las autoridades de la compañía en la cual lo realicé. Como también al trabajo e inspiración de mis compañeros de equipo, quiero destacar y agradecer especialmente a Florencia Margara, Alexis de la Fuente y Santiago Pierobon con quienes compartimos mucho tiempo de trabajo en los orígenes de lo que finalmente se llamó Simulador de Operaciones.

Si he llegado hasta acá, es sin lugar a dudas gracias al apoyo y motivación de mis compañeros de clase y por la inspiración que me brindó el equipo docente. Un especial agradecimiento al incansable Matías “¿Terminaste?” Maizel por su insistencia y amistad. Muchísimas gracias a mi tutora, la Ing. Julia Ávila y a mi co-tutor el Lic. Pedro Pury por su guía en este trabajo final.

Este camino universitario, que ahora comienza a llegar a su fin, me permitió también conocer la Asociación Argentina de Estudiantes de Ingeniería Industrial (AArEII) y por medio de los congresos a un sin número de personas y colegas excelentes. Gracias a todos ellos por hacerme vivir la idea tras esa hermosa frase: *“Nunca dudes que un pequeño grupo de personas comprometidas pueda cambiar el mundo. De hecho, es así como siempre ha ocurrido”*. Por su inspiración y por sacar lo mejor de mí en aquellos años, quiero agradecerles a Ezequiel de la Riva, Eugenio Gamboni y Mileva Zec.

Por último, y no por eso menos importante, quiero agradecerles a mis amigos y familiares por su apoyo y aguante a lo largo de todos estos años. Gracias a Anto y a Caro que con su cariño me supieron acompañar en distintos momentos de la carrera. Un gran beso al cielo para mi abuela Yoli y mi abuelo Ede, gracias por estar aunque ya no estén físicamente. Y finalmente muchísimas gracias a vos ma, si llegué hasta acá es por vos, por todo lo que me diste y enseñaste con tu ejemplo día a día. Ah! Ya podes dejarlo tranquilo un rato a San Cupertino, no sin antes decirle *“Ce l’ha fatta! Finalmente mio figlio è un ingegnere!”*

## RESUMEN

La idea del proyecto integrador, el autor la realiza en el marco de una empresa de servicios de urgencias y emergencias médicas<sup>[1]</sup>. Brindará un análisis de riesgo asociado a la estructura de ambulancias en el marco de la pandemia de COVID-19. Como así también, una estrategia de contingencia posible, para minimizar los efectos que pudieran producirse.

La empresa en estudio brinda esencialmente dos servicios: respuesta ante urgencias y ante emergencias médicas. Al recibir un llamado de un afiliado se procede a la evaluación telefónica por medio de protocolos médicos. Una vez valorizada la situación, se responderá con un prestador médico si se tratase de algo no crítico o si la gravedad lo amerita acudirá una ambulancia. En este último caso, es en donde el proyecto integrador tendrá injerencia.

La variable fundamental del servicio es el tiempo de respuesta, es decir, el tiempo transcurrido desde la llamada hasta el arribo del personal de salud. Dicho concepto comparado con el estándar fijado por la compañía genera el nivel de servicio, principal indicador clave de rendimiento o KPI (*Key Performance Indicator*, por sus siglas en inglés) de la operación.

El tiempo de respuesta debe ser el menor posible, o dicho de otra manera, se busca maximizar el nivel de servicio. Para ello, la empresa cuenta con una estructura de once ambulancias y bases operativas distribuidas dentro del ejido urbano de Córdoba Capital. Dada la situación actual, el autor analizará distintos escenarios posibles de aislamiento del personal médico, basándose tanto en información global del sector, como en lo relevado internamente en la compañía.

Desde un inicio, surgieron las siguientes inquietudes ¿Qué sucedería si una considerable cantidad de personal médico se enfermara y/o debiera ser aislada en simultáneo?, ¿Existiría entonces una configuración de ambulancias que minimice el impacto en el nivel de servicio?

Responder a la primer pregunta, junto con evaluar la probabilidad de ocurrencia será el primer hito a alcanzar. La experiencia de estos últimos meses ha mostrado que dichas situaciones pueden ocurrir. Por lo cual, a partir de cierta cantidad crítica de

personal médico no disponible, comenzarían a quedar forzosamente inoperativas algunas ambulancias. Razón por la cual, conseguir una respuesta a la segunda pregunta planteada, se convertirá en el objetivo principal del proyecto integrador. A lo largo del mismo, se tendrán en cuenta variables como los horarios operativos de las distintas ambulancias, el personal asociado, la complejidad de las unidades (existen de alta e intermedia complejidad), distintos sub tiempos del proceso e historia operativa de la compañía. Con dichas variables y mediante simulación de escenarios se buscará responder a la inquietud presentada.

Finalmente, el autor dejará plasmado un escenario de contingencia que permitirá continuar con el cometido de la empresa con la menor pérdida posible en el nivel de servicio. Se da comienzo a este desafío sin olvidar lo que motivó a emprenderlo, aquella frase que alguna vez leyó el autor y dice así: “no planificar, es planificar el fracaso”.

---

1. Por razones de política empresarial, no le ha sido autorizado al autor el uso del nombre de la compañía, por lo cual, de aquí en adelante la referenciará como la empresa o la compañía.

## ABSTRACT

The idea of this integrative project was developed within the framework of an emergency medical services company. The author will provide a risk analysis associated with the ambulance structure in the framework of the COVID-19 pandemic. As well as, a possible contingency strategy, to minimize the effects that may occur.

The company under study provides essentially two services: ambulance service and home medical visits. Upon receiving a call from an affiliate, a telephone evaluation is carried out using medical protocols. Once the situation has been assessed, a medical provider will respond if it is not critical or if the severity warrants an ambulance will go. In that case, it is where the project will be developed.

The main variable of the service is the response time, that is, the time elapsed from the call to the arrival of health personnel. This concept compared to the standard set by the company generates the service level, the main Key Performance Indicator or KPI of the operation.

The response time should be as short as possible, or in other words, it seeks to maximize the service level. For this, the company has a structure of eleven ambulances and operating bases distributed at Córdoba city. In the current situation, the author will analyze different possible scenarios of isolation of medical personnel, based both on global information of the sector, and on company's information.

From the beginning, the author had the following concerns: What would happen if a considerable number of medical personnel became ill and/or should be isolated simultaneously? Would there be an ambulance configuration that minimizes the impact on the service level?

Answering the first question, together with evaluating the probability of occurrence will be the first milestone to reach. Experience in recent months has shown that such situations can occur. Therefore, from a certain critical amount of unavailable medical personnel, some ambulances would inevitably become inoperative. That is why getting an answer to the second question will become the main objective of the project. Throughout, the author will analyze variables such as the operating schedules of the ambulances, the personnel, the complexity of the units (there are high and

intermediate complexity), different sub-times of the process and operational history of the company. With these variables and through scenario simulation the author will seek to respond to the concern presented.

Finally, the author will leave a contingency scenario that will allow continuing with the mission of the company with the least possible loss in service level. The author begin this challenge without forgetting what motivated him to undertake it, that phrase that he once read and says, "Failing to plan is planning to fail".

## ÍNDICE

Índice.....	7
Índice de figuras.....	9
Índice de tablas.....	10
1. INTRODUCCIÓN.....	11
2. OBJETIVO Y ALCANCE.....	13
3. MARCO TEÓRICO Y METODOLÓGICO.....	15
Marco teórico y legal del servicio.....	15
Marco teórico y metodológico de las simulaciones.....	17
4. LA EMPRESA.....	19
Organigrama.....	19
Localización.....	20
Historia.....	20
5. SERVICIO.....	23
Características generales del servicio.....	23
Claves.....	23
Etapas y tiempos objetivos del servicio.....	24
Nivel de servicio.....	27
Apoyo operativo.....	28
Características del servicio de ambulancias.....	29
Personal asociado al servicio de ambulancias.....	30
Sucursal Córdoba.....	31
6. EVALUACIÓN DE RIESGO.....	37
Definiciones.....	37
Gestión de riesgos dentro del marco de la ISO 9001:2015.....	40
Acciones para abordar riesgos y oportunidades.....	42
Adaptabilidad.....	42
Evaluación del riesgo que supone la pandemia a la empresa.....	43
Consecuencias del riesgo en evaluación.....	43





Probabilidad de ocurrencia.....	43
Análisis modal de fallos o efectos.....	50
7. MODELO Y SUPUESTOS DE CONTINGENCIA .....	53
Generalidades.....	53
Supuestos.....	53
Modelo aplicado.....	54
8. SIMULACIONES.....	57
Generalidades.....	57
Modelado de la simulación.....	57
Simulación.....	62
Resultados.....	70
Interpretación de los resultados.....	73
9. CONCLUSIONES.....	75
ANEXO.....	77
Pruebas de Bondad de Ajuste.....	77
Secuencia GoF_Tatencion.R para franja horaria de 10 a 15 horas.....	77
Secuencia GoF_Tdespacho.R para franja horaria de 10 a 15 horas.....	98
Secuencia GoF_Tsalida.R para franja horaria de 10 a 15 horas.....	111
Tablas guías para AMFE.....	122
BIBLIOGRAFÍA.....	125
Frases y citas.....	127

## ÍNDICE DE FIGURAS

- Figura 1 – Organigrama de la organización [página 19]*
- Figura 2 – Línea de tiempo de la empresa con los principales hitos hasta nuestros días [página 21]*
- Figura 3 – Etapas del servicio de emergencias médicas [página 26]*
- Figura 4 – Etapas del servicio de urgencias médicas [página 27]*
- Figura 5 – Bases operativas en Córdoba Capital [página 33]*
- Figura 6 – Bases operativas por franja horaria [página 34]*
- Figura 7 – Móviles MIC y MAC por franja horaria [página 34]*
- Figura 8 – Porcentaje de máxima capacidad operativa por franja horaria [página 35]*
- Figura 9 – Conceptos relacionados al resultado y su vinculación con el riesgo. Norma ISO 9000:2015 [página 40]*
- Figura 10 – Ciclo PDCA de la norma ISO 9000:2015 [página 41]*
- Figura 11 – Días de aislamiento de personal (primeros 18 meses de pandemia [página 45]*
- Figura 12 – Ausentismo por COVID-19 (primeros 18 meses de pandemia) [página 45]*
- Figura 13 – Esquema teórico de horas y guardias para el personal médico [página 46]*
- Figura 14 – Esquema de oferta de horas y guardias del personal médico [página 47]*
- Figura 15 – Esquema teórico de horas y guardias para el personal operativo no médico [página 48]*
- Figura 16 – Esquema de oferta de horas y guardias del personal operativo no médico [página 48]*
- Figura 17 – Análisis modal de fallos y efectos [página 51]*
- Figura 18 – Combinaciones posibles de móviles a sacar [página 58]*
- Figura 19 – Distribución de atenciones por polígono y año [página 60]*
- Figura 20 – Claves de atención de móvil presentes en el Simulador de Operaciones [página 61]*
- Figura 21 – Archivos origen para la simulación [página 62]*
- Figura 22 – Escenarios simulados [página 63]*
- Figura 23 – Procesos para generar la tabla de despacho, archivos bases y carpeta de simulación [página 64]*
- Figura 24 – Archivo de coordenadas de polígonos [página 65]*
- Figura 25 – Extracto del código del procesador 05 de la Tabla de Despacho [página 66]*
- Figura 26 – Extracto del código del procesador 06 de la Tabla de Despacho [página 66]*
- Figura 27 – Ejemplo de Tabla de Despacho para la franja horaria de 10 a 15hs [página 67]*
- Figura 28 – Archivos del simulador [página 68]*
- Figura 29 – Contenido de la carpeta “config” [página 68]*
- Figura 30 – Archivo gamma de parámetros [página 69]*
- Figura 31 – Pantalla del Simulador de Operaciones [página 70]*
- Figura 32 – Resultados en clave 1 con un móvil menos en la estructura [página 71]*



*Figura 33 – Resultados en clave 2 con un móvil menos en la estructura [página 71]*

*Figura 34 – Resultados en clave 1 con dos móviles menos en la estructura [página 72]*

*Figura 35 – Resultados en clave 2 con dos móviles menos en la estructura [página 73]*

*Figura 36 – Archivo base, secuencias GoF y archivo resultado [página 77]*

## ÍNDICE DE TABLAS

*Tabla 1 – Bases operativas de la sucursal Córdoba [página 32]*

*Tabla 2 – Distribución de atenciones de móvil por franja horaria en clave 1 y 2 (a) [página 61]*

*Tabla 3 – Distribución de atenciones de móvil por franja horaria en clave 1 y 2 (b) [página 61]*

*Tabla 4 – Tabla de severidad para AMFE [página 122]*

*Tabla 5 – Tabla de ocurrencia para AMFE [página 123]*

*Tabla 6 – Tabla de detección para AMFE [página 124]*

## 1. INTRODUCCIÓN

*"COVID-19 can be characterized as a pandemic"*

*"COVID-19 puede caracterizarse como una pandemia" Tedros Ghebreyesus - WHO Director-General [II]*

Al momento de finalizar la escritura de este trabajo, cerca de 670 millones de personas en todo el mundo fueron reportadas como SARS-COV-2 positivas y casi 6,8 millones constituyen los fallecimientos oficialmente reportados [1].

En este marco, el autor se preguntó a sí mismo en reiteradas oportunidades ¿De qué manera sería factible colaborar en la mitigación y/o prevención de los problemas asociados a la actual pandemia? ¿Es factible gestionar riesgos de manera local, cuando los mismos son de escala global? Encontrando siempre la misma respuesta: "no planificar, es planificar el fracaso".

De hecho, investigando sobre los orígenes de este flagelo que azota a la humanidad, el autor leyó la nota de Jerry Bowles del 10 de marzo de 2020 [2]. En la misma, se cuenta como BlueDot [3], una Start Up canadiense con sede en Toronto, alertó al mundo el 30 de diciembre de 2019 sobre una "inusual neumonía" en Wuhan, China. Su sistema de Inteligencia Artificial, en desarrollo desde 2013, incluso logró anticipar cuales serían las primeras ciudades por las que se diseminaría el virus.

No es intención, mediante esta introducción generar un debate en torno a la gestión temprana de la presente crisis sanitaria global. Sino más bien, mostrar un ejemplo de cómo contar con información, evaluar y gestionar potenciales riesgos, por mínimos que estos parezcan ser, es clave en las organizaciones humanas de hoy en día.

Entendiendo al riesgo como efecto de la incertidumbre [4] y basándose en la visión sobre la gestión de riesgos que aporta la Norma ISO 9001 desde su versión 2015 a la actualidad, es que el autor plantea en el presente Proyecto Integrador (PI) un análisis de riesgo asociado a la estructura de ambulancias de una empresa de servicios médicos y propone una estrategia de contingencia posible.



Universidad  
Nacional  
de Córdoba

FACULTAD DE CIENCIAS EXACTAS, FÍSICAS Y NATURALES  
INGENIERÍA INDUSTRIAL  
ANÁLISIS DE RIESGO EN PROCESO CRÍTICO DE UN SERVICIO DE SALUD  
TORRAS, JUAN MANUEL

## 2. OBJETIVO Y ALCANCE

*"Setting goals is the first step in turning the invisible into the visible"*

*"Establecer metas es el primer paso de volver lo invisible en visible" Anthony Robbins [III]*

### **Objetivo general**

El presente trabajo tiene por objetivo general analizar un riesgo asociado a la estructura de ambulancias de un servicio de urgencias y emergencias médicas en el marco de la pandemia de COVID-19. El riesgo de no contar con suficiente personal para mantener activa su estructura de ambulancias de forma completa. Asimismo, definir una estrategia de contingencia posible para minimizar los efectos negativos sobre la calidad del servicio brindado por la empresa es parte de la finalidad del Proyecto Integrador (PI).

Dicha búsqueda, en específico intentará responder dos preguntas guías que se hiciera el autor al momento de iniciar con esta tarea: ¿Qué sucedería con la calidad del servicio de ambulancias si una considerable cantidad de personal médico se enfermara y/o debiera ser aislada en simultáneo a causa del COVID-19? y ¿Existe una configuración menor de ambulancias que minimice el impacto en el Nivel de Servicio de la compañía?

### **Alcance**

El desarrollo se circunscribe a la estructura de ambulancias de una empresa de servicios de urgencias y emergencias médicas con localización en la ciudad de Córdoba Capital. La compañía cuenta con certificación en Gestión de la Calidad, partiendo de dicho marco, el autor procede a analizar el riesgo citado. A su vez, efectuando el menor uso de recursos posibles y generando la menor cantidad de cambios que fueran necesarios es que se intenta, en el presente trabajo, brindar un plan de contingencia factible de ser implementado en la nombrada estructura de móviles.

### **Objetivos específicos**

El autor pretende a su vez, detallar algunos pasos u objetivos puntuales que recorrerá a lo largo del presente proyecto integrador, siendo una guía a seguir dentro del fin último de cumplimentar el objetivo general antes descripto. Para una mejor visualización de estos puntos es que se enumeran a continuación, con la salvedad de

que el orden de los mismos no define un recorrido inamovible y de sentido único, sino más bien trazan un camino a desarrollar:

1. Relevar la situación actual del servicio brindado por la empresa, teniendo en cuenta las variables presentes a diario en la operatoria de la misma.
2. Seleccionar y fundamentar el modelo de simulación a emplear.
3. Definir los posibles escenarios a los que la compañía se deberá enfrentar ante la actual situación de COVID, teniendo en cuenta las restricciones operativas para el correcto desarrollo de sus funciones.
4. Valorar y desarrollar el riesgo potencial que enfrenta el sistema de ambulancias de la empresa.
5. Arribar a posibles planteos de solución a la problemática y generando adecuadas conclusiones.

### 3. MARCO TEÓRICO Y METODOLÓGICO

*“Las leyes se han hecho para el bien de los ciudadanos” Cicerón [IV]*

#### Marco teórico y legal del servicio

La compañía brinda su servicio de medicina pre hospitalaria en el marco de una normativa nacional, la resolución 794/1997, la cual clasifica las ambulancias en terrestres, aéreas o acuáticas; e identifica así mismo tres subsistemas:

- a) Sistemas de Emergencias Médicas
- b) Sistemas de Traslados Terrestres Programados
- c) Sistemas de Consultas Médicas Domiciliarias

Se entiende a dichos subsistemas dentro del marco teórico nacional como se define a continuación:

a) Sistemas de Emergencias Médicas: Organización de recursos físicos y humanos coordinados para implementar la asistencia de pacientes en situaciones críticas, con riesgo de vida real que requieren asistencia médica en forma inminente (emergencias) o riesgo de vida potencial que requieren atención médica a la brevedad (urgencias) y en el lugar donde circunstancialmente se encuentra.

b) Sistemas de Traslados Terrestres Programados: Organización de recursos físicos y humanos coordinados para implementar el transporte de pacientes de un punto a otro con distintos niveles de complejidad, en condiciones de seguridad acordes a los requerimientos del estado clínico del paciente. A su vez se sub clasifican en traslado de pacientes de alto riesgo y de bajo riesgo. b.1) Alto riesgo: todo paciente en situación hemodinámica inestable, descompensado o con patología que entraña un elevado riesgo de complicaciones, por lo tanto debe ser trasladado en condiciones de seguridad y con los recursos adecuados para no agravar el estado clínico. b.2) Bajo riesgo: paciente estable, compensado o con discapacidad, que no requiere elementos de soporte vital.

c) Sistemas de Consultas Médicas Domiciliarias: Organización de recursos físicos y humanos orientados a efectuar consultas médicas en el domicilio del paciente que, «a priori», no presenta riesgo de vida ni evidencia necesidad de concurrir a un centro de salud. No requieren ambulancias.



La empresa desempeña los 3 servicios antes mencionados soportados por una estructura operativa dividida en dos áreas, que de acuerdo a la resolución nacional se definen como:

I) El área de operaciones: es la organización de recursos humanos, físicos y equipamiento a cuyo cargo se encuentra la operatividad del sistema. Se conforma con un director médico, despachadores de radio y receptores telefónicos. Debe comprender una planta física, siendo su estructura amplia, de buena iluminación y climatización. En consideraciones de equipamientos, debe reunir sistemas informáticos, centrales telefónicas y sistema comunicacionales de radio.

II) El área asistencial: es la organización de recursos humanos, físicos y equipamiento con el objetivo de cumplir adecuadamente las actividades médicas asistenciales extra hospitalarias.

En el mencionado marco teórico, es que la compañía brinda un servicio de emergencias y urgencias médicas además de traslados programados. En el presente proyecto integrador se abordará el servicio de mayor criticidad que es el brindado por ambulancias ante llamados de emergencia médica. Pero para comprender y nivelar el entendimiento de los conceptos de emergencia y urgencia médica, el autor entiende oportuna la definición que brinda la Organización Mundial de la Salud (OMS) [5]. Se entiende entonces por:

1) Emergencia médica: todas aquellas situaciones en las que se requieren acciones y decisiones médicas inmediatas. Dada la complejidad de la situación o afección estos ponen riesgo de vida en los involucrados. Cuando nos referimos a emergencias médicas no hay suficiente tiempo, por eso los socorristas o encargados de la situación deben tratar al paciente en el lugar que se encuentre con la intención de sacarlos del peligro en el que se encuentran. Posteriormente a estabilizar el riesgo de vida, será necesario trasladar al o los afectados a un centro médico para los siguientes pasos requeridos en la mejora de su salud física y mental.

2) Urgencia médica: problemática que debe resolverse inmediatamente, lo que implica una acción de resolución sin ningún tipo de demoras ante la dificultad presentada. En otras palabras, las urgencias médicas refieren a una situación en donde se requiere asistencia médica en un lapso reducido de tiempo, pero este no

implica riesgo en la vida de los que la involucra ni genera peligro en la evolución de su afección. En las urgencias hay más tiempo para llegar al sitio para tratar el caso o derivar al enfermo.

### **Marco teórico y metodológico de las simulaciones**

La teoría detrás de las siguientes simulaciones y de la herramienta con la cual se llevaron a cabo, es decir el simulador de operaciones de la compañía, se basan principalmente en el artículo "*Time to Critical Condition in Emergency Services*" (Tiempo para una condición crítica en servicios de emergencias, en español) [6].

Dicho artículo o *paper* sustenta la validez y posibilidad de aplicar las simulaciones que se llevan a cabo en el presente proyecto integrador, dado que fue realizado a partir de los resultados obtenidos tras el desarrollo del Simulador de Operaciones que encargara la compañía a un equipo de profesionales de la Facultad de Astronomía, Matemática, Física y Computación de la Universidad Nacional de Córdoba. El autor del PI entiende oportuno no profundizar en la argumentación vertida en dicho artículo, para no perder el foco del presente trabajo, sin embargo, a continuación y donde fuera necesario se harán las menciones pertinentes.

No obstante, es válido mencionar que Simulador de Operaciones, del cual el autor del presente trabajo hará uso está basado en el "*birth-death process*", o proceso de nacimiento y muerte. El mismo, es un caso especial del proceso de Markov de tiempo continuo donde las transiciones de estado son de solo dos tipos: "nacimientos", que aumentan la variable de estado en uno y "muertes", que disminuyen el estado en uno. Esto es así para la evolución del estado de los servidores o ambulancias en cada momento.

Como ejemplo, se parte de un momento inicial en el cual todas las ambulancias están libres ( $n = 0$ ), siendo "n" la cantidad de llamadas entrantes aún no servidas. Luego, cuando existan "n" móviles asistiendo a "n" llamadas y aún se posea disponibilidad para responder a más atenciones, se estará en  $0 < n < L$ , siendo L el límite o número máximo de ambulancias. En casos como  $n = L$ , la estructura estará saturada, puesto que ante el posible ingreso de una nueva llamada no habrá móvil alguno que pueda responder. Otro caso, de muy baja probabilidad de ocurrencia será  $n > L$ , en donde se tendrán  $n-L$  llamadas en cola de espera para asignarles móviles.

Lo que la herramienta de simulación mencionada posibilita, es el análisis de un escenario particular. Fue creado originalmente para comparar opciones geográficas de nuevas bases operativas o incluso para evaluar el rendimiento general de la estructura ante la incorporación de nuevos móviles. Analizando para una serie de simulaciones aleatorias la posibilidad de servir o no nuevas llamadas por parte del sistema, así como los tiempos promedios en que dicha respuesta sería dada. O lo que es lo mismo, el Nivel de Servicio General con el que la compañía podía responder ante un determinado escenario.

En esta ocasión, dicho marco teórico que fundamenta los resultados del Simulador de Operaciones, servirá para comparar nuevamente escenarios posibles. En este caso no por un cambio de locaciones de las bases operativas, sino más bien por un cambio en el número L máximo de servidores disponibles, el cual se reducirá.

Un punto importante a mencionar, es que el proceso de simulación, requiere validar que los datos fuente que se emplearán en las mismas cumplan ciertas distribuciones, para ello, la compañía siguiendo las indicaciones del proveedor del Simulador, realiza diversas pruebas de bondad de ajuste, como ser la prueba de Kolmogórov-Smirnov o el criterio de Cramér-von Mises, cuando se utiliza dicha herramienta. Es por ello que para el presente trabajo el autor realizó dichas validaciones.

Las pruebas antes mencionadas fueron llevadas a cabo mediante R-Studio con una secuencia y procedimiento pre-establecido por los desarrolladores del Simulador de Operaciones. Con dichos test se verificaron distribuciones de tiempos entre llamadas, de subtiempos de respuesta, así como de los tiempos de atención para las diversas claves. Obteniendo finalmente los coeficientes correspondientes necesarios para cada simulación.

Si bien, a consideración del autor dichas pruebas no hacen al corazón del Proyecto Integrador, el autor considera oportuno agregar algún ejemplo de las mismas que podrá observarse en el *Anexo* del presente trabajo. Dado que la lógica detrás de dichas pruebas y secuencia fue dada y no desarrollada específicamente para este trabajo no se profundizará en el marco teórico detrás de ellas.

## 4. LA EMPRESA

*“A business that makes nothing but money is a poor business”*

*“Un negocio que no hace otra cosa más que dinero, es un negocio pobre” Henry Ford [V]*

El presente Proyecto Integrador es realizado por el autor en una empresa de servicios de urgencias y emergencias médicas. La misma forma parte de un grupo de empresas que es líder en el ámbito de la salud desde inicios de la década del setenta en Argentina.

La compañía nace el 25 de mayo de 1996, en la ciudad de Rosario y posteriormente, en el año 2006, se expande a la ciudad de Córdoba Capital. Como parte integrante de una organización de primera línea, conforma un Sistema Integral de Urgencias y Emergencias Médicas que brinda la contención y la calidez que se necesita en situaciones de respuesta inmediata.

La empresa en estudio brinda esencialmente dos servicios, como bien se desprende del párrafo anterior: respuesta ante urgencias y ante emergencias médicas. La diferencia de valorización de la situación que genera el llamado del paciente será lo que determine ante cual escenario se encuentra el sistema en cada solicitud de atención médica pre hospitalaria. Un prestador médico acudirá si la criticidad fuera baja, o bien si la gravedad lo amerita, será enviada una ambulancia. En este último caso, es en donde el proyecto integrador tendrá injerencia.

### Organigrama

La compañía es liderada por un gerente general, del cual dependen 4 gerencias: operaciones, comercial, administración y sistemas. A su vez, tiene dependencia directa de dicha gerencia general, dada la importancia de la tarea que realiza, el Centro Coordinador de Operaciones (CCO). Como se ve en la figura 1.

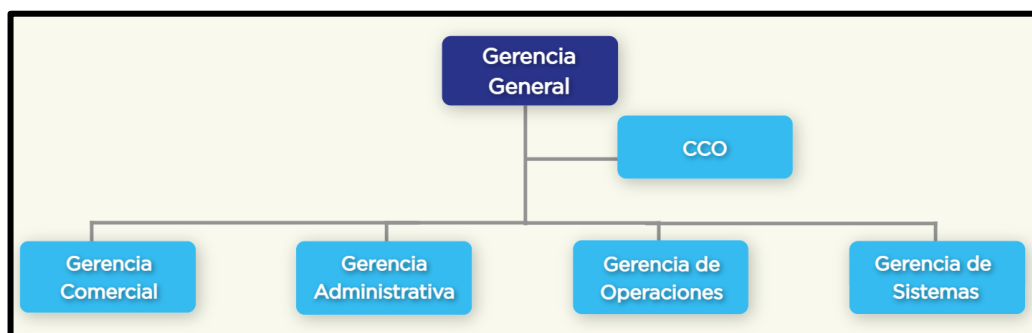


Figura 1 – Organigrama de la organización

## **Localización**

En la actualidad, la empresa tiene presencia en la ciudad de Rosario, provincia de Santa Fe y en la capital provincial de Córdoba. En esta última sucursal es donde tiene lugar el presente Proyecto Integrador, por dos cuestiones. En primer lugar, es donde el autor desempeño sus tareas laborales a lo largo de prácticamente seis años. A su vez, la adopción de algunas herramientas y el desarrollo de otras de vital importancia en el presente trabajo fueron implementadas solamente en dicha ciudad.

Cabe destacar que la compañía, además de tener en la ciudad de Córdoba Capital, su respectiva oficina comercial y administrativa, también cuenta, para el servicio de ambulancias, con once bases operativas distribuidas dentro del ejido urbano cordobés. La lógica de emplazamiento de las mismas sigue principios de índole operativo o de cobertura geográfica, empresarial y comercial.

## **Historia**

En sus orígenes, la empresa comienza con unos 25 mil afiliados y solo 4 bases operativas en la ciudad de Rosario, provincia de Santa Fe. En solo 3 años logra alcanzar el objetivo de los 100 mil clientes. Dos años más tarde, se incrementan las bases para ambulancias, alcanzando un total de 6. Ver figura 2.

En su décimo aniversario, la compañía, desembarca en Córdoba Capital, alcanzando así las 200 mil capitas a nivel comercial y las 9 bases operativas (3 de ellas para iniciar actividades en esta localidad). Hacia el año 2009, el servicio se brindaba a 300 mil afiliados en total por intermedio de 13 bases operativas de ambulancias. Un lustro más tarde, la empresa alcanza las 400 mil capitas. La distribución de las mismas entre ambas sucursales es de 60/40, siendo Rosario la ciudad con mayor peso comercial debido a su mayor historia.

En 2016 y con 20 años de historia, la compañía alcanza lo que sería su pico máximo de demanda previo a la pandemia de COVID-19. En dicho año se alcanzan las 475 mil atenciones médicas brindadas, ya sea de baja como de alta complejidad. En el caso particular de la filial cordobesa alcanza las 30 mil atenciones de ambulancia y los 160 mil servicios brindados por móviles de atención domiciliaria (recurso auto). Dicho hito propició el desarrollo de distintas acciones comerciales cuanto operativas

para acompañar la evolución del mercado sin que ello signifique un deterioro en la calidad del servicio brindado.

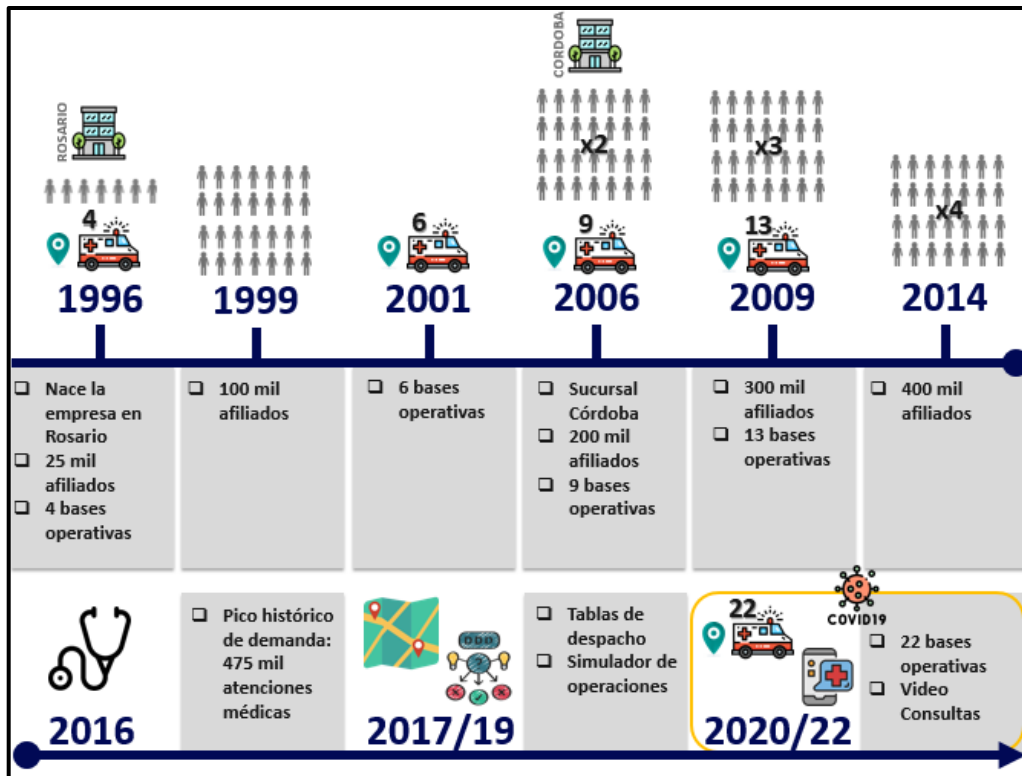


Figura 2 – Línea de tiempo de la empresa con los principales hitos hasta nuestros días

Durante el 2017 y 2019 inclusive, la compañía implementa diversas mejoras operativas relativas al despacho de las ambulancias. Nacen, en Córdoba Capital, herramientas internas conocidas como *tabla de mejores opciones de despacho* y se encarga el desarrollo de un *simulador de operaciones* a profesionales de la Facultad de Astronomía, Matemática, Física y Computación de la Universidad Nacional de Córdoba.

La declaración, por parte de la Organización Mundial de la Salud, de la actual pandemia de COVID-19 [7] encuentra a la empresa en Febrero de 2020 con 22 bases operativas, repartidas en igual cantidad por ciudad, un padrón de afiliados estable y un staff profesional dispuesto a asumir variados y complejos desafíos.



Universidad  
Nacional  
de Córdoba

FACULTAD DE CIENCIAS EXACTAS, FÍSICAS Y NATURALES  
INGENIERÍA INDUSTRIAL  
ANÁLISIS DE RIESGO EN PROCESO CRÍTICO DE UN SERVICIO DE SALUD  
TORRAS, JUAN MANUEL

## 5. SERVICIO

*"I slept and dreamt that life was joy. I awoke and saw that life was service. I acted and behold, service is joy."*

*"Yo dormía y soñé que la vida era alegría. Me desperté y vi que la vida era servicio. Serví y comprendí que el servicio era alegría" - Rabindranath Tagore [VI]*

### Características generales del servicio

Organizativamente, la empresa posee en ambas sucursales un área asistencial, un staff operativo, coordinaciones y dirección médica local. Esto es así en primer lugar por cuestiones geográficas obvias, además de cuestiones legales y prácticas desde el punto de vista operativo. A su vez, se dispone de un único Centro Coordinador de Operaciones (CCO), que es el área encargada de la recepción, codificación de llamadas y despacho de atenciones.

Una vez ingresada la llamada del afiliado, el personal del CCO brinda contención a la vez que indaga al paciente siguiendo protocolos internos de la empresa que fueran confeccionados a partir de guías médicas internacionales. Es mediante este proceso que la llamada será codificada para determinar su criticidad y por ende la necesidad de recurso a emplear. Continuando así con el respectivo despacho y posterior realización del acto médico.

### Claves

Como indica el autor, los operadores del CCO evalúan y codifican las llamadas. Esto se realiza empleando claves. Es lógico entonces preguntarnos ¿Qué son y para qué sirven las claves? Pues bien, las claves, son una categorización de las llamadas atendidas por el personal del CCO y sirven para determinar el riesgo de vida y de esta manera poder dar una respuesta acorde a la situación. La empresa utiliza principalmente las siguientes claves:

- a) Clave 1 - Emergencia: Atención médica con ambulancia cuando el paciente corre riesgo de vida. Tiempo de salida desde la base hasta 2 minutos.
- b) Clave 2 - Urgencia: Atención médica con ambulancia cuando el riesgo de vida no es inminente pero debe ser atendido cuanto antes. Tiempo de salida desde la base hasta 3 minutos.
- c) Clave 3 - Atención médica con prioridad: Situación médica, en la que no hay peligro de vida, y se le brinda al paciente atención médica domiciliaria.



- d) Clave 4 - Atención médica: situación médica, en la que no hay peligro de vida, y se le brinda al paciente atención médica domiciliaria.

Dicha categorización junto con otras variables determinan el recurso a emplear, los tiempos objetivos de los distintos sub procesos que seguirán a la codificación y cómo proceder con la comunicación en curso. Para el caso de las claves 1 y 2 por ejemplo, el recurso a emplear sin lugar a dudas será una ambulancia. No obstante, podría requerir el apoyo de un médico de atención domiciliaria (MAD) de especialidad pediátrica, en caso de que el paciente fuera un menor de edad por ejemplo.

Para el caso de las claves 3, de acuerdo al diagnóstico de pre-arribo que procesa el sistema al concluir la indagación del paciente, se podrá, en ciertos casos, enviar también una ambulancia. Aunque en la mayor parte de las llamadas se procederá a activar el sistema de consultas médicas y posterior envío de un MAD.

Finalmente, están las claves 4, las de mayor volumen. Las mismas, de acuerdo a la sintomatología, podrán ser servidas con un MAD o bien mediante un video llamado o comunicación telefónica tradicional. Este último caso, brindado por personal médico acorde y de similares características al del personal del sistema a domicilio.

### **Etapas y tiempos objetivos del servicio**

Dependiendo de la clave asignada y el recurso empleado, las etapas posteriores al llamado del paciente, pueden cambiar. Así también los tiempos de respuesta objetivo, como a su vez los subtiempos del proceso. Es importante, entender que la respuesta a las emergencias y urgencias médicas debe ser lo más rápida posible de acuerdo a numerosos estudios en todo el mundo [8].

En la actualidad, la respuesta media en minutos ante una emergencia por los sistemas extra hospitalarios en el continente europeo promedia los 11 minutos, en tanto que en América dicha cifra está en los 9 minutos, en gran medida impulsada por valores muy inferiores obtenidos en algunas zonas urbanas de los Estados Unidos de Norteamérica [9].

Es preciso entonces, conocer los tiempos de respuesta objetivos que define la empresa para cada clave, pues ellos mensuran la percepción del paciente respecto a la celeridad del servicio brindado. Éstos son:

- a) Clave 1 - Emergencia: 10 minutos.
- b) Clave 2 - Urgencia: 15 minutos.
- c) Clave 3 - Atención médica con prioridad: 45 minutos.
- d) Clave 4 - Atención médica: 90 minutos.

La diferencia que se visualiza entre las claves 1 y 2 de las claves 3 y 4 clarifica el tratamiento diverso que se le da a las emergencias y a las urgencias médicas. Así como los recursos humanos y tecnológicos asignados a las etapas posteriores a la recepción y codificación de los llamados.

Para el caso de las emergencias médicas (claves 1 y 2), la compañía prevé responder con su sistema de ambulancias. Las mismas, cuentan con seguimiento de GPS, por lo cual son geo localizadas en todo momento. A su vez, en la mayoría de los casos, partirán desde una base operativa. En ciertas ocasiones podrían encontrarse de regreso de una atención previa, pero por no ser el caso más general se desarrollarán las etapas de una salida desde la base operativa. Es posible y necesario llevar entonces un seguimiento de subtiempos del proceso. Los mismos y las etapas, pueden verse en la figura 3 y son los siguientes:

I) Tiempo de respuesta: tiempo comprendido entre el fin del triaje y el arribo al domicilio del paciente.

II) Tiempo de despacho: tiempo del subproceso comprendido entre el final del llamado y la asignación a la tripulación de la base operativa que asistirá al domicilio del paciente.

III) Tiempo de salida: tiempo del subproceso entre que es notificada la tripulación y que el GPS de la ambulancia indica una distancia a la base operativa de 100 metros.

IV) Tiempo de traslado: tiempo comprendido entre el momento en que el GPS indicó la salida de la base operativa y el arribo al domicilio geo localizado.

V) Tiempo de atención: comprende el tiempo en que el paciente es asistido y en el cual se lleva a cabo el acto médico. En caso de requerirse una internación se incluirá dicho tiempo. Finaliza una vez que la tripulación indica que su "Vía Libre" o bien cuando el GPS acusa un desplazamiento de 100 metros del domicilio para los casos en que no haya internación. En caso de producirse una internación en un

nosocomio geo localizado, también podrá tomarse la lectura del GPS como indicación del Vía Libre.

VI) Tiempo de ocupación: tiempo comprendido entre la asignación del personal médico y el aviso de vía libre al finalizar la atención.



Figura 3 – Etapas del servicio de emergencias médicas

La atención del llamado telefónico cuenta con una etapa de triaje para clasificar la respuesta de servicio. Punto de suma importancia en los servicios de emergencia [10]. Concluida la misma no necesariamente se interrumpe el llamado telefónico. Más bien, en dicho momento el recepcionista cuenta con la información necesaria para activar el proceso de despacho. Pudiendo en casos particulares que así lo requieran, continuar el llamado telefónico suministrando información útil o guiando en maniobras, de reanimación cardiopulmonar (RCP) por ejemplo, hasta que se produzca el arribo de la ambulancia al domicilio.

Dada la importancia médica del tiempo de respuesta para las claves 1 y 2, es que la compañía entiende importante gestionar las sub etapas de despacho, salida y traslado. Esta gestión, recae en la figura del responsable del CCO para el caso de la primer sub etapa, de los coordinadores médicos encargados del personal operativo en lo que respecta a salida y por cuestiones de seguridad vial, la gestión del traslado comprende evitar los excesos de velocidad como así también estrategias logísticas de despacho que recaen en la dirección. Por ello, se miden y se contrastan con subtiempos objetivos correspondientes a cada subproceso. Éstos son:

- a) Tiempo de despacho:
  - I) Clave 1 – Emergencia: 1 minuto
  - II) Clave 2 - Urgencia: 2 minutos

- b) Tiempo de salida:
- I) Clave 1 – Emergencia: 2 minutos
  - II) Clave 2 - Urgencia: 3 minutos
- c) Tiempo de traslado:
- I) Clave 1 – Emergencia: 7 minutos
  - II) Clave 2 - Urgencia: 10 minutos

Analizando las demás atenciones médicas (claves 3 y 4), la empresa tiene previsto dos sistemas posibles. El más novedoso es el de video consulta, pero sin embargo es el de menor volumen. En dicho caso los tiempos del proceso son compartidos en parte con el paciente, ya que existen cuestiones de conectividad y de conocimientos tecnológicos del usuario que intervienen. Por otro lado, se encuentra la respuesta mediante un MAD, en la cual, si bien podemos descomponer por sus características el proceso importante en despacho y traslado, la gestión se realiza por cola de llamados y monitoreo del tiempo de respuesta. Ver etapas en figura 4.



Figura 4 – Etapas del servicio de urgencias médicas

### Nivel de servicio

La compañía define como su principal indicador a nivel operativo o KPI (*Key Performance Indicator*, por sus siglas en inglés correspondientes a indicador clave de rendimiento) al nivel de servicio por clave (NS). Entendiendo a este como la suma de las atenciones con tiempos de respuesta menor y/o igual al tiempo objetivo (atenciones conformes), sobre el total de atenciones servidas de dicha clave.

$$NS = \frac{\text{atenciones conformes}}{\text{total de atenciones}} \times 100$$

De esta manera, es factible comparar el servicio brindado por clave para distintos períodos de tiempo y por ende la evolución del mismo. Como así también comparar resultados entre sucursales, pudiendo evaluar iniciativas locales y estimar las mejoras que pudieran generarse en caso de aplicarse en la otra filial.

Para las claves 1 y 2, como se indicó más arriba, se gestionan los sub procesos de despacho, salida y traslado. Es por ello, que son definidos como sub indicadores los niveles de servicio de cada una de dichas etapas, teniendo en cuenta, algunas particularidades que no permiten extrapolar directamente sus resultados al del NS. Si bien, para el total de las atenciones se podrá evaluar su nivel de servicio de despacho (NSD), no será posible hacerlo al cien por ciento en lo que respecta a la salida (NSS) y al traslado (NST). Tanto por características propias del proceso (asignaciones fuera de la base operativa) como por problemas de registro del GPS. Por lo cual, se definen:

$$NSD = \frac{\text{atenciones con despacho conforme}}{\text{total de atenciones}} \times 100$$

$$NSS = \frac{\text{atenciones con salida conforme}}{\text{total de atenciones analizables en salida}} \times 100$$

$$NST = \frac{\text{atenciones con traslado conforme}}{\text{total de atenciones analizables en traslado}} \times 100$$

El lector podrá ver a lo largo del desarrollo del presente proyecto integrador, que el concepto del nivel de servicio general, como el del nivel de servicio de traslado en particular estarán presentes a la hora de evaluar los mejores escenarios de compromiso ante la problemática que será planteada. Pero como no es la intención adelantar más información sobre el trabajo en esta sección, es que el autor lo invita a continuar la presente lectura.

### **Apoyo operativo**

El autor considera pertinente definir en esta instancia el concepto de apoyo. Un apoyo en el marco del servicio médico pre hospitalario brindado por la firma, consta de la asistencia a un equipo de trabajo o profesional individual por parte de otra u otras dotación/es médica/s. Pudiendo ser el mismo entre personal del mismo tipo de recurso, un MAD asiste a otro MAD o bien una dotación de ambulancias asiste a otra. Pudiendo tratarse de apoyos cruzados entre recursos. Un ejemplo claro de este último

caso podría ser el apoyo brindado por un MAD pediátrico a una tripulación de ambulancia o bien la asistencia de un móvil a un médico de atención domiciliaria.

### **Características del servicio de ambulancias**

Si bien las ambulancias de la compañía, desde un punto de vista de equipamiento médico, marca de chasis, como así también distribución interna del carrozado son idénticas, existe una diferencia operativa clave. La dotación que brinda el servicio diferencia a las unidades en dos categorías: Móvil de Alta Complejidad (MAC) y Móvil de Intermedia Complejidad (MIC). En el primer caso, el equipo consta de 3 roles: un chofer (con especialidad de paramédico), un enfermero y un médico. En tanto que los MIC están compuestos por un enfermero que a su vez realiza tareas de chofer y un médico.

Esta diferencia en la cantidad de personal por ambulancia no representa inconveniente alguno en el acto médico brindado durante las atenciones. No obstante, es importante destacar que para casos especiales, como las internaciones, un MAC no necesitará solicitar apoyo de otra ambulancia, en tanto que en la mayoría de las oportunidades, si lo requerirá un MIC. Otro caso particular, en el que podría requerirse apoyo de otro móvil será cuando deba realizarse RCP a un paciente en el domicilio, dado que podría ser necesario rotar al personal afectado a dicha maniobra en caso de tener que prolongarse la misma varios minutos.

Cabe destacar a su vez, que las distintas bases operativas tienen turnos asignados, algunas los tienen de 24 horas los 365 días del año. Otras poseen esquemas de 12 horas por jornada, dependiendo de las necesidades relevadas en cada geografía de ambas sucursales. Es por lo expuesto hasta aquí, que la compañía ha buscado un equilibrio operacional y económico en la conformación de las distintas tripulaciones de sus ambulancias.

En la actualidad, el sistema de emergencia médica es brindado en ambos ejidos urbanos por un total de 22 bases operativas. En el caso de la ciudad de Córdoba, en donde se desarrolla el presente Proyecto Integrador, se dispone de 11 locaciones con recursos humanos, físicos y equipamiento de primera calidad para brindar la mejor respuesta médica a los pacientes que así lo requieran.

## Personal asociado al servicio de ambulancias

Como se indicó previamente existe diferencia en la cantidad de personal asociado a los móviles de alta complejidad (MAC) y a los móviles de intermedia complejidad (MIC). No obstante, en todos los casos, los roles de dichas dotaciones serán los mismos, con la salvedad de que los MIC contarán con una persona menos. Por lo cual, dispondrán de un tripulante con una función mixta. La empresa llama a dicha figura como “chofermero”, la cual tendrá asignadas las responsabilidades acordes al chofer paramédico y al enfermero.

Para tener mayor entendimiento de la labor de la tripulación, el autor considera adecuado describir como la compañía entiende a cada uno de los siguientes puestos de trabajo. Es decir, como caracteriza mediante las principales responsabilidades inherentes a cada uno, los roles de los choferes paramédicos, los enfermeros y los médicos de móvil.

Se entiende por **chofer paramédico**, a quién es el responsable de la conducción de la ambulancia. Es auxiliar del equipo conformado por el médico y el enfermero. Debe identificar el camino más eficiente para asegurar los tiempos de respuesta. En caso de desconocerlo o de requerir asesoramiento del CCO, es su responsabilidad solicitar dicha información. Mantener el orden y limpieza de la cabina anterior, recibir y registrar el domicilio de la atención, así como controlar el estado de operatividad del móvil son algunas de sus funciones.

Se entiende por **enfermero**, a quién es el responsable de asegurar la provisión de insumos para el acto médico, controlar los signos vitales y auxiliar en la tarea al médico. Para ello, está bajo su cuidado y transporte el maletín y el kit de vía aérea. Debe ejecutar la rutina diaria de control de stock y vencimientos en medicación y descartables. Verifica el estado de funcionamiento y carga de los elementos de electro medicina, además realiza la confección de los correspondientes registros e informes. Es el encargado de mantener el orden y limpieza del habitáculo trasero del Móvil y a su vez, es quien administra al paciente la medicación indicada.

Se entiende por **médico de móvil**, a quién es el responsable del comportamiento y desempeño de la tripulación. Su rol es prioritario: lidera al equipo durante la atención asignada, realiza el acto de atención médica, revisa al paciente,

da contención a la familia o al entorno, da las indicaciones pertinentes al resto del equipo, dispone la necesidad de traslado e internación. Es quien confecciona el Informe Médico. Determina la inoperatividad del móvil por alguna falla o faltante, previa comunicación al coordinador. Y finalmente es quien debe comunicar el “ARRIBO” al domicilio y el “VIA LIBRE” al finalizar la atención.

Dada la importancia operativa de cada integrante de la tripulación, el lector en este momento debe comprender que la ausencia de cualquiera de dichos roles dejará inoperativa a la ambulancia. Por ello la compañía posee diversas indicaciones dentro de su política de calidad operativa, referidas al aseguramiento de la dotación de los móviles. Algunos de estos puntos críticos son: la obligatoriedad de marcación con huella digital que tiene toda la tripulación, la puntualidad de arribo a la base operativa para los cambios de guardia y la extensión de la jornada para la tripulación que habiendo culminado su horario se encontrara en medio de una atención médica.

### **Sucursal Córdoba**

Siendo la segunda en erigirse, la sucursal Córdoba, cuenta con todas las funcionalidades operativas y comerciales de importancia al igual que la filial madre rosarina. No obstante, en la sede central se concentran los principales procesos administrativos y el Centro Coordinador de Operaciones (CCO).

Las atenciones médicas brindadas a los afiliados de la ciudad son garantizadas con una amplia red de prestadores médicos para el servicio virtual y el presencial a domicilio. A su vez, para el proceso de mayor criticidad se cuenta con 11 bases operativas de ambulancias. Éstas se encuentran distribuidas en el ejido urbano de acuerdo a consideraciones logísticas y/o comerciales que optimizan la velocidad de arribo como así también la calidad del servicio. En la tabla 1 se detallan además de la dirección de cada base, información interna como códigos de móvil, nombres de bases y demás.

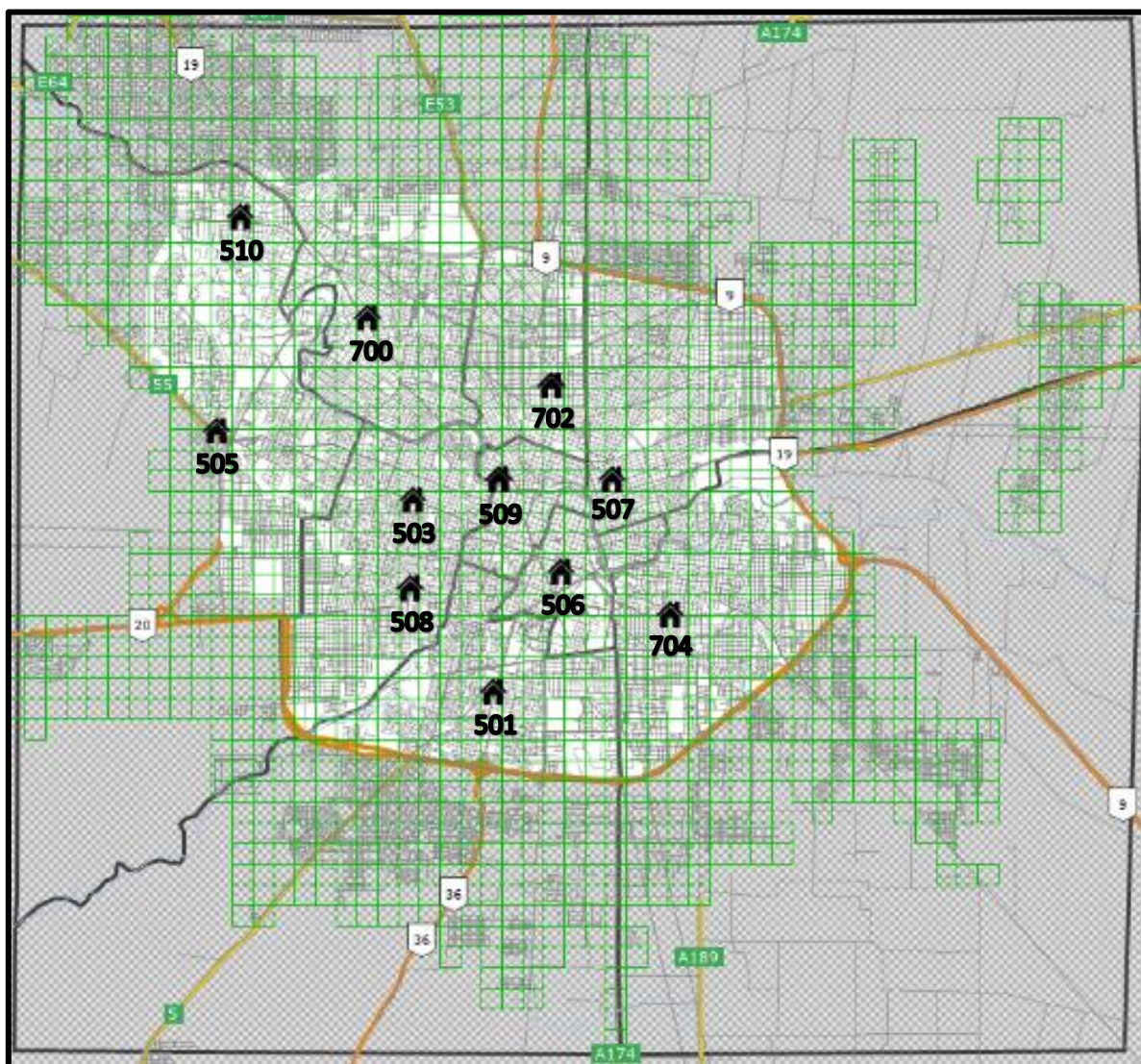


Codigo de móvil	Tipo de móvil	Dirección	Codigo de base	Descripcion de base
501	MIC	Avenida Velez Sarsfield 3426, Cordoba	21	Las Flores
503	MIC	Duarte Quiros 2795, Cordoba	12	Alberdi
505	MIC	Avenida Ejercito Argentino 6820, Cordoba	11	Tropezón
506	MIC	Boulevard Chacabuco 545, Cordoba	18	Chacabuco
507	MIC	Jacinto Rios 1170, Cordoba	23	Pueyrredón
508	MIC	Av. Fuerza Aerea Argentina 2750, Cordoba	28	Los Naranjos
509	MIC	Mendoza 690, Cordoba	25	Mendoza
510	MIC	Heriberto Martinez 6310, Cordoba	24	Arguello
700	MAC	Jimenez de Lorca 4259, Cordoba	10	Cerro
702	MAC	Justo Jose de Urquiza 2775, Cordoba	8	Alta Córdoba
704	MAC	Avenida Amadeo Sabattini 2330, Cordoba	13	Sabattini

Tabla 1 – Bases operativas de la sucursal Córdoba

Para entender la distribución geográfica de las ambulancias que posee la compañía en Córdoba, es clave entender el principal accidente geográfico que atraviesa la ciudad de oeste a este. El autor se refiere al río Suquía, el cual, divide en dos sectores la urbe: zona norte y zona sur. Si bien existen numerosos puentes que conectan ambos sectores además de una vía rápida en cada una de las dos márgenes, son habituales los cortes tanto por manifestaciones como por crecidas respectivamente. Es por ello que la empresa desde sus inicios ha tenido presente esta característica urbana.

Otras consideraciones, como ser la localización del centro y las principales zonas comerciales, la distribución demográfica y de afiliados, el acceso a las principales vías rápidas de la ciudad e incluso cuestiones de índole comercial fueron aportando al análisis sistemático que ha realizado la compañía a lo largo de los años para llegar al emplazamiento actual de las bases operativas como podemos ver en la figura 5 a continuación.



*Figura 5 – Bases operativas en Córdoba Capital*

Además de las presentadas consideraciones de índole geográfica, es importante que el lector comprenda que la distribución de las atenciones a lo largo del día sufre variaciones, teniendo momentos del día con mayor concentración de demanda que otros. Es por ello que la compañía ha planteado diversos esquemas para acompañar de la mejor forma posible dichas fluctuaciones. Al inicio de la pandemia, esta configuración puede representarse por medio de ocho franjas horarias, delimitadas por la actividad de los móviles de 12 horas. Ver figura 6.

Franja	501	503	505	506	507	508	509	510	700	702	704
	MIC	MIC	MIC	MIC	MIC	MIC	MIC	MIC	MAC	MAC	MAC
	24 hs.	24 hs.	24 hs.	12 hs.	12 hs.	12 hs.	12 hs.	12 hs.	24 hs.	24 hs.	24 hs.
01 a 09	1	1	1	0	0	0	0	0	1	1	1
09 a 10	1	1	1	1	0	0	1	0	1	1	1
10 a 15	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
15 a 16	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1
16 a 19	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1
19 a 21	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
21 a 22	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1
22 a 01	1	1	1	0	0	0	1	0	1	1	1

Figura 6 – Bases operativas por franja horaria

El presente trabajo, no tiene por objetivo analizar la eficiencia del esquema actual. Por lo que el autor no busca comparar la demanda histórica y/o actual versus el esquema de horas operativas en cada franja horaria. Sino más bien, partiendo del mismo y de algunas consideraciones del negocio, se analizarán potenciales escenarios de contingencia.

Franja horaria	Horas	Tipo de móvil		Móviles totales
		MIC	MAC	
01 a 09	8	3	3	6
09 a 10	1	5	3	8
10 a 15	5	8	3	11
15 a 16	1	7	3	10
16 a 19	3	7	3	10
19 a 21	2	8	3	11
21 a 22	1	7	3	10
22 a 01	3	4	3	7
		6,1	3,0	9,1

Figura 7 – Móviles MIC y MAC por franja horaria

Como puede verse en la figura 7, en todo momento existen 3 Móviles de Alta Complejidad (MAC) y varía, a lo largo de la jornada, la cantidad de Móviles de Intermedia Complejidad (MIC). Durante la madrugada, solo se encuentran activas 3 ambulancias de las últimas mencionadas, totalizando 6 móviles. En tanto que en los momentos de mayor cobertura la empresa dispone de un total de 11 ambulancias, siendo 8 de ellas del tipo MIC.

Es posible apreciar en la figura 8 que la estructura móvil de la compañía es máxima durante las 12 horas diurnas con mayor demanda de atenciones médicas, es decir de 10 a 22 horas. Durante este período el sistema está disponible al 96% de su máxima capacidad operativa. Ya que en cada una de las cinco franjas horarias

comprendidas en dicho rango, la empresa pone a disposición al menos 10 ambulancias. Llegando incluso este número al máximo posible de 11 unidades, durante las 7 horas más críticas: de 10 a 15 y de 19 a 21 horas. En base a la información histórica operativa, la franja horaria más importante es la primera.

Franja horaria	Horas	Horas móviles máximas [11 unidades]	Móviles totales	Horas móviles reales	%
01 a 09	8	88 Hs.	6	48 Hs.	55%
09 a 10	1	11 Hs.	8	8 Hs.	73%
10 a 15	5	55 Hs.	11	55 Hs.	100%
15 a 16	1	11 Hs.	10	10 Hs.	91%
16 a 19	3	33 Hs.	10	30 Hs.	91%
19 a 21	2	22 Hs.	11	22 Hs.	100%
21 a 22	1	11 Hs.	10	10 Hs.	91%
22 a 01	3	33 Hs.	7	21 Hs.	64%
		264 Hs.		204 Hs.	77%

Figura 8 – Porcentaje de máxima capacidad operativa por franja horaria



Universidad  
Nacional  
de Córdoba

FACULTAD DE CIENCIAS EXACTAS, FÍSICAS Y NATURALES  
INGENIERÍA INDUSTRIAL  
ANÁLISIS DE RIESGO EN PROCESO CRÍTICO DE UN SERVICIO DE SALUD  
TORRAS, JUAN MANUEL

## 6. EVALUACIÓN DE RIESGO

« *Le sage ne risque jamais au-delà de ce que la prudence lui suggère* »  
“*El sabio nunca arriesga más de lo que la prudencia le sugiere*” [VII]

Con la realización de este proyecto integrador, el autor pretende, en primer lugar, evaluar el riesgo que supone la pandemia de COVID-19 a la gestión operativa del sistema de ambulancias de la compañía y a la calidad del servicio prestado. Específicamente tratando de responder la siguiente inquietud: ¿Qué sucedería si una considerable cantidad de personal médico se enfermara y/o debiera ser aislada en simultáneo?

Por lo visto anteriormente, la empresa posee una estructura de móviles dada de alta e intermedia complejidad. La misma es la que asegura el actual Nivel de Servicio (NS). Por ende, cualquier suceso que introduzca incertidumbre en dicho indicador debe ser considerado un riesgo potencial para la compañía. Pero para entender acabadamente el enfoque que el autor propone para el presente proyecto integrador es clave presentar como base teórica los siguientes conceptos fundamentales y principios de gestión de la calidad. Ya que éstos darán luz al espíritu que motiva el presente trabajo.

### Definiciones

La Organización Internacional de Normalización, ISO (por sus siglas en inglés, *International Organization for Standardization*), en la norma ISO 9000:2015, “Sistemas de Gestión de la Calidad – Fundamentos y Vocabularios” nos presenta conceptos como calidad (2.2.1), contexto de una organización (2.2.3), partes interesadas (2.2.4) que son interesantes mencionar.

En la norma se indica que “la calidad de los productos y servicios de una organización está determinada por la capacidad para satisfacer a los clientes, y por el impacto previsto y el no previsto sobre las partes interesadas pertinentes” [11]. Es decir, todo suceso que genere incertidumbre en el servicio, sea este previsto o no influye en la calidad del mismo. La pandemia, por lo tanto, puede ser entendida como una circunstancia generadora de diversos sucesos, previstos o no que influyen en la calidad del servicio prestado por la compañía.

Cabe señalar que en su apartado 2.2.3, cuando se define al contexto de la organización, es nombrado como un factor externo el social. El autor, por tanto entiende, que es dicho marco, en el cual se encuentra la empresa, el que se ve afectado al producirse el arribo de la pandemia a la localidad de Córdoba Capital. Entendiendo por pandemia, de acuerdo a la definición de la Real Academia Española que citó, como “enfermedad epidémica que se extiende a muchos países o que ataca a casi todos los individuos de una localidad o región” [12]. En otras palabras, que impacta en la prestación de los servicios de salud, impacta entonces el factor social.

Avanzando en los conceptos vertidos por la norma, nos encontramos con el siguiente: “las partes interesadas pertinentes son aquellas que generan riesgo significativo para la sostenibilidad de la organización si sus necesidades y expectativas no se cumplen” [13]. Es para recalcar que no solo los afiliados que necesitan una atención son parte interesada en la calidad del servicio. También lo son las personas de su entorno cercano, otros afiliados que no han consumido el servicio y en el contexto de problema social que supone una pandemia, es posible afirmar que todo el entorno social espera de la organización una gestión con calidad.

Por lo antes expuesto, es que se entiende porque en el apartado 2.2.5, la norma nos indica como un pilar o punto de apoyo para el cumplimiento de los objetivos de la organización a “la determinación y evaluación de los riesgos y las oportunidades” [14]. Es por ello, que para asegurar un nivel de servicio mínimo esperable por la compañía, en el presente contexto de crisis médica global, la determinación y evaluación de riesgos se vuelve de vital importancia para la empresa así como también permite posicionar a la organización de forma distintiva, siendo esto una oportunidad incluso comercial factible de ser aprovechada.

Podría decirse que entender que se quiere expresar cuando se hace mención al vocablo riesgo, es algo de sentido común. También, es válido expresar que para el Diccionario Español de la Lengua, el riesgo es “contingencia o proximidad de un daño” [15]. Pero es, en el marco del Sistema de Gestión de la Calidad, en que la norma ISO 9000:2015 lo define concisamente como “efecto de la incertidumbre” [16]. El autor debe confesar su inicial predilección por la primera acepción. Por no decir que la segunda lo sorprendió por su brevedad y por lo vaga que le resultó ser en un comienzo.

Un efecto, entiende la norma, “es una desviación de lo esperado” [17]. Sin importar que ello pueda ser positivo o negativo. En tanto, la incertidumbre “es el estado, incluso parcial, de deficiencia de información relacionada con la comprensión o conocimiento de un evento, su consecuencia o su probabilidad” [18]. Se entiende que un riesgo además de tener la capacidad de alejarnos de un escenario deseado, supone cierto grado de falta de información respecto a si mismo, a cuán factible será su ocurrencia y a sus derivados. Por ello, determinar sus consecuencias y probabilidad caracterizan al riesgo y permiten expresarlo como una combinación de éstas.

En un marco más general, podría decirse, como nos muestra la norma ISO 9000:2015, que el riesgo tiene una vinculación directa con el resultado del quehacer de la organización, como se puede apreciar en la figura 9 a continuación. Evaluarlo y contenerlo podrá permitir el cumplimiento de los objetivos de la empresa y así contribuir a alcanzar objetivos y por ende a un éxito sostenible en el tiempo.



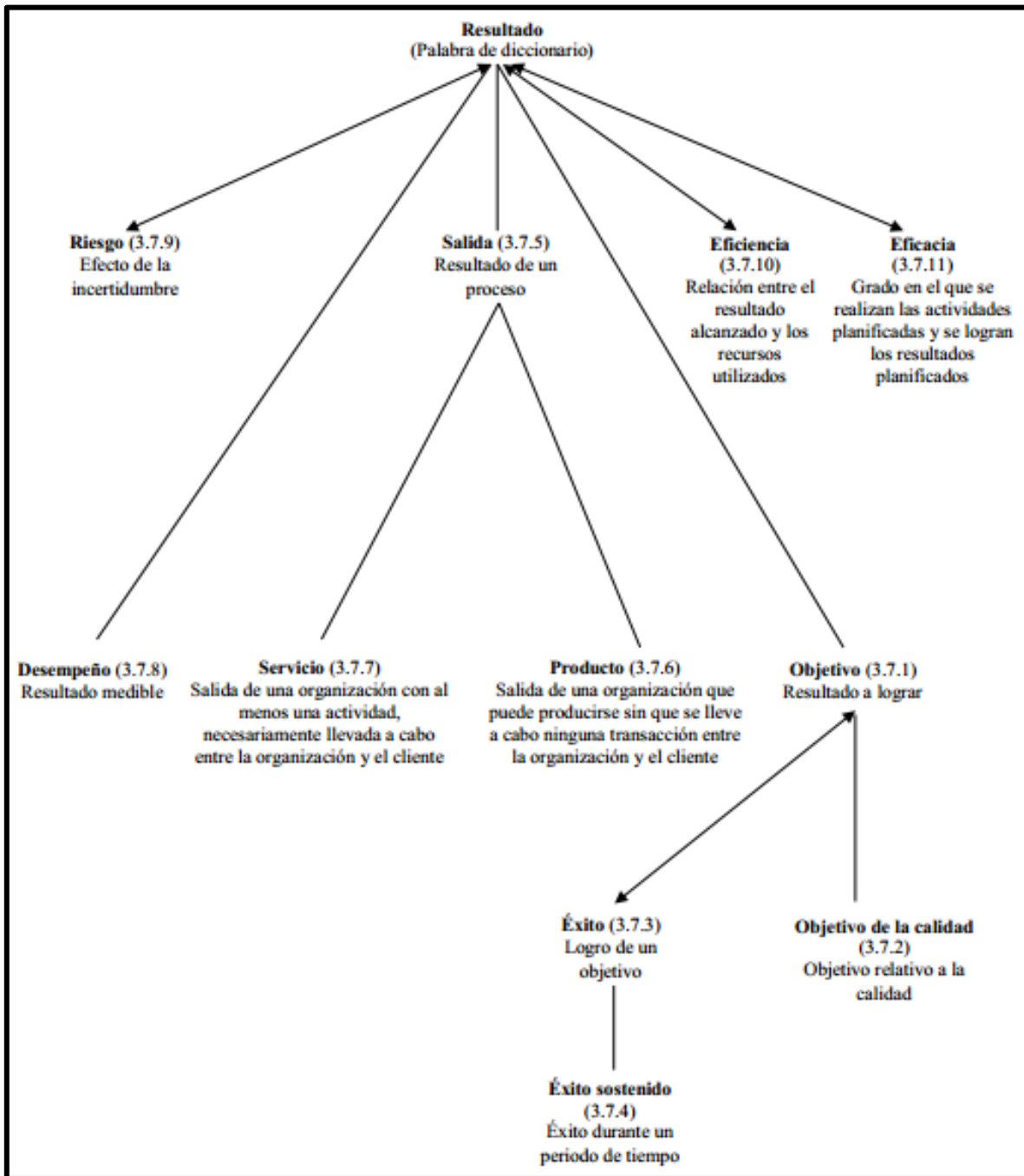


Figura 9 – Conceptos relacionados al resultado y su vinculación con el riesgo. Norma ISO 9000:2015

### Gestión de riesgos dentro del marco de la ISO 9001:2015

La norma ISO 9001:2015 promueve la adopción de un enfoque a procesos al desarrollar, implementar y mejorar la eficacia de un sistema de gestión de la calidad para aumentar la satisfacción del cliente mediante el cumplimiento de requisitos introducidos por este.

El logro de los resultados previstos y la eficacia y eficiencia de la organización para alcanzarlos podría decirse que tiene como cimiento la comprensión y gestión de los procesos. Es con un enfoque en los procesos que se puede asegurar las interrelaciones e interdependencias de los procesos del sistema, de modo de maximizar el desempeño. La gestión de los procesos y el sistema en su conjunto puede alcanzarse utilizando el ciclo PDCA (*Plan, Do, Check, Act* por sus siglas en inglés de planificar, hacer, verificar y mejorar) y desde la versión citada, con un enfoque global de pensamiento basado en riesgos. Como se ve en la figura 10.

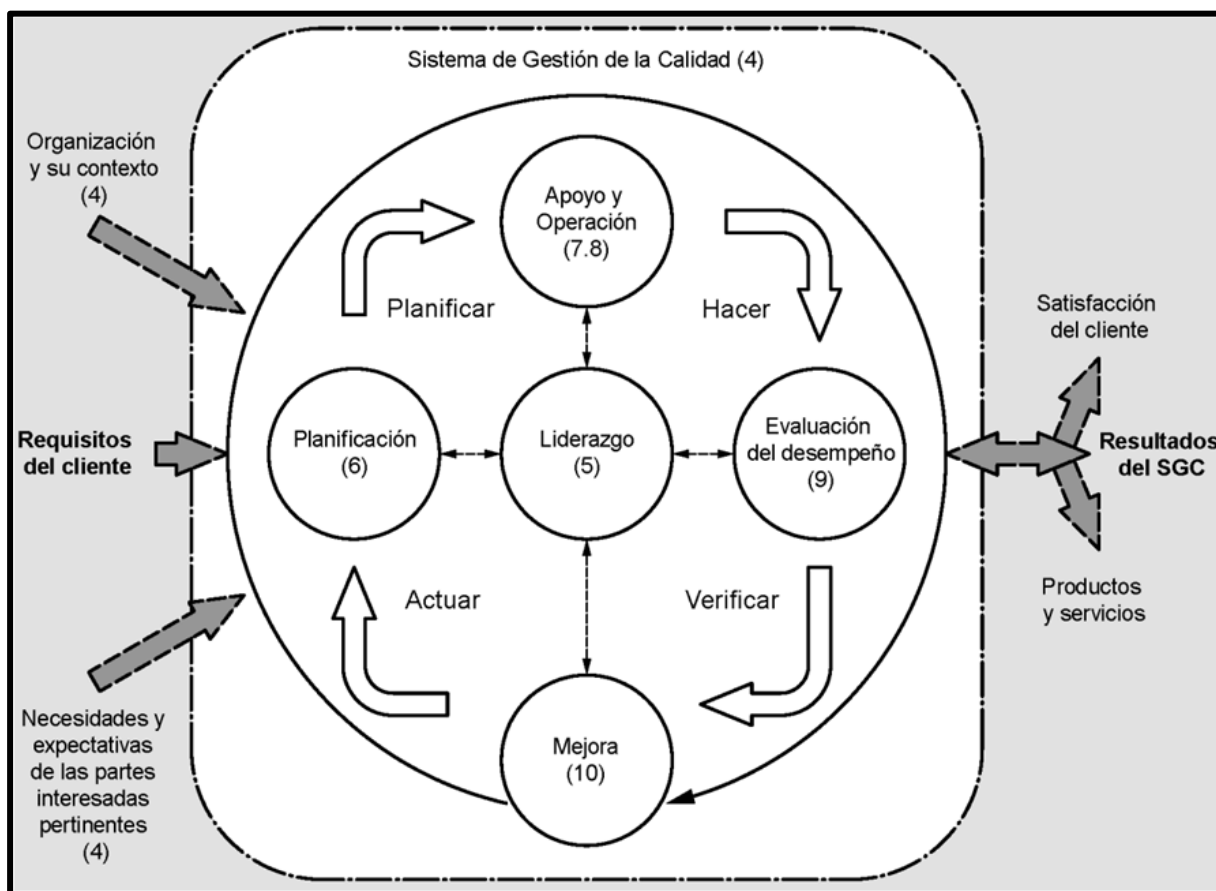


Figura 10 – Ciclo PDCA de la norma ISO 9000:2015

Si bien en ediciones anteriores, la norma proponía el tratamiento de no conformidades potenciales mediante acciones preventivas, el análisis de cualquier no conformidad y acciones apropiadas para evitar recurrencia de no conformidades, es desde la versión 2015 que el pensamiento basado en riesgo y el abordaje del mismo se hace presente de forma clara y explícita. Una organización para estar conforme

con la norma ahora necesita planificar e implementar acciones para abordar los riesgos y las oportunidades.

Es tal la importancia que la norma le da al tratamiento de los riesgos y oportunidades, que dentro del punto 6 de Planificación, incluye en un mismo rango a las acciones de abordaje de éstos (6.1) con por ejemplo la planificación para lograr los objetivos de la calidad (6.2) y con la planificación de los cambios (6.3).

### **Acciones para abordar riesgos y oportunidades**

Abordar tanto los riesgos como las oportunidades podría interpretarse como un trampolín que catapulta a la organización a un aumento de la eficacia de su sistema de gestión de la calidad. No hacerlo en tanto supone alejarse de un escenario de mejores resultados y de mayor prevención de posibles efectos negativos. El abordaje o no es la bisagra entre escenarios de menor o mayor incertidumbre.

Es comprendiendo las necesidades y expectativas de las partes interesadas, así como el contexto en el que se desarrolla la organización, como el de su propia estructura que se deben planificar, considerar y determinar los riesgos y oportunidades que será necesario abordar. Para así asegurar los resultados previstos, aumentar los efectos deseables, reducir y prevenir los no deseados de forma de propiciar la mejora continua.

Evitar un riesgo, asumirlo en pos de una oportunidad mayor, eliminar su fuente, cambiar su probabilidad de ocurrencia o sus consecuencias son opciones de abordaje de los riesgos que la organización necesita tener presente en su sistema de gestión de calidad. Conduciendo de esta manera a la posible implementación de nuevas prácticas, la utilización de nuevas tecnologías y otras maneras viables de satisfacer las necesidades de la misma.

### **Adaptabilidad**

Los desafíos que presenta el enfoque global de pensamiento basado en riesgos, requiere por parte de las organizaciones cierto grado de adaptabilidad ante la aparición en el entorno de la incertidumbre y su consecuente efecto: el riesgo y la oportunidad. Por lo cual, la posibilidad que posea la compañía para planificar e implementar cualquier cambio necesario para asegurar que los procesos cumplan los

resultados previstos será de suma importancia. Sin dejar de tener presente el propósito y consecuencia de los cambios, la integridad general del sistema, la disponibilidad de recursos así como la asignación de responsabilidades.

### **Evaluación del riesgo que supone la pandemia a la empresa**

Volviendo a la inquietud inicial y mejorando la misma ¿Qué sucedería con la calidad del servicio brindado por la compañía a sus clientes y entorno social, si una considerable cantidad de personal médico se enfermara y/o debiera ser aislada en simultáneo a razón de la pandemia de COVID-19? Responder a esta pregunta aportaría luz sobre las consecuencias de dicho riesgo. Evaluar la probabilidad de ocurrencia terminaría por caracterizarlo.

La experiencia acumulada por la empresa a lo largo de estos últimos meses ha mostrado que situaciones de falta de personal pueden y han ocurrido. Por ello es que a partir de cierta cantidad crítica de profesionales médicos no disponibles, comenzarían a quedar forzosamente inoperativas algunas ambulancias. Es decir, el riesgo que el autor pretende caracterizar en el presente proyecto integrador es que la compañía con el personal que disponga, en el marco de la presente pandemia, no pueda servir adecuadamente, de acuerdo a sus propios parámetros de calidad, las atenciones solicitadas por sus afiliados de la ciudad de Córdoba Capital.

### **Consecuencias del riesgo en evaluación**

La consecuencia de que se haga efectivo el riesgo que se evalúa, es precisamente que la empresa no pueda activar los 11 móviles operativos que posee en la ciudad de Córdoba Capital. Llevando esto a una disminución real del Nivel de Servicio brindado por las ambulancias de la compañía. Con el consecuente impacto en la salud de los afiliados que requieran el servicio como así también en la imagen de la organización.

### **Probabilidad de ocurrencia**

Para poder caracterizar correctamente el riesgo que supone para la estructura de ambulancias de la empresa, quedarse sin personal suficiente para brindar el servicio con la totalidad de sus móviles asignados a la ciudad de Córdoba Capital, se pretende poder estimar su probabilidad de ocurrencia.

A la difícil tarea de caracterizar un fenómeno que aún se encuentra en desarrollo, es justo decir que los sistemas de ambulancia similares existentes en el mundo por lo general son públicos y con características no del todo equivalentes. No obstante, la pandemia de COVID-19 enfrenta a todos estos servicios médicos a problemáticas comunes: la disminución de personal disponible por enfermedad y/o aislamiento por ser contacto estrecho, el síndrome de *burnout* o agotamiento de los equipos y el permanente estado de estrés de las estructuras de respuesta médica.

De acuerdo a una nota del CIDRAP (Centro de Investigación y Políticas de Enfermedades Infecciosas por sus siglas en inglés) de la Universidad de Minnesota, una encuesta realizada a profesionales de medicina de urgencia de 89 países revela que el 62% padeció síntomas del síndrome de agotamiento a lo largo de los primeros 2 años de pandemia [19]. En tanto, en la región francesa de Alta Saboya, de acuerdo lo indicado por la Asociación de Transporte Sanitario de Urgencia ATSU74, en la pasada temporada invernal a causa del COVID-19 y otras particularidades regionales enfrentaron una falta de personal de ambulancias del 30% [20].

Un estudio cualitativo enfocado en la gestión de los desafíos relacionados al COVID-19 a los que se enfrentan los servicios de emergencia médica, relevó entre los trabajadores iraníes del sector muestras claras del estado de saturación que presentan. Los participantes indicaron que el estrés y la carga de trabajo durante el brote de la pandemia son abrumadores y la salud laboral del personal está en riesgo. A la vez que se manifestaba la necesidad de planificación integral y sistemática de parte de los gestores [21].

En Febrero de 2021 el sindicato general del Reino Unido (GMB por sus siglas en inglés) indicaba que el 37% del personal de las ambulancias manifestaba haber tenido COVID-19 [22]. En tanto, el Departamento de Salud y Servicios Humanos de Estados Unidos, en su informe de mayo de 2022 [23] sentenciaba que “la pandemia de COVID-19 ha puesto un estrés extremo en el personal de salud de los Estados Unidos, lo que ha provocado escasez de personal, así como un aumento del agotamiento”. A su vez, los hospitales alertaban a dicha entidad sobre la escasez de personal en particular cuando el número de casos general aumenta.

En dicho contexto global y ante la ausencia de datos claros que nos permitan obtener una media razonable de ausencia del personal en simultáneo, el autor aprovecha la disponibilidad de registros de ausentismo a causa del COVID-19 que posee la firma. Uno de los trabajos de gestión que desarrolló la compañía fue llevar un minucioso detalle de los motivos de falta de personal. Por lo cual, a partir de dicha información interna de la empresa es que el autor intentará caracterizar el mencionado riesgo.

En la figura 11 se pueden visualizar los días de aislamiento del personal de la empresa a causa del COVID-19. Los motivos de dicho ausentismo son variados como se puede visualizar y van desde aislamientos preventivos (por viaje o por contacto estrecho) a días de ausencia por enfermedad.

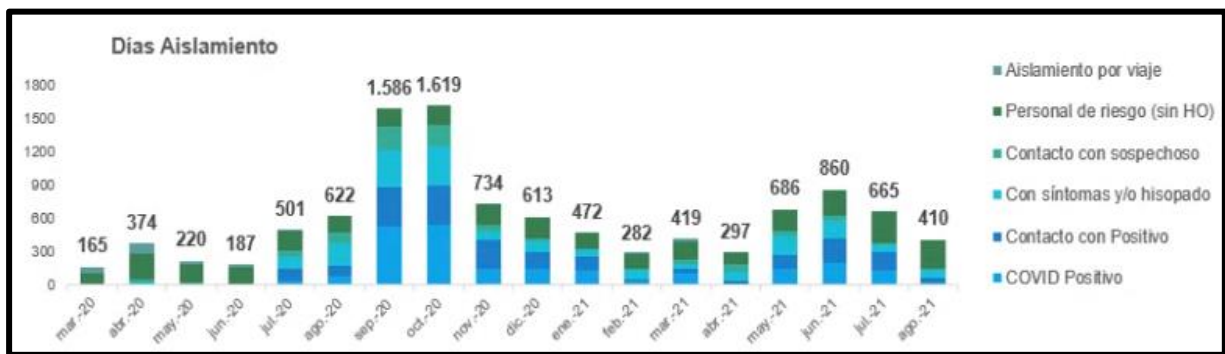


Figura 11 – Días de aislamiento de personal (primeros 18 meses de pandemia)

De lo anterior podemos obtener un porcentaje de “ausentismo COVID-19” a partir de la cantidad de días del mes y del personal afectado. El resumen de dicho análisis se indica a continuación en la figura 12. Es interesante destacar, que los meses más críticos coinciden con las primeras dos olas de la enfermedad que azotaron la ciudad de Córdoba.

	mar-20	abr-20	may-20	jun-20	jul-20	ago-20	sep-20	oct-20	nov-20	dic-20	ene-21	feb-21	mar-21	abr-21	may-21	jun-21	jul-21	ago-21
Ausentismo COVID-19	0,9%	2,1%	1,2%	1,1%	2,8%	3,5%	9,1%	9,0%	4,2%	3,4%	2,6%	1,7%	2,3%	1,7%	3,8%	4,9%	3,7%	2,3%

Figura 12 – Ausentismo por COVID-19 (primeros 18 meses de pandemia)

Para poder estimar la probabilidad de ocurrencia, es necesario conocer en profundidad la necesidad mínima de personal para soportar la estructura actual que posee la compañía. Entendiendo que el presente trabajo busca proponer un plan de

contingencia de rápida y fácil implementación, es que se tomarán por válidos todos los supuestos y las particularidades actuales de la organización. A continuación se indican algunos de ellos.

Inicialmente se debe separar la necesidad de personal en dos grupos: el personal médico y el personal operativo no médico. En esta última categoría están comprendidos los choferes, enfermeros y la figura que realiza ambas tareas, denominada internamente como “*chofermeros*”. En ambos casos será necesario calcular el esquema teórico de horas y guardias acorde a la estructura de móviles. Por otro lado, se analiza la dotación existente. En las siguientes figuras se comienza a vislumbrar lo antes mencionado para el personal médico.

<b>PERSONAL MÉDICO</b>							
<b>Esquema teórico de horas y guardias</b>							
	Móviles	Código	Hs día	Pers/Móvil	Días / Mes	Hs móviles	Hs Personal
<b>Móviles 24hs:</b>			<b>144</b>				
MAC	3	700/702/704	72	1	30,42	2190	2190
MIC	3	501/503/505	72	1	30,42	2190	2190
<b>Móviles 12hs:</b>			<b>60</b>				
MAC	0		0	1	30,42	0	0
MIC	5	506/507/508/509/510	60	1	30,42	1825	1825
<b>Total</b>	<b>11</b>		<b>204</b>			<b>6205</b>	<b>6205 hs</b>

Figura 13 – Esquema teórico de horas y guardias para el personal médico

Como se puede apreciar, en la figura 13, para cada uno de los 11 móviles se necesita de un personal médico. La compañía cuenta con 6 ambulancias de 24 horas que significan una necesidad mensual de personal de unas 4380 horas médicas. En tanto que, las 5 unidades operativas activas medio día requieren de unas 1825 horas médicas al mes. Totalizando una necesidad mensual de 6205 horas médicas. A continuación puede apreciarse la oferta de horas del personal médico de la compañía.

<b>Esquema de dotación</b>					
	HC	Guardias/Mes	Hs/guardia	Hs/mes	Hs totales
Personal MAC/MIC	46	12	12	144	6624
<b>Esquema de dotación contemplando vacaciones y ausentismo</b>					
	HC	Guardias/Mes	Hs/guardia	Hs/mes	Hs totales
Personal MAC/MIC	46	12,0	12	144	6624
Vacaciones / mes:	2,7	*16 días de vacaciones promedio			
Ausentismo:	0,3				50
<b>Real</b>	<b>43,0</b>	<b>12,0</b>	<b>12</b>	<b>144,00</b>	<b>6187</b>

Figura 14 – Esquema de oferta de horas y guardias del personal médico

La empresa cuenta con 46 médicos de ambulancia, cuyo esquema de contratación es de 144 horas mensuales o dicho de otro modo, 12 guardias de 12 horas al mes. Pero como es de suponer, a esas 6624 horas teóricas se le deben descontar las horas de ausentismo. Dentro de las mismas y debido a la antigüedad promedio de los médicos al momento de la pandemia, se tiene que el período de vacaciones medio de dicho personal es de 16 días. Lo cual supone que cada mes la empresa tiene de vacaciones a 2,7 médicos. A ello se le suman unas 50 horas de ausencia por otros motivos varios.

Finalmente puede verse en la figura 14 que en un mes promedio, la empresa cuenta con 43 personas netas o reales, las que entregan unas 6187 horas mensuales. Esto es unas 18 horas menos que las requeridas, no obstante, por tratarse de 1,5 guardias al mes, la firma lo gestiona mediante horas extras.

Se parte del supuesto de que no es factible incorporar personal ni aumentar el esquema de horas extras en demasía. Esto es válido para una situación de extrema emergencia en un mes puntual. En este contexto, la única herramienta de la que podría disponer la organización sería suspender las vacaciones prevista para dicho período. En dicho hipotético escenario, el personal médico tiene un margen operativo del 5,8%. En otras palabras, sería factible para la estructura médica absorber un ausentismo extra del mencionado valor. Debe notarse que en septiembre y octubre de 2020 se superó ese umbral.



<b>PERSONAL OPERATIVO NO MÉDICO</b>							
<b>Esquema teórico de horas y guardias</b>							
	Móviles	Código	Hs día	Pers/Móvil	Días / Mes	Hs móviles	Hs Personal
<b>Móviles 24hs:</b>			<b>144</b>				
MAC	3	700/702/704	72	2	30,42	2190	4380
MIC	3	501/503/505	72	1	30,42	2190	2190
<b>Móviles 12hs:</b>			<b>60</b>				
MAC	0		0	2	30,42	0	0
MIC	5	506/507/508/509/510	60	1	30,42	1825	1825
<b>Total</b>	<b>11</b>		<b>204</b>			<b>6205</b>	<b>8395 hs</b>

Figura 15 – Esquema teórico de horas y guardias para el personal operativo no médico

Veamos en la figura 15 que sucede con el personal operativo no médico. Para cada uno de los 3 móviles de alta complejidad (MAC) se necesita de 2 personas, mientras que solo se requiere 1 persona por guardia para cada uno de los 8 móviles de intermedia complejidad (MIC). La compañía cuenta con 6 ambulancias de 24 horas que significan una necesidad mensual de personal de unas 6570 horas. En tanto que, las 5 unidades operativas activas medio día requieren de unas 1825 horas al mes. Totalizando una necesidad mensual de 8395 horas. A continuación puede apreciarse la oferta de horas del personal operativo no médico de la compañía.

<b>Esquema de dotación</b>					
	HC	Guardias/Mes	Hs/guardia	Hs/mes	Hs totales
Personal MAC/MIC	53	15,5	12	186	9858
<b>Esquema de dotación contemplando vacaciones y ausentismo</b>					
	HC	Guardias/Mes	Hs/guardia	Hs/mes	Hs totales
Personal MAC/MIC	53	15,5	12	186	9858
Vacaciones / mes:	5,3	*21 días de vacaciones promedio			
Ausentismo:	0,5				100
<b>Real</b>	<b>47,1</b>	<b>15,5</b>	<b>12</b>	<b>186,00</b>	<b>8768</b>

Figura 16 – Esquema de oferta de horas y guardias del personal operativo no médico

El total del personal operativo no médico con el que cuenta la compañía es de 53, cuyo esquema de contratación es de 186 horas mensuales o dicho de otro modo, 15,5 guardias de 12 horas al mes. Totalizando unas 9858 horas teóricas a las que se les debe descontar las horas de ausentismo. Dentro de las mismas y debido a la antigüedad promedio de este personal, se tiene que el período de vacaciones medio

es de 21 días. Lo cual supone que cada mes la empresa tiene de vacaciones a 5,3 personas operativas no médicas. A ello se le suman unas 100 horas de ausencia por otros motivos varios.

Finalmente puede verse en la figura 16 que en un mes promedio, la empresa cuenta con 47 personas netas o reales, las que entregan unas 8768 horas mensuales. Esto es unas 373 horas más que las requeridas, es decir 1 guardia extra al día de ociosidad. Este extra costo, la empresa lo tiene asumido, dado que lo utiliza para capacitación y formación de los futuros “chofermeros”, aumentando así la polivalencia del personal mes a mes. A su vez, utiliza esporádicamente algunas de esas horas con fines relacionados a la logística de los insumos médicos y farmacológicos que exceden al presente proyecto integrador.

Se parte nuevamente del supuesto de que no es factible incorporar personal ni aumentar el esquema de horas extras en demasía. Esto es válido para una situación de extrema emergencia en un mes puntual. En este contexto, la única herramienta de la que podría disponer la organización sería suspender las vacaciones prevista para dicho período. En dicho hipotético escenario, el personal no médico tiene un margen operativo del 10%. En otras palabras, sería factible para la estructura médica absorber un ausentismo extra del mencionado valor. Debe notarse que en ningún momento se superó dicho umbral en los 18 meses de análisis.

Finalmente, debe entenderse que la restricción la presenta la estructura médica y no así el personal operativo no médico. Debe suponerse, ya que no existe nada que indique lo contrario, que el ausentismo debido al COVID-19 será semejante en ambas categorías de personal. Por lo tanto, ya que en 2 de los 18 meses se superó el umbral de 5,8% en concepto de ausentismo, se entiende que en el 11% de los primeros meses de la pandemia el riesgo existió. En otras palabras, la empresa podría quedarse sin personal suficiente para brindar el servicio con la totalidad de sus móviles asignados a la ciudad de Córdoba Capital, con una probabilidad del 11%.

El autor entiende que, si bien dicha probabilidad puede ser considerada baja, la misma no es inexistente y por consiguiente supone una incertidumbre operativa importante. A su vez, debido a que la pandemia es un fenómeno en curso de muy

difícil estimación futura, el autor considera necesario desarrollar un plan de contingencia para el riesgo en análisis.

### **Análisis modal de fallos o efectos**

Para pensar dicho análisis en el marco de la ISO 9001:2015, es justo mencionar que la compañía posee certificación solo en el proceso de mantenimiento de sus ambulancias. Esto es así, por ser un proceso que asegura la disponibilidad de uno de los recursos clave para brindar su principal servicio de emergencias y urgencias médicas. No obstante, como no todo el proceso está certificado, el autor considera adecuado realizar para la operación de asignación del personal de ambulancias un Análisis Modal de Fallos o Efectos (AMFE). El mismo permitirá evaluar preventiva y correctamente el riesgo en cuestión.

En esta instancia es menester mencionar que el citado análisis es un método proactivo para descubrir posibles fallos en los procesos, con el fin de evitar que se produzcan o bien mitigar su efecto averiguando dónde pueden producirse y determinando su impacto. El enfoque sistemático del AMFE para identificar y abordar las causas de los fallos puede ayudar a mejorar la calidad y la fiabilidad del servicio, así como aumentar la satisfacción del cliente.

Para la confección del presente análisis, se utilizó como guías para la evaluación y ponderación en cuanto a severidad, ocurrencia y detección las tablas guías que se observan en el Anexo, en el apartado de título “Tablas guías para AMFE” de páginas 122, 123 y 124 del Proyecto Integrador. Las mismas son tablas en español alineadas con la ASQ (*American Society for Quality*, por sus siglas en inglés correspondientes a Sociedad Estadounidense para la Calidad).

EMPRESA DE SERVICIOS DE URGENCIAS Y EMERGENCIAS MÉDICAS		FORMULARIO					
Requisito según 6.1 de ISO 9001:2015		AMFE					
FOR CAL 001 - 00		Fecha de Emisión: 13/03/2023	Página: 1 de 1				
		Fecha de Revisión: 13/03/2023					
ANÁLISIS DE MODO Y EFECTO DE LAS FALLAS							
Numero de proyecto	PRODUCTO PROCESO	OPERACIONES					
		Proceso afectado	ACTIVACIÓN DE AMBULANCIAS OPERATIVAS				
001	X	JUAN MANUEL TORRAS	JUAN MANUEL TORRAS				
Responsabilidad	Lider del proyecto	Preparado por					
Fecha clave	Fecha amfe Original	13/03/2023	13/03/2023				
	Ultima version						
Función del proceso	Modo de falla potencial	Efecto(s) de la falla potencial	Causa/mecanismo de la falla	D E T E R M I N A N T E S	Acciones recomendadas	Responsabilidad	Resultado de acciones
							Acciones tomadas
1. Activación del personal operativo no médico	Demora del personal para activar los móviles necesarios para mantener el INS.	No poder activar los móviles necesarios para mantener el INS.	No disponer del personal necesario impide a la empresa asegurar la activación de los móviles necesarios para asegurar un nivel mínimo de NS.	2	Marcación en bases operativas con huella. Sistema de incentivos por puntualidad. Evaluación de desempeño anual.	1 18	
	Ausencia por aislamiento o enfermedad por COVID-19	No poder activar los móviles necesarios para mantener el INS.	No disponer del personal necesario impide a la empresa asegurar la activación de los móviles necesarios para asegurar un nivel mínimo de NS.	7	Relevamiento diario del coordinador del personal no médico y semanal de RRHH.	2 125	Elabora plan de contingencia que permita identificar que ambulancias serían las menos perjudiciales no activar.
2. Activación del personal médico	Demora del personal para activar los móviles necesarios para mantener el INS.	No poder activar los móviles necesarios para mantener el INS.	No disponer del personal necesario impide a la empresa asegurar la activación de los móviles necesarios para asegurar un nivel mínimo de NS.	2	Marcación en bases operativas con huella. Sistema de incentivos por puntualidad. Evaluación de desempeño anual.	1 18	
	Ausencia por aislamiento o enfermedad por COVID-19	No poder activar los móviles necesarios para mantener el INS.	No disponer del personal necesario impide a la empresa asegurar la activación de los móviles necesarios para asegurar un nivel mínimo de NS.	3	Relevamiento diario del coordinador médico y semanal de RRHH.	2 54	

Figura 17 – Análisis modal de fallos y efectos

Como se observa en la figura 17, se analizan por separado el modo de fallo por falta de personal operativo no médico y médico para el proceso de activación de ambulancias. En ambos casos la gravedad es muy alta o crítica, dado que de ocurrir, sin un plan de contingencia, generará con seguridad la insatisfacción de los clientes de la compañía, dado que afectará el NS de la operación de toda la ciudad. Dicha imposibilidad de activación de los móviles necesarios y correspondientes, podría darse por demora del personal o bien por falta del mismo. Notar que en este segundo caso se hace especial atención en el aislamiento o enfermedad por la COVID'19.

En lo que refiere a la ocurrencia, es baja para los casos de demora del personal, se pondera con 2. En tanto que, por lo antes visto, la falta de personal operativo no médico tendrá una probabilidad de ocurrencia cercana al 11% (1 en 9), de allí la ponderación de 7. En tanto, para el caso del personal médico, como se observó utilizando alguna estrategia acorde que aproveche la disponibilidad extra actual debería poder contenerse en los valores observados. No obstante, no puede considerarse nula, sino que se supone de frecuencia baja y se pondera con 3.

En cuanto al grado de detección, es casi seguro, valor 1, para el modo de fallo de la demora, dada la gestión que realiza la empresa sobre este punto. En tanto que para lo referido al COVID'19, con controles e hisopados regulares es factible detectar a tiempo la aparición de dicho modo de falla y en caso de tenerlo definido desplegar un plan de contingencia. Por lo tanto la detección es muy alta y se pondera con 2.

Finalmente, se arriba al número de prioridad de riesgo (NPR), el cual es el producto de las ponderaciones indicadas en gravedad, ocurrencia y detección. En este caso podemos observar que la ausencia de personal no médico a causa de la COVID'19 alcanza un valor de 126, digno de ser analizado y gestionado. El autor pretende, en el presente Proyecto Integrador, generar un plan de contingencia tal que le permita a la empresa gestionar dicho modo de fallo y reducir el NPR a valores aceptables.

## 7. MODELO Y SUPUESTOS DE CONTINGENCIA

*"Intelligence is the ability to adapt to change"*

*"La inteligencia es la habilidad de adaptarse al cambio" - Stephen Hawking [VIII]*

### Generalidades

La contingencia que el autor propone en el presente trabajo persigue por objetivo disminuir el efecto no deseado de una marcada disminución del Nivel de Servicio ante la imposibilidad de contar con todos los móviles operativos activos. Para ello se tratará de responder estratégicamente la siguiente pregunta ¿Existe una configuración menor de ambulancias que minimice el impacto en el Nivel de Servicio (NS)?

Dicho en otras palabras, el autor pretende indicar cuales serían las bases operativas convenientes a desactivar de surgir el problema planteado en el presente trabajo. Encontrar el camino de menor impacto y determinar la cantidad de móviles posibles de afectar sin que ello suponga una drástica caída del Nivel de Servicio (NS) supone una estrategia de contingencia útil. Siempre teniendo presente que se intenta brindar una primera y rápida respuesta a un escenario complejo generado por la actual pandemia de COVID-19. Otros análisis complementarios podrían aportar contingencias de mediano y largo plazo que requieran otro tipo de recursos.

### Supuestos

El proyecto integrador sustenta la propuesta de plan de contingencia en algunos supuestos. Los mismos son, la no incorporación de personal médico y/o personal no médico de ambulancia por fuera de la dotación actual de la empresa; la no modificación de la estructura en cuanto a esquema horario, tipo de móviles y locaciones físicas. Así mismo, como se inicia con la pandemia en desarrollo, se considerarán algunos tiempos propios del sistema de este período, siendo esto representativo de la situación crítica que se desea simular.

Vale aclarar que el autor pretende entregar un trabajo viable, acorde a la realidad de la empresa y posible de implementar sin que ello genere una complicación en sí mismo. Lo que trata de expresar es que busca un resultado ingenieril, de negocio y por lo tanto, más allá de la existencia de 11 ambulancias, no pretende simular la totalidad de combinaciones posibles que serían  $11!$  (once factorial). Cifra que además

de inalcanzable con los recursos disponibles, contemplaría infinidad de combinaciones que no serían prácticas por no responder a las claves del negocio.

Es otro supuesto válido, la utilización de una de las franjas horarias principales para la estructura móvil de la organización. En particular, la comprendida entre las 10 y las 15 horas. Mediante el estudio del comportamiento de diversos escenarios en dicho rango de horas, el autor podrá llegar a determinar las propuestas de contingencia que pretende entregar el presente trabajo. Esto es posible ya que dicho horario es el de mayor cobertura de la estructura y así mismo de mayor demanda. La compañía cuenta con el 27% de las horas de su estructura disponibles en esas 5 horas de la jornada total.

### **Modelo aplicado**

El presente proyecto integrador parte de una modelización del trabajo de las ambulancias realizado por la empresa a lo largo de los años. Dicho modelado, dada la profunda convicción de la compañía y sus empleados en la búsqueda de la mejora continua, ha ido evolucionando. El autor ha participado en este proceso a lo largo de más de 5 años. La organización alcanzó un punto de inflexión en este proceso de mejora con la implementación de un simulador de la operatoria.

El autor, haciendo uso de la herramienta de simulación pretende modelar el problema, cambiando la función original de dicho medio de análisis. Originalmente, la empresa podía simular escenarios operativos ante la incorporación de nuevas y potenciales bases operativas. En esta ocasión, el autor plantea diversas situaciones posibles ante las que podría enfrentarse la compañía a nivel operativo, para así evaluar cuál o cuáles de ellas supondrían un menor riesgo o dicho de otra forma una menor pérdida de Nivel de Servicio (NS) para el sistema de ambulancias.

Originalmente la empresa despachaba ambulancias en la ciudad de Córdoba teniendo en cuenta los barrios desde el cual se solicitaba la atención. Existían tres opciones de móviles tentativas por la cercanía de las bases operativas a dichos barrios. Toda otra asignación se realizaba primando la distancia a la atención, tratando de reducir la misma. El modelo aplicado al momento de realizar la presente propuesta de contingencia posee otras características.

La ciudad de Córdoba para la empresa está subdividida en 1610 cuadrados sobre una grilla que cubre las áreas pobladas de la ciudad, ver figura 5. Cada atención es geolocalizada y asignada a uno. Las bases operativas también son asociadas a un recuadro puntual. El modelo pretende no solo disminuir la distancia a recorrer por las ambulancias, a partir de minimizar la distancia entre los centros de los mencionados polígonos.

Este modelo, permite optimizar el uso de la estructura. Ya que mediante datos históricos relevantes se tiene en cuenta los tiempos de tránsito hasta las bases y la densidad de atenciones en cada cuadrado, lo cual permite poner a competir a las ambulancias para equilibrar la carga de las mismas.

Este modelo y el simulador de operaciones, permiten llevar a cabo la evaluación de diversos escenarios operativos para la estructura de ambulancias de la compañía en la ciudad de Córdoba Capital. Como ya fue explicado por el autor en el capítulo Servicio, otras variables claves a la hora de modelar y simular son el diagrama horario de las ambulancias, su complejidad operativa, el tiempo entre llamadas, los tiempos de salida, recorrido y atención, el nivel de solicitud de apoyo a otros móviles, la tasa de internación, distribución espacial de las atenciones y complejidad de las mismas.





Universidad  
Nacional  
de Córdoba

FACULTAD DE CIENCIAS EXACTAS, FÍSICAS Y NATURALES  
INGENIERÍA INDUSTRIAL  
ANÁLISIS DE RIESGO EN PROCESO CRÍTICO DE UN SERVICIO DE SALUD  
TORRAS, JUAN MANUEL

## 8. SIMULACIONES

*« Le simulacre n'est jamais ce qui cache la vérité. C'est la vérité qui cache qu'il n'y en a pas. Le simulacre est vrai »*  
*“El simulacro no es lo que oculta la verdad. Es la verdad la que oculta que no hay verdad. El simulacro es verdadero.” Jean Baudrillard [IX]*

### Generalidades

Con el análisis de las próximas simulaciones, el autor busca determinar los escenarios con menor impacto en el Nivel de Servicio (NS), es decir una menor merma de dicho indicador respecto a un escenario base que posea todos los móviles activos de la estructura según sus horarios, locaciones y características médicas.

Se toma para ello algunos parámetros de base comunes a todos los escenarios. En todos los casos se contemplan como fuentes, datos provenientes de la compañía, de atenciones que requirieron ambulancias, solicitadas en la ciudad de Córdoba Capital. Como períodos de interés contemplamos dos, uno de ellos de dos años, para la determinación geográfica de la demanda y otro de un año, para las demás variables asociadas a los tiempos de los subprocesos del servicio y a distintas proporciones de atenciones.

Es importante aclarar, que la distribución geográfica de los afiliados y por ende de la demanda de móviles no se vio afectada en promedio por lo sucedido. En tanto que el segundo, contempla un período de 12 meses de pandemia en los cuales se supone que todas las variables se comportaron aproximadamente igual. El mismo es el comprendido entre el 01 de julio de 2020 y el 30 de junio de 2021.

### Modelado de la simulación

De acuerdo a lo expresado en las primeras secciones del presente trabajo, el autor pretende destacar una importante regla de negocio para el modelado de las simulaciones: en todo momento deben existir al menos 4 móviles y al menos 2 de ellos debe ser móviles de alta complejidad (MAC). Eso supone las siguientes combinaciones posibles, tomando como referencia la complejidad de las ambulancias, dividiéndolas entre complejas (C) o no complejas (NC), como puede verse en la figura 17 a continuación.

<b>Combinaciones</b>	
Sacando h/1 móvil	11
Sacando h/2 móviles	63
Sacando h/3 móviles	193
Sacando h/4 móviles	378
Sacando h/5 móviles	529
Sacando h/6 móviles	595
Sacando h/7 móviles	607

Saco 1 móvil 0 Cy 1 NC	5
Saco 1 móvil 1 Cy 0 NC	6
Saco 2 móviles 0 Cy 2 NC	10
Saco 2 móviles 1 Cy 1 NC	30
Saco 2 móviles 2 Cy 0 NC	12
Saco 3 móviles 0 Cy 3 NC	10
Saco 3 móviles 1 Cy 2 NC	60
Saco 3 móviles 2 Cy 1 NC	60
Saco 3 móviles 3 Cy 0 NC	N/P
Saco 4 móviles 0 Cy 4 NC	5
Saco 4 móviles 1 Cy 3 NC	60
Saco 4 móviles 2 Cy 2 NC	120
Saco 4 móviles 3 Cy 1 NC	N/P
Saco 4 móviles 4 Cy 0 NC	N/P
Saco 5 móviles 0 Cy 5 NC	1
Saco 5 móviles 1 Cy 4 NC	30
Saco 5 móviles 2 Cy 3 NC	120
Saco 5 móviles 3 Cy 2 NC	N/P
Saco 5 móviles 4 Cy 1 NC	N/P
Saco 5 móviles 5 Cy 0 NC	N/P

Saco 6 móviles 0 Cy 6 NC	N/P
Saco 6 móviles 1 Cy 5 NC	6
Saco 6 móviles 2 Cy 4 NC	60
Saco 6 móviles 3 Cy 3 NC	N/P
Saco 6 móviles 4 Cy 2 NC	N/P
Saco 6 móviles 5 Cy 1 NC	N/P
Saco 6 móviles 6 Cy 0 NC	N/P
Saco 7 móviles 0 Cy 7 NC	N/P
Saco 7 móviles 1 Cy 6 NC	N/P
Saco 7 móviles 2 Cy 5 NC	12
Saco 7 móviles 3 Cy 4 NC	N/P
Saco 7 móviles 3 Cy 3 NC	N/P
Saco 7 móviles 4 Cy 2 NC	N/P
Saco 7 móviles 5 Cy 1 NC	N/P
Saco 7 móviles 7 Cy 0 NC	N/P

Figura 18 – Combinaciones posibles de móviles a sacar

Se observa entonces, que es factible teóricamente, desactivar hasta 7 móviles. Pero solamente son posibles algunas de todas las combinaciones, otras no obstante no lo son de acuerdo a la regla de negocio remarcada anteriormente. De igual modo, el autor pretende destacar que en base a lo que se ha analizado previamente, no será requerido simular más allá de la pérdida de 2 ambulancias operativas. Ello implica 63 escenarios a simular, además claro, del escenario de base que se tomará de referencia para poder contrastar los valores de Nivel de Servicio obtenidos.

Para el análisis de los escenarios, si bien el número de servidores es importante, no es el único requisito de información necesario para el modelado de los mismos. Se deben considerar así mismo algunos tiempos, como ser, el tiempo entre llamadas, los subtiempos de respuesta (de despacho, salida de la base operativa y tránsito) y también el tiempo de realización de la atención, ya sea en el domicilio, como el de internación si así lo requiriera la gravedad del cuadro médico. La empresa cuenta con una completa base de datos para nutrirse de dichos guarismos. Es determinante, poder definir los períodos de análisis adecuados.

Para una correcta selección de las fechas, hay que tener en cuenta que se deben sumar otras variables como ser: la distribución de las claves de atención y la distribución geográfica de las llamadas. Habitualmente, para los diversos análisis, la compañía ha utilizado con resultados exitosos un período de al menos 1 año para todos los datos requeridos a excepción del último. Esto posibilita tener presentes los momentos de temporada alta, baja y media de la demanda. No obstante, para el último dato, con el fin de lograr una mayor precisión siempre se ha modelado con información de los últimos 24 meses.

Sin embargo, análisis detallados de la rotación de los afiliados y variaciones del consumo del servicio de los mismos de manera interanual, han mostrado que la distribución geográfica de los llamados no ha cambiado significativamente en los últimos años. Inclusive, en la pandemia, si bien era posible esperar que se generara dicha situación, no se muestra ningún cambio sustancial en este patrón, como se observa en la figura 18. La misma es un mapa de calor del porcentaje de atenciones por polígono, donde se dispusieron los cuadrados de la grilla original sobre una matriz de 20 por 80. A su vez se agrega la media y desviación estándar de dicha distribución para cada año.

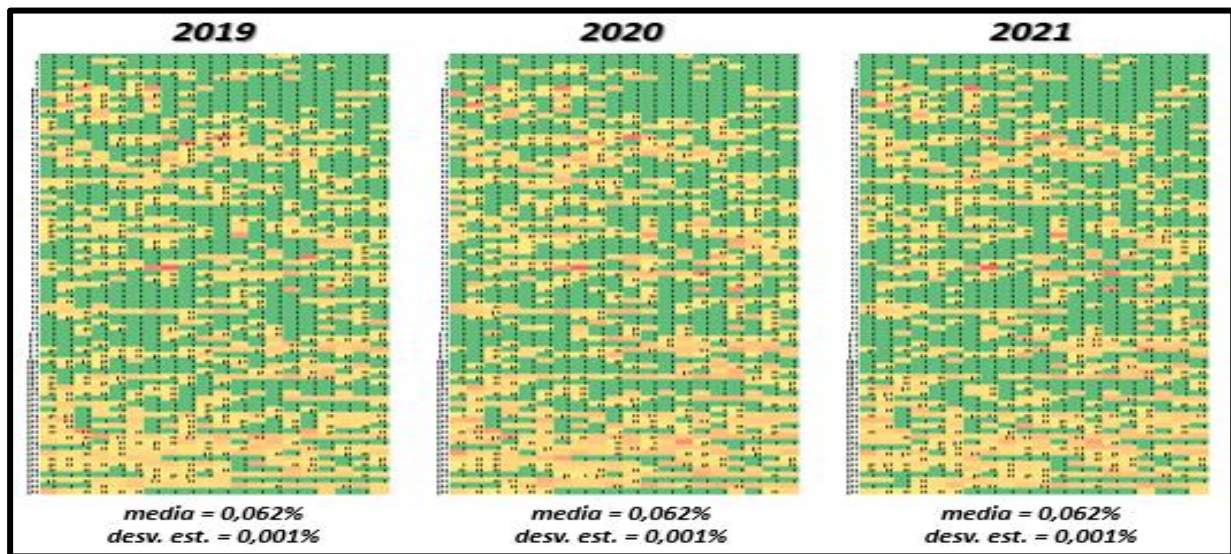


Figura 19 – Distribución de atenciones por polígono y año

Por lo expuesto anteriormente, se emplearán dos períodos para trabajar los datos fuente que permitirán realizar las simulaciones y comparar el escenario base (con todos los móviles activos) de los 63 restantes escenarios posibles (con menos móviles). El período A, que se empleará para casi la totalidad de datos fuentes, será el comprendido entre el 01 de julio de 2020 y el 30 de junio de 2021, es decir un año completo. El período B, que se empleará para la distribución geográfica de las atenciones, será el comprendido entre el 01 de julio de 2019 y el 30 de junio de 2021, es decir dos años completos.

Los períodos A y B permitirán asegurar que las simulaciones sean modeladas con datos de los distintos momentos del año, evitando cualquier tipo de estacionalidad. A su vez, se tratan de períodos representativos de la pandemia, dado que para el caso del período A se encuentra comprendido totalmente en tiempos de pandemia y en el caso del período B el 70% del mismo pertenece a fechas en las que la ciudad de Córdoba se vio afectada por la nombrada situación.

Algunas consideraciones extras sobre el Simulador de Operaciones que el autor considera oportunas mencionar son que el mismo precisa la distribución de atenciones por clave realizadas por móviles. Dichas claves, además de las emergencias y urgencias médicas, pueden ser claves con menor presencia en la estructura de ambulancia como ser claves servidas habitualmente por médicos de atención domiciliaria, no pudiendo estos últimos atenderlas, o bien atenciones en base

o traslados. En la práctica, a lo largo de las simulaciones se hará mención a ellas por su codificación, la cual puede verse en la figura 19.

<b>CLAVE 1:</b>	Emergencia médica
<b>CLAVE 2:</b>	Urgencia médica
<b>CLAVE 3:</b>	Atención médica con prioridad
<b>CLAVE 4:</b>	Atención médica
<b>CLAVE 5:</b>	Traslado
<b>CLAVE 7:</b>	Atención en base

Figura 20 – Claves de atención de móvil presentes en el Simulador de Operaciones

Otro dato que debe ser ingresado al simulador, es el peso de las internaciones en la demanda total. Dicho dato se detalla por clave de atención. Los tiempos de salida promedio por móvil y clave junto con el tiempo de traslado entre los centros de polígonos de las bases operativas con propios de donde provenga el llamado aportarán el tiempo de respuesta promedio. Finalmente, se ingresa también la relación de tiempos de traslados en clave 1 y en clave 2, al mismo se lo llama “factor sirena” y servirá para considerar la mayor agilidad en el traslado que se logra en las clave 1 por el uso de dicho artefacto.

Para el presente trabajo, las simulaciones se concentrarán en una franja horaria puntual, ya que en caso contrario, todo lo antes visto debería desarrollarse para cada una de las 8 franjas horarias, convirtiendo este análisis en impráctico. A su vez, como podrá verse a continuación, es fácil demostrar por volumen de atenciones y por contar con la estructura total, la franja horaria de 10 a 15 horas es óptima para los análisis de esta Proyecto Integrador y los resultados serán útiles y de calidad suficiente como para realizar la toma de decisión de contingencia que se busca.

Franja	CL1	CL2	Total
1a9	2%	14%	16%
9a10	1%	3%	4%
10a15	4%	25%	29%
15a16	1%	4%	5%
16a19	2%	14%	15%
19a21	1%	11%	13%
21a22	1%	5%	6%
22a1	1%	11%	13%
<b>Total</b>	<b>12%</b>	<b>88%</b>	<b>100%</b>

Franja	CL1	CL2	Total
1a9	16%	16%	16%
9a10	5%	4%	4%
10a15	33%	28%	29%
15a16	5%	5%	5%
16a19	13%	16%	15%
19a21	10%	13%	13%
21a22	6%	6%	6%
22a1	12%	13%	13%
<b>Total</b>	<b>100%</b>	<b>100%</b>	<b>100%</b>

Tablas 2 y 3 – Distribución de atenciones de móvil por franja horaria en clave 1 y 2

Como puede verse en las tablas 2 y 3 precedentes, la demanda se centra en dicha franja horaria para el período en cuestión. Para ambas claves en conjunto representa casi un tercio de la demanda total. A su vez, en comparación con la otra franja horaria que posee la totalidad de móviles de la estructura activos, es decir la de 19 a 21 horas, se puede apreciar que el rango temporal seleccionado por el autor más que duplica el peso de la demanda total. El patrón de colores muestra gráficamente que hay un mayor peso de atenciones en clave 2 (Tabla 2) y para cada clave como en total, hay una mayor concentración en la franja de 10 a 15 horas (Tabla 3).

Finalmente, para poder realizar correctamente las simulaciones, es que se hace empleo de sendos parámetros de ajuste de las distintas distribuciones empleadas, como se observa en la figura 20. Para llegar a ellos es que se realizaron las antes indicadas pruebas de bondad de ajuste. Algunos ejemplos del código empleado en R y de los resultados arrojados se pueden observar en el *Anexo*. Estos valores son parte del último de los archivos de entrada de los que se vale el simulador, llamado “gamma” en la simulación realizada.

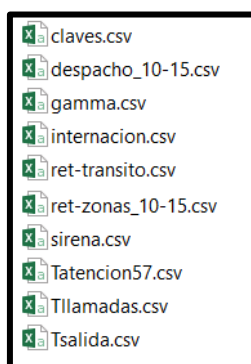


Figura 21 – Archivos origen para la simulación

## Simulación

Por lo narrado previamente, el presente trabajo analizará 64 escenarios. Uno de base, con todos los móviles disponibles y otros 63 con una o dos ambulancias menos. Para lo cual, fue importante trabajar de forma ordenada y secuencial. En los siguientes párrafos, el autor mostrará como trabajó estas simulaciones, cuáles fueron sus archivos de base y los procesos llevados a cabo para poder llegar al resultado final: un plan de contingencia.

000.Para todos	02.C. 503 y 704	02.NCyC. 503 y 509
000.Resultado	02.C. 505 y 700	02.NCyC. 503 y 510
00. Base	02.C. 505 y 702	02.NCyC. 505 y 506
01. 501	02.C. 505 y 704	02.NCyC. 505 y 507
01. 503	02.NC. 506 y 507	02.NCyC. 505 y 508
01. 505	02.NC. 506 y 508	02.NCyC. 505 y 509
01. 506	02.NC. 506 y 509	02.NCyC. 505 y 510
01. 507	02.NC. 506 y 510	02.NCyC. 700 y 506
01. 508	02.NC. 507 y 508	02.NCyC. 700 y 507
01. 509	02.NC. 507 y 509	02.NCyC. 700 y 508
01. 510	02.NC. 507 y 510	02.NCyC. 700 y 509
01. 700	02.NC. 508 y 509	02.NCyC. 700 y 510
01. 702	02.NC. 508 y 510	02.NCyC. 702 y 506
01. 704	02.NC. 509 y 510	02.NCyC. 702 y 507
02.C. 501 y 503	02.NCyC. 501 y 506	02.NCyC. 702 y 508
02.C. 501 y 505	02.NCyC. 501 y 507	02.NCyC. 702 y 509
02.C. 501 y 700	02.NCyC. 501 y 508	02.NCyC. 702 y 510
02.C. 501 y 702	02.NCyC. 501 y 509	02.NCyC. 704 y 506
02.C. 501 y 704	02.NCyC. 501 y 510	02.NCyC. 704 y 507
02.C. 503 y 505	02.NCyC. 503 y 506	02.NCyC. 704 y 508
02.C. 503 y 700	02.NCyC. 503 y 507	02.NCyC. 704 y 509
02.C. 503 y 702	02.NCyC. 503 y 508	02.NCyC. 704 y 510

Figura 22 – Escenarios simulados

En la figura 21 se pueden apreciar los diferentes escenarios. Por un lado existen dos carpetas comunes que tienen información común para todas las simulaciones y la salida final de las mismas. Ellas son “000.Para todos” y “000.Resultado”. Luego se observa el escenario base en “00. Base”. A continuación tenemos carpetas del tipo “01. xxx”, “02.C. xxx y xxx”, “02.NC. xxx y xxx” y “02.NCyC. xxx y xxx”. En todos los casos las “xxx” hacen referencia al código o los códigos de móvil que se encontrarán ausentes en dicha simulación. En tanto que la “C” hace referencia que el móvil es crítico y la “NC” que se trata de uno no crítico.

Dentro de cada una de las 64 carpetas de los escenarios se encuentra el mismo contenido, que es el necesario para generar la simulación, ver figura 22. Tendremos la secuencia de procesadores realizados en Qlikview y sus tablas intermedias, que permiten obtener la tabla de despacho de ambulancias. También los archivos de bases y móviles activos por franja horaria, las coordenadas de los diferentes polígonos y los tiempos de traslado, cuya fuente es *Google Maps*. Asimismo, se observa la carpeta “12. sim####-ver1.2 - F (csv) - PI” donde se encuentra el simulador y los archivos base. Se resguarda el nombre de la compañía por medio del uso del “#”.



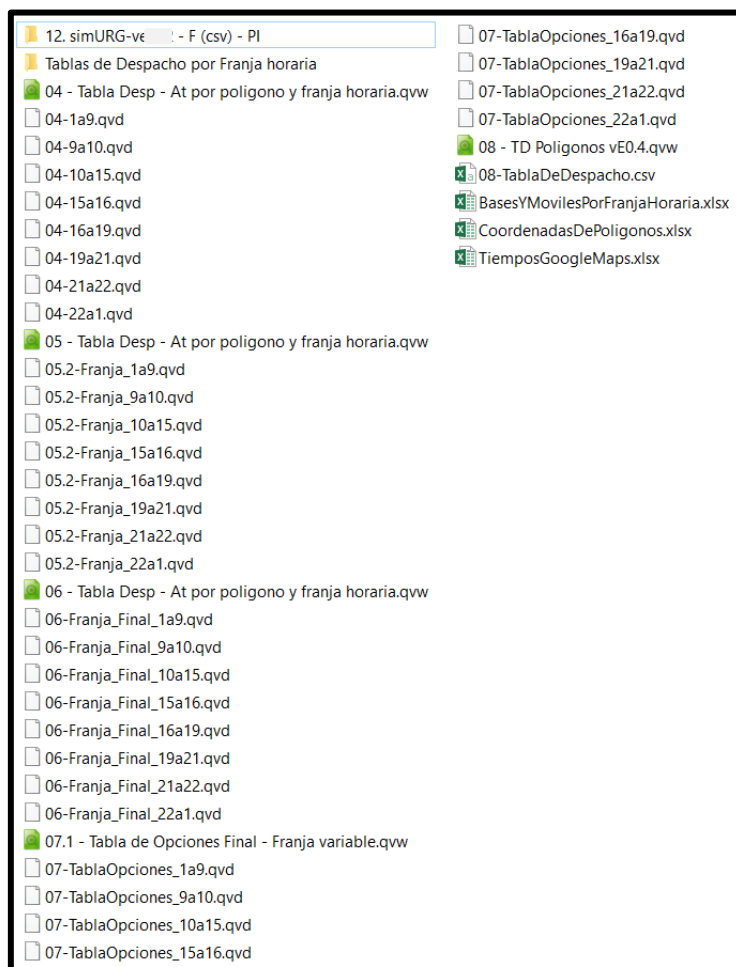


Figura 23 – Procesos para generar la tabla de despacho, archivos bases y carpeta de simulación

La tabla de despacho es la herramienta que utiliza la compañía para determinar en cada atención, cual es la mejor opción de móvil a enviar. El lector, en un primer acercamiento a esta problemática podría pensar que la mejor opción siempre es enviar la ambulancia más cercana. Pero dado que la demanda geoespacial no es homogénea y que las distintas bases operativas tienen una zona de influencia a la cual pueden llegar dentro de los tiempos objetivos y otra a la que no, es importante despachar los móviles buscando un punto medio entre cercanía a la atención y equilibrio de carga asignada a cada unidad de la estructura.

Despachando los móviles siempre por distancia se verifica que aumenta el riesgo de dejar zonas desprotegidas, a las cuales ninguna ambulancia podrá arribar dentro de los tiempos objetivos que define la empresa. La tabla de despacho y la lógica de polígonos en que se divide la ciudad de Córdoba Capital es la estrategia que emplea la compañía para gestionar dicho riesgo y acotarlo.

Para obtener dicha tabla de despacho, se emplea la secuencia de procesadores de Qlikview, varios de los cuales fueron enteramente desarrollados por el autor previo a la realización del presente Proyecto Integrador. Las tareas que realizan estos procesadores permiten modelar los datos hasta llegar a la tabla final. A continuación se indica a grandes rasgos cada uno de ellos.

En el procesador de nivel 04 se toman las atenciones realizadas de móvil para el período en análisis y se cruzan automáticamente con el archivo de coordenadas (puede verse parte del mismo en la figura 23), asignando a cada uno de los polígonos en cuestión un peso de atenciones por franja horaria correspondiente.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
1	Poligono	Centro_Latitud	Centro_Longitud	NOLatitud	NOLongitud	NELatitud	NELongitud	SELatitud	SELongitud	SOLatitud	SOLongitud
2	1	31305094	64195319	31302836	64197949	31302836	64192688	31307351	64192688	31307351	64197949
3	2	31305094	64200583	31302836	64203213	31302836	64197949	31307351	64197949	31307351	64203213
4	3	31305094	64205845	31302836	64208478	31302836	64203213	31307351	64203213	31307351	64208478
5	4	31305094	64211109	31302836	64213741	31302836	64208476	31307351	64208476	31307351	64213741
6	5	31305094	64279528	31302836	64282157	31302836	64276898	31307351	64276898	31307351	64282157
7	6	31305094	64284791	31302836	64287420	31302836	64282161	31307351	64282161	31307351	64287420
8	7	31305094	64290054	31302836	64292684	31302836	64287424	31307351	64287424	31307351	64292684
9	8	31305094	64295318	31302836	64297947	31302836	64292688	31307351	64292688	31307351	64297947
10	9	31305094	64300582	31302836	64303211	31302836	64297952	31307351	64297952	31307351	64303211
11	10	31305094	64305845	31302836	64308474	31302836	64303215	31307351	64303215	31307351	64308474

Figura 24 – Archivo de coordenadas de polígonos

En el procesador de nivel 05 se agregan a la lógica los tiempos de traslado entre el centro del polígono en el cual está la base operativa de cada móvil y el centro de cada uno de los demás polígonos. Asimismo, se indica la estructura disponible para cada franja horaria y luego, mediante un proceso iterativo se calcula para cada polígono en cada franja horaria, el orden de los móviles según sea su tiempo de traslado, de menor a mayor. Puede verse en la figura 24 parte del código en lenguaje de Qlikview empleado para realizar lo antes expuesto.

```

For i = 1 to 8
  For j = 1 to 1610
    NoConcatenate
    Final_i:
    LOAD *,
      RowNo() AS Orden
    Resident PreBase
    Where NroFranja= $(i)
    and Poligono= $(j)
    ;

    STORE Final_i into 05-Franja_$(i)_Poligono_$(j).qvd (qvd);
    DROP Tables Final_i;

  NEXT
NEXT
DROP Table PreBase;

```

Figura 25 – Extracto del código del procesador 05 de la Tabla de Despacho

En el procesador de nivel 06 se determina para cada móvil y polígono si los tiempos de traslado estarían dentro de los objetivos definidos por la empresa o no. Se puede ver un extracto del mismo en la figura 25. Luego se verifica para cada polígono cuantos móviles podrían llegar a tiempo. De esta manera, se obtiene una idea de si dicho polígono está en una zona de intersección de una o varias bases operativas o bien si por el contrario se encuentra en una zona alejada del ejido urbano respecto de dichas bases.

```

Franja:
LOAD NroFranja,
  Poligono AS POLIGONO,
  Sectores AS Sector,
  Round(Atenciones) AS Atenciones,
  Franja,
  Tiempo,
 CodigoDeMovil AS Movil,
  CodigoDeBase,
  DescripcionDeBase,
  Activa,
  Fila,
  IF(Tiempo<='10',1,0) AS Atiempo,
  Orden AS Opcion
FROM 05.2-Franja_10a15.qvd (qvd);

Left Join
LOAD POLIGONO,
  IF(SUM(Atiempo)>='3',3,SUM(Atiempo)) AS Interseccion
Resident Franja
Group By POLIGONO;

STORE Franja into 06-Franja_Final_10a15.qvd (qvd);
DROP Table Franja;

```

Figura 26 – Extracto del código del procesador 06 de la Tabla de Despacho

En el procesador de nivel 07 es donde finalmente se logra el equilibrio buscado entre distancia a recorrer por el móvil y carga de atenciones del polígono en cuestión. Se utilizan diversas estrategias definidas por la compañía. Para las zonas a las que

ningún móvil llegará en el tiempo objetivo (las menos en la ciudad), se despachará por distancia. Para las zonas a las que solo un móvil llegará a tiempo se enviará primero dicha ambulancia y el sector luego pasará a aplicar la lógica anterior. Para el caso de las zonas con dos o más móviles posibles de ser enviados se despachará según el que tenga menor carga de atenciones según los polígonos previamente asignados.

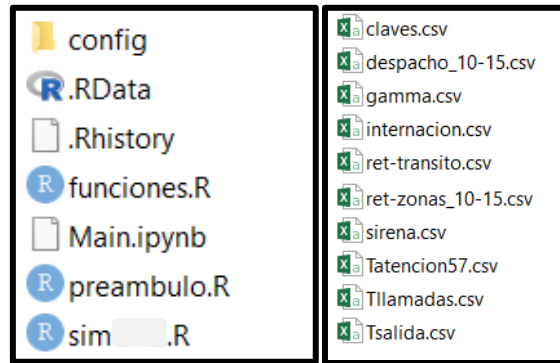
Finalmente, obtendremos la tabla de despacho para cada franja horaria. En la figura 26 a continuación se puede ver un ejemplo de la misma para el rango horario de 10 a 15 horas se utiliza para el proceso de simulación del presente trabajo, no obstante, el lector debe saber que la herramienta se desarrolló para generar la tabla de despacho para toda franja horaria. La columna "0" a la izquierda posee los 1610 cuadrados vistos en la figura 5, en tanto que las demás columnas correspondientes a los móviles indican la prioridad de asignación de las atenciones. Por ejemplo, el móvil 700 será la primera opción, de estar disponible, ante una atención del recuadro 1.

Franja 10a15												
0	Movil	501	503	505	506	507	508	509	510	700	702	704
1		10	7	6	9	5	11	4	3	1	2	8
2		11	7	6	9	5	10	4	2	1	3	8
3		11	7	6	9	5	10	4	2	1	3	8
4		11	7	6	9	5	10	4	2	1	3	8
5		11	7	3	9	6	10	5	1	2	4	8
6		11	7	3	9	6	10	5	1	2	4	8
7		11	7	3	9	6	10	5	1	2	4	8
8		11	7	2	9	6	10	5	1	3	4	8
9		11	6	2	10	7	9	5	1	3	4	8
10		11	6	2	10	7	9	5	1	3	4	8
11		10	8	7	9	3	11	4	5	1	2	6
12		10	7	6	9	3	11	5	4	1	2	8
13		10	7	6	9	3	11	5	4	1	2	8
14		10	7	6	9	5	11	4	3	1	2	8
15		10	7	6	9	5	11	4	3	1	2	8
16		10	7	6	9	5	11	4	3	1	2	8
17		10	7	6	9	5	11	4	3	1	2	8
18		11	7	6	9	5	10	4	2	1	3	8

Figura 27 – Ejemplo de Tabla de Despacho para la franja horaria de 10 a 15hs

Con dichas bases ya listas, es momento de ingresar dentro de cada una de las carpetas del simulador de cada escenario. En las mismas, como nos muestra la figura 27 a continuación, se encuentran todos los archivos del Simulador de Operaciones de

la compañía así como la carpeta “*config*” desde la cual se leerán todos los archivos base del escenario en cuestión. Para cada una de las simulaciones, es en dicha sección en donde se cargaron los datos, tanto los específicos, como los comunes a todos los escenarios.



Figuras 28 y 29 – Archivos del simulador (izq) y contenido de la carpeta “*config*” (der)

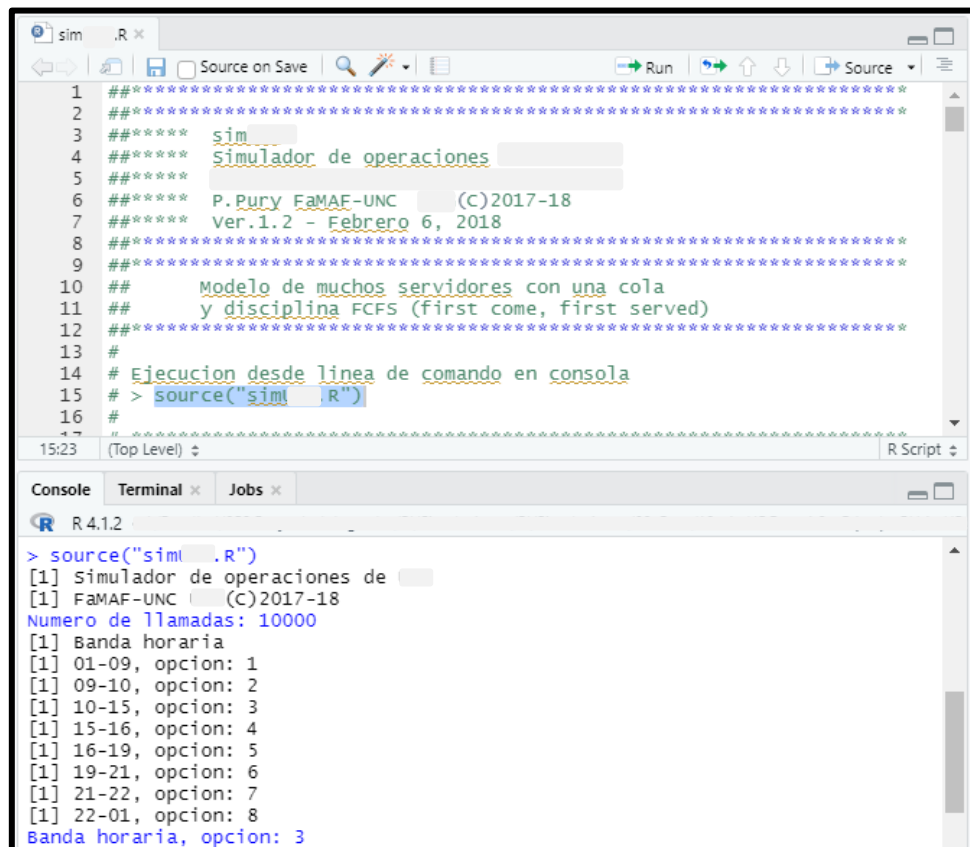
De los diez archivos que se observan en la carpeta “*config*” (figura 28), vale mencionar que, algunos no varían de escenario en escenario y en cambio otros sí se verán afectados por los móviles ausentes. De allí que algunos puedan ser reutilizados en las distintas simulaciones, como el archivo “*gamma.csv*” de parámetros que se observa a continuación en la figura 29 (ver el *Anexo* para más detalles sobre la determinación de los mismo) y otros debieron ser generados a medida. Por ejemplo, la tabla de despacho, antes mencionada, para la franja horaria en cuestión termina conformando el archivo “*despacho\_10-15.csv*”

	A	B	C
1	Tdespach1s,1.68190160199197		
2	Tdespach1r,2.11895101044894		
3	Tdespach2s,0.724551930705369		
4	Tdespach2r,0.482480216874312		
5	Tdespach3s,0.702681937517635		
6	Tdespach3r,0.0322311771764661		
7	Tdespach4s,0.702681937517635		
8	Tdespach4r,0.0322311771764661		
9	TatencI1s,3.40060992688185		
10	TatencI1r,0.0877482541029582		
11	TatencI2s,5.30205103178267		
12	TatencI2r,0.170595825005896		
13	TatencI3s,3.75369860434815		
14	TatencI3r,0.121134054885429		
15	TatencI4s,5.16137359765903		
16	TatencI4r,0.25108777598876		
17	TatencSI1s,6.15429192349766		
18	TatencSI1r,1.95936722794174		
19	TatencSI2s,7.15632187133593		
20	TatencSI2r,1.49080026991206		
21	TatencSI3s,5.57898268158452		
22	TatencSI3r,0.894639686153584		
23	TatencSI4s,5.57898268158452		
24	TatencSI4r,0.894639686153584		

gamma - BH10a15

Figura 30 – Archivo gamma de parámetros

Además de presentar todo el esquema de escenarios y archivos de base es interés del autor adentrarse en el Simulador de Operaciones. Para ejecutar el mismo, se debe abrir el archivo “sim###.R”. Luego se ejecuta y el programa nos pedirá en la consola introducir un número de llamadas. En todas las simulaciones se indicó 10.000. A continuación, también por consola, se pedirá que se determine la banda horaria. Como puede verse la opción 3 se corresponde con la franja de 10 a 15 horas. Tras presionar la tecla “Enter” el programa se ejecutará. Se ilustra lo anterior en la figura 30.



```

1  #####
2  #####
3  #####      sim
4  #####      Simulador de operaciones
5  #####
6  #####      P.Pury FaMAF-UNC      (C)2017-18
7  #####      Ver.1.2 - Febrero 6, 2018
8  #####
9  #####
10 #####      Modelo de muchos servidores con una cola
11 #####      y disciplina FCFS (first come, first served)
12 #####
13 #
14 # Ejecucion desde linea de comando en consola
15 # > source("sim.R")
16 #
17 #####
18 #####
19 #####
20 #####
21 #####
22 #####
23 #####
24 #####
25 #####
26 #####
27 #####
28 #####
29 #####
30 #####
31 #####
32 #####
33 #####
34 #####
35 #####
36 #####
37 #####
38 #####
39 #####
40 #####
41 #####
42 #####
43 #####
44 #####
45 #####
46 #####
47 #####
48 #####
49 #####
50 #####
51 #####
52 #####
53 #####
54 #####
55 #####
56 #####
57 #####
58 #####
59 #####
60 #####
61 #####
62 #####
63 #####
64 #####
65 #####
66 #####
67 #####
68 #####
69 #####
70 #####
71 #####
72 #####
73 #####
74 #####
75 #####
76 #####
77 #####
78 #####
79 #####
80 #####
81 #####
82 #####
83 #####
84 #####
85 #####
86 #####
87 #####
88 #####
89 #####
90 #####
91 #####
92 #####
93 #####
94 #####
95 #####
96 #####
97 #####
98 #####
99 #####
100 #####
101 #####
102 #####
103 #####
104 #####
105 #####
106 #####
107 #####
108 #####
109 #####
110 #####
111 #####
112 #####
113 #####
114 #####
115 #####
116 #####
117 #####
118 #####
119 #####
120 #####
121 #####
122 #####
123 #####
124 #####
125 #####
126 #####
127 #####
128 #####
129 #####
130 #####
131 #####
132 #####
133 #####
134 #####
135 #####
136 #####
137 #####
138 #####
139 #####
140 #####
141 #####
142 #####
143 #####
144 #####
145 #####
146 #####
147 #####
148 #####
149 #####
150 #####
151 #####
152 #####
153 #####
154 #####
155 #####
156 #####
157 #####
158 #####
159 #####
160 #####
161 #####
162 #####
163 #####
164 #####
165 #####
166 #####
167 #####
168 #####
169 #####
170 #####
171 #####
172 #####
173 #####
174 #####
175 #####
176 #####
177 #####
178 #####
179 #####
180 #####
181 #####
182 #####
183 #####
184 #####
185 #####
186 #####
187 #####
188 #####
189 #####
190 #####
191 #####
192 #####
193 #####
194 #####
195 #####
196 #####
197 #####
198 #####
199 #####
200 #####
201 #####
202 #####
203 #####
204 #####
205 #####
206 #####
207 #####
208 #####
209 #####
210 #####
211 #####
212 #####
213 #####
214 #####
215 #####
216 #####
217 #####
218 #####
219 #####
220 #####
221 #####
222 #####
223 #####
224 #####
225 #####
226 #####
227 #####
228 #####
229 #####
230 #####
231 #####
232 #####
233 #####
234 #####
235 #####
236 #####
237 #####
238 #####
239 #####
240 #####
241 #####
242 #####
243 #####
244 #####
245 #####
246 #####
247 #####
248 #####
249 #####
250 #####
251 #####
252 #####
253 #####
254 #####
255 #####
256 #####
257 #####
258 #####
259 #####
260 #####
261 #####
262 #####
263 #####
264 #####
265 #####
266 #####
267 #####
268 #####
269 #####
270 #####
271 #####
272 #####
273 #####
274 #####
275 #####
276 #####
277 #####
278 #####
279 #####
280 #####
281 #####
282 #####
283 #####
284 #####
285 #####
286 #####
287 #####
288 #####
289 #####
290 #####
291 #####
292 #####
293 #####
294 #####
295 #####
296 #####
297 #####
298 #####
299 #####
300 #####
301 #####
302 #####
303 #####
304 #####
305 #####
306 #####
307 #####
308 #####
309 #####
310 #####
311 #####
312 #####
313 #####
314 #####
315 #####
316 #####
317 #####
318 #####
319 #####
320 #####
321 #####
322 #####
323 #####
324 #####
325 #####
326 #####
327 #####
328 #####
329 #####
330 #####
331 #####
332 #####
333 #####
334 #####
335 #####
336 #####
337 #####
338 #####
339 #####
340 #####
341 #####
342 #####
343 #####
344 #####
345 #####
346 #####
347 #####
348 #####
349 #####
350 #####
351 #####
352 #####
353 #####
354 #####
355 #####
356 #####
357 #####
358 #####
359 #####
360 #####
361 #####
362 #####
363 #####
364 #####
365 #####
366 #####
367 #####
368 #####
369 #####
370 #####
371 #####
372 #####
373 #####
374 #####
375 #####
376 #####
377 #####
378 #####
379 #####
380 #####
381 #####
382 #####
383 #####
384 #####
385 #####
386 #####
387 #####
388 #####
389 #####
390 #####
391 #####
392 #####
393 #####
394 #####
395 #####
396 #####
397 #####
398 #####
399 #####
400 #####
401 #####
402 #####
403 #####
404 #####
405 #####
406 #####
407 #####
408 #####
409 #####
410 #####
411 #####
412 #####
413 #####
414 #####
415 #####
416 #####
417 #####
418 #####
419 #####
420 #####
421 #####
422 #####
423 #####
424 #####
425 #####
426 #####
427 #####
428 #####
429 #####
430 #####
431 #####
432 #####
433 #####
434 #####
435 #####
436 #####
437 #####
438 #####
439 #####
440 #####
441 #####
442 #####
443 #####
444 #####
445 #####
446 #####
447 #####
448 #####
449 #####
450 #####
451 #####
452 #####
453 #####
454 #####
455 #####
456 #####
457 #####
458 #####
459 #####
460 #####
461 #####
462 #####
463 #####
464 #####
465 #####
466 #####
467 #####
468 #####
469 #####
470 #####
471 #####
472 #####
473 #####
474 #####
475 #####
476 #####
477 #####
478 #####
479 #####
480 #####
481 #####
482 #####
483 #####
484 #####
485 #####
486 #####
487 #####
488 #####
489 #####
490 #####
491 #####
492 #####
493 #####
494 #####
495 #####
496 #####
497 #####
498 #####
499 #####
500 #####
501 #####
502 #####
503 #####
504 #####
505 #####
506 #####
507 #####
508 #####
509 #####
510 #####
511 #####
512 #####
513 #####
514 #####
515 #####
516 #####
517 #####
518 #####
519 #####
520 #####
521 #####
522 #####
523 #####
524 #####
525 #####
526 #####
527 #####
528 #####
529 #####
530 #####
531 #####
532 #####
533 #####
534 #####
535 #####
536 #####
537 #####
538 #####
539 #####
540 #####
541 #####
542 #####
543 #####
544 #####
545 #####
546 #####
547 #####
548 #####
549 #####
550 #####
551 #####
552 #####
553 #####
554 #####
555 #####
556 #####
557 #####
558 #####
559 #####
560 #####
561 #####
562 #####
563 #####
564 #####
565 #####
566 #####
567 #####
568 #####
569 #####
570 #####
571 #####
572 #####
573 #####
574 #####
575 #####
576 #####
577 #####
578 #####
579 #####
580 #####
581 #####
582 #####
583 #####
584 #####
585 #####
586 #####
587 #####
588 #####
589 #####
590 #####
591 #####
592 #####
593 #####
594 #####
595 #####
596 #####
597 #####
598 #####
599 #####
600 #####
601 #####
602 #####
603 #####
604 #####
605 #####
606 #####
607 #####
608 #####
609 #####
610 #####
611 #####
612 #####
613 #####
614 #####
615 #####
616 #####
617 #####
618 #####
619 #####
620 #####
621 #####
622 #####
623 #####
624 #####
625 #####
626 #####
627 #####
628 #####
629 #####
630 #####
631 #####
632 #####
633 #####
634 #####
635 #####
636 #####
637 #####
638 #####
639 #####
640 #####
641 #####
642 #####
643 #####
644 #####
645 #####
646 #####
647 #####
648 #####
649 #####
650 #####
651 #####
652 #####
653 #####
654 #####
655 #####
656 #####
657 #####
658 #####
659 #####
660 #####
661 #####
662 #####
663 #####
664 #####
665 #####
666 #####
667 #####
668 #####
669 #####
670 #####
671 #####
672 #####
673 #####
674 #####
675 #####
676 #####
677 #####
678 #####
679 #####
680 #####
681 #####
682 #####
683 #####
684 #####
685 #####
686 #####
687 #####
688 #####
689 #####
690 #####
691 #####
692 #####
693 #####
694 #####
695 #####
696 #####
697 #####
698 #####
699 #####
700 #####
701 #####
702 #####
703 #####
704 #####
705 #####
706 #####
707 #####
708 #####
709 #####
710 #####
711 #####
712 #####
713 #####
714 #####
715 #####
716 #####
717 #####
718 #####
719 #####
720 #####
721 #####
722 #####
723 #####
724 #####
725 #####
726 #####
727 #####
728 #####
729 #####
730 #####
731 #####
732 #####
733 #####
734 #####
735 #####
736 #####
737 #####
738 #####
739 #####
740 #####
741 #####
742 #####
743 #####
744 #####
745 #####
746 #####
747 #####
748 #####
749 #####
750 #####
751 #####
752 #####
753 #####
754 #####
755 #####
756 #####
757 #####
758 #####
759 #####
760 #####
761 #####
762 #####
763 #####
764 #####
765 #####
766 #####
767 #####
768 #####
769 #####
770 #####
771 #####
772 #####
773 #####
774 #####
775 #####
776 #####
777 #####
778 #####
779 #####
780 #####
781 #####
782 #####
783 #####
784 #####
785 #####
786 #####
787 #####
788 #####
789 #####
790 #####
791 #####
792 #####
793 #####
794 #####
795 #####
796 #####
797 #####
798 #####
799 #####
800 #####
801 #####
802 #####
803 #####
804 #####
805 #####
806 #####
807 #####
808 #####
809 #####
810 #####
811 #####
812 #####
813 #####
814 #####
815 #####
816 #####
817 #####
818 #####
819 #####
820 #####
821 #####
822 #####
823 #####
824 #####
825 #####
826 #####
827 #####
828 #####
829 #####
830 #####
831 #####
832 #####
833 #####
834 #####
835 #####
836 #####
837 #####
838 #####
839 #####
840 #####
841 #####
842 #####
843 #####
844 #####
845 #####
846 #####
847 #####
848 #####
849 #####
850 #####
851 #####
852 #####
853 #####
854 #####
855 #####
856 #####
857 #####
858 #####
859 #####
860 #####
861 #####
862 #####
863 #####
864 #####
865 #####
866 #####
867 #####
868 #####
869 #####
870 #####
871 #####
872 #####
873 #####
874 #####
875 #####
876 #####
877 #####
878 #####
879 #####
880 #####
881 #####
882 #####
883 #####
884 #####
885 #####
886 #####
887 #####
888 #####
889 #####
890 #####
891 #####
892 #####
893 #####
894 #####
895 #####
896 #####
897 #####
898 #####
899 #####
900 #####
901 #####
902 #####
903 #####
904 #####
905 #####
906 #####
907 #####
908 #####
909 #####
910 #####
911 #####
912 #####
913 #####
914 #####
915 #####
916 #####
917 #####
918 #####
919 #####
920 #####
921 #####
922 #####
923 #####
924 #####
925 #####
926 #####
927 #####
928 #####
929 #####
930 #####
931 #####
932 #####
933 #####
934 #####
935 #####
936 #####
937 #####
938 #####
939 #####
940 #####
941 #####
942 #####
943 #####
944 #####
945 #####
946 #####
947 #####
948 #####
949 #####
950 #####
951 #####
952 #####
953 #####
954 #####
955 #####
956 #####
957 #####
958 #####
959 #####
960 #####
961 #####
962 #####
963 #####
964 #####
965 #####
966 #####
967 #####
968 #####
969 #####
970 #####
971 #####
972 #####
973 #####
974 #####
975 #####
976 #####
977 #####
978 #####
979 #####
980 #####
981 #####
982 #####
983 #####
984 #####
985 #####
986 #####
987 #####
988 #####
989 #####
990 #####
991 #####
992 #####
993 #####
994 #####
995 #####
996 #####
997 #####
998 #####
999 #####
1000 #####

```

Figura 31 – Pantalla del Simulador de Operaciones

Una vez finalizado el proceso, se grabarán los archivos correspondientes. Un PDF con detalles gráficos de la simulación, que no será empleado en el presente trabajo y un archivo del tipo “csv” que nos entregará los guarismos del escenario en cuestión.

Es con todos los archivos de salida generados en las 64 simulaciones, que el autor armó un tablero final mediante la herramienta Qlikview con el que pudo analizar, interpretar y exponer los resultados obtenidos. Para luego poder plantear el plan de contingencia de reducción de móviles requerido. En la figura siguiente se aprecia una muestra de algunos escenarios y el tablero, el que se abordará a continuación junto con los resultados propiamente dichos.

## Resultados

Para cada escenario se simularon unas 10.000 atenciones, totalizando unos 640.000 pedidos médicos recreados. Al terminar con dicho proceso, el autor pudo llegar a los siguientes resultados, los cuales serán presentados por cantidad de móviles a dejar inoperativos y a su vez, por el resultado tanto en clave 2 (figuras 31 y

33) como en clave 1 (figuras 30 y 32) para dichas simulaciones. Las figuras que se muestran a continuación son extractos del tablero armado a tal fin. En el mismo se puede ver el Nivel de Servicio (NS) general para el escenario base (o escenario “Esc00”) y para las demás simulaciones.

NS Gral.		Criticidad												
Escenario	NS General	Escenario	Movil	Móvil crítico					Móvil no crítico					
				501	503	505	700	702	704	506	507	508	509	510
Esc00	74,9%	Esc00		60%	69%	88%	86%	76%	85%	66%	62%	84%	66%	77%
Esc01	71,3%	Esc01		-	75%	81%	85%	77%	78%	54%	66%	62%	64%	77%
Esc02	72,2%	Esc02		58%	-	87%	86%	72%	74%	70%	65%	68%	70%	77%
Esc03	72,2%	Esc03		63%	64%	-	82%	72%	84%	71%	71%	78%	69%	61%
Esc04	67,7%	Esc04		60%	46%	64%	-	71%	85%	66%	66%	83%	58%	51%
Esc05	70,8%	Esc05		58%	66%	87%	66%	-	85%	64%	55%	85%	71%	70%
Esc06	67,4%	Esc06		44%	73%	88%	88%	76%	-	50%	61%	80%	66%	77%
Esc07	75,0%	Esc07		53%	67%	88%	86%	79%	82%	-	67%	79%	64%	77%
Esc08	70,9%	Esc08		51%	64%	88%	77%	65%	84%	65%	-	82%	58%	75%
Esc09	71,0%	Esc09		52%	72%	83%	86%	75%	82%	60%	64%	-	63%	77%
Esc10	74,4%	Esc10		58%	67%	90%	75%	70%	83%	69%	68%	85%	-	77%
Esc11	71,2%	Esc11		58%	62%	77%	67%	67%	85%	62%	70%	82%	68%	-

Figura 32 – Resultados en clave 1 con un móvil menos en la estructura

NS Gral.		Criticidad												
Escenario	NS General	Escenario	Movil	Móvil crítico					Móvil no crítico					
				501	503	505	700	702	704	506	507	508	509	510
Esc00	73,9%	Esc00		65%	79%	78%	78%	74%	71%	71%	69%	85%	71%	76%
Esc01	69,3%	Esc01		-	78%	75%	78%	73%	64%	59%	67%	61%	71%	76%
Esc02	71,4%	Esc02		64%	-	73%	76%	74%	66%	74%	70%	70%	72%	74%
Esc03	70,3%	Esc03		65%	63%	-	74%	70%	71%	74%	71%	76%	74%	63%
Esc04	67,6%	Esc04		62%	57%	61%	-	69%	71%	74%	72%	84%	64%	52%
Esc05	68,9%	Esc05		65%	77%	77%	58%	-	71%	70%	62%	84%	66%	72%
Esc06	68,4%	Esc06		57%	76%	78%	79%	73%	-	56%	65%	82%	68%	76%
Esc07	72,8%	Esc07		62%	77%	78%	78%	74%	70%	-	71%	83%	68%	76%
Esc08	71,3%	Esc08		63%	75%	78%	72%	70%	70%	70%	-	84%	64%	74%
Esc09	70,4%	Esc09		61%	73%	73%	78%	74%	70%	68%	69%	-	66%	75%
Esc10	72,4%	Esc10		64%	78%	76%	72%	70%	70%	72%	70%	84%	-	74%
Esc11	69,9%	Esc11		66%	73%	66%	61%	63%	71%	71%	73%	85%	73%	-

Figura 33 – Resultados en clave 2 con un móvil menos en la estructura



NS Gral.		Criticidad												
Escenario	NS General	Escenario	Movil	Móvil crítico					Móvil no crítico					
				501	503	505	700	702	704	506	507	508	509	510
Esc00	74,9%	Esc00		60%	69%	88%	86%	76%	85%	66%	62%	84%	66%	77%
Esc12	69,1%	Esc12		-	-	81%	85%	73%	75%	58%	60%	59%	64%	76%
Esc13	67,5%	Esc13		-	65%	-	81%	77%	74%	58%	60%	60%	71%	61%
Esc14	64,5%	Esc14		-	47%	63%	-	72%	77%	54%	66%	68%	60%	51%
Esc15	68,2%	Esc15		-	68%	86%	65%	-	75%	56%	64%	69%	68%	70%
Esc16	65,1%	Esc16		-	79%	86%	87%	73%	-	44%	55%	66%	65%	78%
Esc17	65,7%	Esc17		61%	-	-	73%	71%	73%	72%	65%	53%	68%	51%
Esc18	62,6%	Esc18		54%	-	54%	-	46%	75%	69%	70%	68%	70%	47%
Esc19	67,2%	Esc19		52%	-	83%	63%	-	85%	61%	52%	69%	65%	70%
Esc20	64,5%	Esc20		43%	-	87%	86%	70%	-	51%	59%	67%	65%	77%
Esc21	60,4%	Esc21		63%	38%	-	-	45%	84%	65%	67%	73%	66%	41%
Esc22	66,2%	Esc22		57%	56%	-	62%	-	85%	64%	54%	80%	69%	57%
Esc23	63,2%	Esc23		44%	60%	-	82%	74%	-	50%	61%	77%	65%	61%
Esc24	69,1%	Esc24		48%	52%	88%	72%	65%	78%	-	-	77%	62%	77%
Esc25	71,2%	Esc25		45%	71%	81%	85%	78%	81%	-	63%	-	58%	77%
Esc26	69,7%	Esc26		51%	51%	90%	76%	74%	78%	-	55%	78%	-	75%
Esc27	70,3%	Esc27		53%	60%	78%	65%	74%	82%	-	64%	78%	66%	-
Esc28	67,4%	Esc28		49%	71%	83%	75%	65%	81%	61%	-	-	55%	75%
Esc29	68,8%	Esc29		56%	59%	89%	64%	65%	78%	59%	-	87%	-	75%
Esc30	68,0%	Esc30		51%	68%	78%	62%	65%	84%	65%	-	82%	58%	-
Esc31	69,7%	Esc31		46%	70%	82%	74%	71%	81%	63%	69%	-	-	77%
Esc32	67,5%	Esc32		52%	69%	73%	67%	67%	82%	59%	71%	-	62%	-
Esc33	70,8%	Esc33		58%	66%	77%	63%	68%	83%	67%	67%	84%	-	-
Esc34	69,9%	Esc34		-	74%	80%	83%	75%	64%	-	62%	62%	69%	78%
Esc35	67,4%	Esc35		-	69%	80%	78%	65%	76%	53%	-	62%	61%	75%
Esc36	64,6%	Esc36		-	60%	59%	85%	76%	72%	47%	59%	-	58%	77%
Esc37	69,3%	Esc37		-	64%	81%	80%	68%	78%	56%	69%	60%	-	75%
Esc38	68,6%	Esc38		-	76%	66%	67%	68%	78%	53%	72%	62%	72%	-
Esc39	71,0%	Esc39		47%	-	87%	84%	72%	78%	-	63%	66%	70%	77%
Esc40	67,8%	Esc40		55%	-	86%	74%	65%	79%	61%	-	68%	60%	74%
Esc41	64,2%	Esc41		43%	-	56%	84%	72%	70%	63%	66%	-	58%	77%
Esc42	67,9%	Esc42		58%	-	79%	70%	60%	76%	64%	70%	62%	-	73%
Esc43	68,2%	Esc43		51%	-	76%	68%	62%	75%	70%	70%	67%	72%	-
Esc44	69,9%	Esc44		55%	57%	-	80%	75%	83%	-	66%	75%	65%	62%
Esc45	68,2%	Esc45		60%	58%	-	73%	66%	82%	74%	-	79%	56%	60%
Esc46	65,8%	Esc46		50%	58%	-	76%	71%	82%	66%	69%	-	61%	58%
Esc47	66,8%	Esc47		54%	49%	-	75%	65%	82%	69%	70%	72%	-	61%
Esc48	64,9%	Esc48		58%	48%	-	62%	56%	84%	66%	64%	72%	70%	-
Esc49	66,1%	Esc49		53%	47%	64%	-	73%	82%	-	63%	78%	58%	51%
Esc50	63,1%	Esc50		52%	45%	64%	-	60%	84%	64%	-	82%	54%	49%
Esc51	63,5%	Esc51		50%	59%	61%	-	71%	83%	62%	65%	-	54%	51%
Esc52	62,9%	Esc52		55%	48%	57%	-	56%	82%	66%	67%	78%	-	50%
Esc53	63,0%	Esc53		58%	43%	40%	-	65%	85%	66%	66%	83%	52%	-
Esc54	69,4%	Esc54		54%	63%	86%	64%	-	81%	-	57%	80%	70%	69%
Esc55	65,3%	Esc55		58%	59%	86%	52%	-	81%	60%	-	82%	57%	69%
Esc56	66,7%	Esc56		50%	71%	83%	65%	-	83%	61%	54%	-	68%	70%
Esc57	64,6%	Esc57		52%	49%	85%	55%	-	82%	55%	60%	83%	-	66%
Esc58	67,6%	Esc58		58%	60%	75%	57%	-	85%	64%	54%	84%	68%	-
Esc59	62,4%	Esc59		36%	45%	87%	81%	75%	-	-	43%	75%	67%	77%
Esc60	62,3%	Esc60		42%	67%	88%	76%	63%	-	50%	-	75%	56%	75%
Esc61	64,1%	Esc61		41%	71%	81%	87%	75%	-	47%	60%	-	62%	77%
Esc62	65,0%	Esc62		43%	62%	89%	75%	70%	-	54%	62%	79%	-	73%
Esc63	62,6%	Esc63		44%	71%	77%	67%	66%	-	51%	61%	80%	64%	-

Figura 34 – Resultados en clave 1 con dos móviles menos en la estructura

NS Gral.		Criticidad	Móvil crítico							Móvil no crítico				
Escenario	NS General	Escenario	Movil	501	503	505	700	702	704	506	507	508	509	510
Esc00	73,9%	Esc00		65%	79%	78%	78%	74%	71%	71%	69%	85%	71%	76%
Esc12	66,7%	Esc12		-	-	70%	76%	75%	62%	58%	66%	60%	67%	74%
Esc13	66,0%	Esc13		-	65%	-	73%	74%	63%	61%	65%	59%	72%	63%
Esc14	63,3%	Esc14		-	56%	61%	-	69%	64%	59%	70%	68%	63%	52%
Esc15	65,3%	Esc15		-	71%	76%	58%	-	63%	56%	70%	68%	63%	72%
Esc16	64,9%	Esc16		-	73%	77%	78%	73%	-	48%	60%	62%	66%	76%
Esc17	65,8%	Esc17		63%	-	-	66%	72%	66%	73%	69%	56%	68%	52%
Esc18	63,3%	Esc18		63%	-	51%	-	48%	67%	73%	74%	69%	67%	49%
Esc19	65,1%	Esc19		59%	-	71%	56%	-	71%	68%	59%	71%	63%	69%
Esc20	65,7%	Esc20		56%	-	73%	76%	72%	-	56%	63%	67%	67%	74%
Esc21	62,0%	Esc21		65%	51%	-	-	47%	72%	72%	71%	72%	66%	43%
Esc22	65,4%	Esc22		64%	62%	-	56%	-	71%	69%	62%	80%	65%	60%
Esc23	65,3%	Esc23		57%	63%	-	73%	72%	-	56%	65%	78%	68%	63%
Esc24	68,2%	Esc24		60%	65%	77%	69%	70%	66%	-	-	82%	62%	73%
Esc25	69,5%	Esc25		59%	70%	72%	77%	74%	68%	-	69%	-	65%	75%
Esc26	69,1%	Esc26		61%	63%	75%	68%	79%	66%	-	61%	80%	-	74%
Esc27	67,8%	Esc27		62%	70%	66%	59%	71%	70%	-	67%	83%	66%	-
Esc28	67,9%	Esc28		61%	71%	72%	71%	70%	69%	66%	-	-	62%	74%
Esc29	68,4%	Esc29		62%	67%	74%	66%	70%	66%	63%	-	82%	-	72%
Esc30	67,5%	Esc30		63%	70%	66%	57%	68%	70%	70%	-	84%	64%	-
Esc31	68,6%	Esc31		60%	72%	68%	72%	69%	67%	66%	70%	-	-	74%
Esc32	66,4%	Esc32		61%	70%	62%	60%	63%	69%	69%	73%	-	68%	-
Esc33	68,3%	Esc33		64%	72%	62%	58%	68%	70%	70%	69%	84%	-	-
Esc34	67,1%	Esc34		-	74%	76%	76%	73%	54%	-	66%	58%	64%	76%
Esc35	66,6%	Esc35		-	75%	75%	71%	69%	64%	60%	-	60%	61%	75%
Esc36	63,5%	Esc36		-	63%	59%	78%	74%	59%	48%	64%	-	64%	76%
Esc37	67,0%	Esc37		-	69%	71%	70%	69%	64%	61%	69%	62%	-	75%
Esc38	65,6%	Esc38		-	76%	59%	60%	64%	64%	58%	71%	62%	73%	-
Esc39	68,9%	Esc39		57%	-	72%	75%	74%	68%	-	63%	70%	68%	74%
Esc40	67,9%	Esc40		60%	-	72%	69%	69%	69%	69%	-	71%	62%	72%
Esc41	63,6%	Esc41		50%	-	56%	74%	74%	64%	62%	69%	-	57%	71%
Esc42	66,6%	Esc42		63%	-	66%	66%	66%	68%	67%	69%	64%	-	71%
Esc43	67,3%	Esc43		63%	-	61%	59%	62%	66%	75%	72%	70%	74%	-
Esc44	69,0%	Esc44		60%	63%	-	73%	73%	70%	-	71%	77%	68%	63%
Esc45	67,9%	Esc45		64%	63%	-	67%	70%	70%	75%	-	75%	62%	62%
Esc46	66,1%	Esc46		58%	60%	-	71%	71%	69%	70%	71%	-	65%	61%
Esc47	67,3%	Esc47		64%	60%	-	67%	69%	70%	71%	71%	73%	-	61%
Esc48	65,3%	Esc48		66%	55%	-	54%	60%	71%	74%	71%	73%	69%	-
Esc49	65,4%	Esc49		62%	56%	61%	-	68%	69%	-	68%	83%	62%	52%
Esc50	64,5%	Esc50		62%	54%	61%	-	65%	69%	70%	-	83%	60%	51%
Esc51	64,0%	Esc51		60%	61%	57%	-	69%	69%	68%	71%	-	62%	52%
Esc52	64,2%	Esc52		64%	58%	55%	-	57%	69%	71%	70%	79%	-	51%
Esc53	63,0%	Esc53		64%	51%	36%	-	62%	71%	73%	71%	83%	61%	-
Esc54	66,8%	Esc54		62%	71%	77%	56%	-	68%	-	64%	83%	64%	71%
Esc55	62,6%	Esc55		64%	67%	76%	48%	-	67%	64%	-	84%	52%	66%
Esc56	65,5%	Esc56		61%	71%	71%	58%	-	70%	67%	62%	-	64%	72%
Esc57	64,6%	Esc57		60%	65%	75%	52%	-	68%	62%	61%	82%	-	67%
Esc58	65,2%	Esc58		65%	70%	62%	50%	-	71%	69%	61%	84%	65%	-
Esc59	63,4%	Esc59		46%	60%	77%	75%	77%	-	-	45%	76%	60%	75%
Esc60	64,4%	Esc60		55%	70%	77%	73%	66%	-	54%	-	80%	59%	74%
Esc61	65,2%	Esc61		54%	70%	71%	78%	72%	-	53%	64%	-	65%	76%
Esc62	66,4%	Esc62		56%	74%	76%	72%	69%	-	55%	63%	80%	-	74%
Esc63	63,9%	Esc63		56%	71%	66%	61%	66%	-	58%	63%	82%	66%	-

Figura 35 – Resultados en clave 2 con dos móviles menos en la estructura

## Interpretación de los resultados

De los resultados obtenidos, podemos determinar que el primer esquema de contingencia, es decir, dejar inoperativa una ambulancia es factible dado que el descenso de nivel de servicio general no es muy significativo en ninguna de las dos principales claves. El escenario que menos varía respecto al de base es el 07, en el cuál se prescinde del móvil 506, uno de los no críticos, cuya base operativa está

situada en el centro de la ciudad de Córdoba Capital. Como se aprecia en las figuras 33 y 34 en clave 1 no presenta variación respecto al escenario base, en tanto que en clave 2 el nivel de servicio solo desciende un punto porcentual.

En tanto que, la opción de dejar inactivas dos bases operativas, también se interpreta como factible, dado que el menor descenso de nivel de servicio general está en el orden de los 4 puntos porcentuales en ambas claves, algo admisible para la empresa en una situación límite como la planteada. En este caso el escenario para el segundo esquema de contingencia es el 25, en el cual se prescinde de los móviles 506 y 508. Ambos son móviles no críticos.

## 9. CONCLUSIONES

*"...But it's too late to make any improvements now. The universe is finished; the coperstone is on, and the chips were carted off a million years ago..."*

*"... Pero es demasiado tarde para hacer mejoras ahora. El universo está terminado; la piedra de cobre está encendida, y las fichas fueron retiradas hace un millón de años..." Herman Melville - Moby Dick [X]*

En primera medida, el autor del presente Proyecto Integrador (PI) concluye que es factible gestionar el riesgo planteado por la actual pandemia de SARS-COV-2 en la estructura de ambulancias de la empresa en la que ha trabajado. Dado que el riesgo potencialmente existe, ha podido mensurarlo y mediante el esquema de simulaciones ha llegado a un plan de contingencia que da respuesta rápida. Es decir, se dan por contestadas las preguntas iniciales: ¿Qué sucedería si una considerable cantidad de personal médico se enfermara y/o debiera ser aislada en simultáneo? y ¿Existe una configuración menor de ambulancias que minimice el impacto en el Nivel de Servicio?

La propuesta realizada, no busca ser la única solución posible para enfrentar esta problemática. Sin ir más lejos, la compañía llevó a cabo diferentes estrategias en este período de tiempo para brindar soluciones a medida a los desafíos planteados por la enfermedad de COVID 19. No obstante, el autor pudo concluir que el presente trabajo representa una solución de muy rápida implementación y bajo costo. Inclusive, puede ser empleada como una primera respuesta de una serie de planes de mitigación a desplegar.

En lo que respecta al impacto de la contingencia planteada en el análisis modal de fallos y efectos (AMFE), el autor considera que se logra reducir la ocurrencia de encontrarse ante escenarios de descensos críticos del NS, ponderando entonces con un valor de 3 dicha variable. Se arriba entonces, a un NPR de 54 puntos para la falta de personal no médico. Mitigando así el modo de fallo más importante del proceso.

Si bien no era el objeto del presente, es interesante notar que la solución hallada le permite a la empresa tener conocimiento sobre qué bases operativas podrían ser prescindibles ante una necesidad de desinversión en el corto plazo. Asimismo, cada nuevo proyecto que afecte a la estructura de móviles de la compañía, como ser la implementación de algún servicio híbrido, nuevas estrategias de salida u otros, poseen información de importancia que les permitirá hacer pruebas en terreno con la menor afectación al servicio general posible.

Pero por sobre todo, se reafirma que la gestión de riesgos dentro del marco de la gestión de la calidad le permite a una empresa no solo alcanzar el cumplimiento de los objetivos que se plantea, sino que a su vez le posibilita alcanzar el éxito sostenible en el tiempo.

Para finalizar, el autor desea realizar algunas conclusiones a título personal. El presente Proyecto Integrador, es una muestra de que la ingeniería y en especial la ingeniería industrial es aplicable no solo en el marco de un proceso productivo masivo y en serie, sino también en un servicio. Incluso tratándose de un servicio médico de alta criticidad y especificidad.

Mediante este trabajo se puede visualizar como en la realidad profesional actual confluyen conceptos, aprendizajes y herramientas de asignaturas de la carrera como ser: gestión de la empresa, gestión de calidad, gestión de servicios, gestión de proyectos, logística, probabilidad y estadística, simulación, informática y sistemas de información geográfica. Lo que significó para el autor la confirmación de que recorre el camino correcto, ya que lo estudiado a lo largo de la carrera le permite desempeñarse de forma acorde ante los desafíos que supone la vida profesional.

Se podría indicar a su vez, que el presente responde a por lo menos tres de los alcances de la carrera, como son: *dirigir la planificación, organización y operación de actividades industriales, manufactureras y de servicios; planificar, organizar y conducir sistemas de gestión de la calidad; programar y supervisar el sistema logístico*. Aunque también, por la integralidad del mismo, podría citarse incluso: *determinar cantidad y perfiles de puestos de trabajo*, entre otros de los puntos de alcance.

Este Proyecto Integrador a su vez, le permitió al autor interactuar con diversas áreas de la empresa y con colaboradores de distintas jerarquías. Por ser una temática de actualidad supuso un desafío constante y de gran interés, tanto personal como profesional, despertando el mismo entusiasmo en las autoridades de la compañía. Esto supuso no solo mostrar conocimientos técnicos, sino también desarrollar y poner en juego aptitudes blandas o *soft skills* de suma importancia en el ámbito laboral actual. Dicho de otro modo, este trabajo significó un crecimiento profesional y personal.

## ANEXO

“Y es en ese momento que me doy cuenta que todo ha terminado. Cuando te pones a pensar en el principio es porque has llegado al final” – Junot Díaz [X]

### Pruebas de Bondad de Ajuste

De acuerdo a lo expresado en el marco teórico y el modelado de la simulación, el autor considera relevante anexar como ejemplo, el proceso realizado en R Studio para la obtención de los parámetros necesarios para las distintas distribuciones de interés. Como se puede ver en la figura 35 a continuación, a partir de datos de base, se realizaron tres secuencias, llamadas “GoF\_Tatencion.R”, “GoF\_Tdespacho.R” y “GoF\_Tsalida.R”. De los mismos se obtuvieron los parámetros que luego serían reflejados en el archivo “gamma.csv”

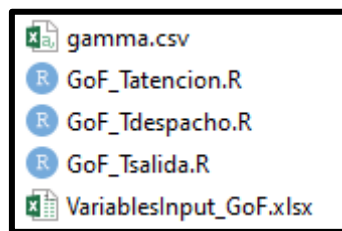


Figura 36 – Archivo base, secuencias GoF y archivo resultado

### Secuencia GoF\_Tatencion.R para franja horaria de 10 a 15 horas

```
> library(readxl)
> library(goftest)
> library(MASS)
> library(dunn.test)
> tests <- function(x){
+   print(paste("sample size =", length(x)))
+   fit.g <- fitdistr(x, "gamma", lower=c(0,0))
+   fit.ln <- fitdistr(x, "log-normal")
+   fit.e <- fitdistr(x, "exponential")
+   print(ks.test(x, "pgamma", shape = fit.g$estimate[1], rate = fit.g$estimate[2]) )
+   print(cvm.test(x, "pgamma", shape = fit.g$estimate[1], rate = fit.g$estimate[2]) )
+   print(ks.test(x, "plnorm", meanlog = fit.ln$estimate[1], fit.ln$estimate[2]))
+   print(cvm.test(x, "plnorm", meanlog = fit.ln$estimate[1], fit.ln$estimate[2]))
+   # print(ks.test(x, "pexp", rate = fit.e$estimate[1]))
+   # print(cvm.test(x, "pexp", rate = fit.e$estimate[1]))
+ }
```



values	
aux	logi [1:20756] TRUE TRUE TRUE TRUE TRUE TRUE ...
bx	num [1:11] 0 10 20 30 40 50 60 70 80 90 ...
grid	num [1:201] 0 0.5 1 1.5 2 2.5 3 3.5 4 4.5 ...
i	4L
int	"No"
j	4L
TatencionNo1	num [1:910] 114.5 57.5 44.6 34.1 55.7 ...
TatencionNo2	num [1:15101] 77 81.9 141.4 40.9 40.9 ...
TatencionNo3	num [1:1705] 75.9 68.6 27.1 39.8 20.5 ...
TatencionNo4	num [1:363] 63.3833 66 80.15 13.6667 0.0333 ...
Tatencionsi124	num [1:2510] 44.8 76.6 117.7 116.3 76.9 ...
Tatencionsi3	num [1:167] 51.6 54 31.5 64.8 38 ...

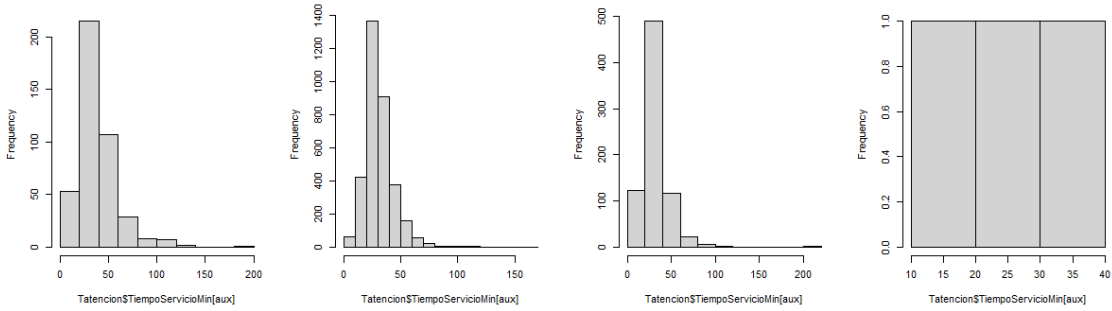
```
> dat_Tatencion <- read_excel("VariablesInput_GoF.xlsx", sheet =10, col_types = c("text","text", "text","text", "numeric"))
> summary(dat_Tatencion)
FinRecepcionDeLlamadaOriginal CodigodeClaveDeAtencion Internacion
Length:5589                    Length:5589          Length:5589
Class :character                Class :character    Class :character
Mode :character                 Mode :character     Mode :character
```

```
TiempoServiciook TiempoServicioMin
Length:5589      Min. : 0.0312
Class :character 1st Qu.: 24.1931
Mode :character  Median : 32.5091
                  Mean : 43.8350
                  3rd Qu.: 49.7693
                  Max. : 327.5132
```

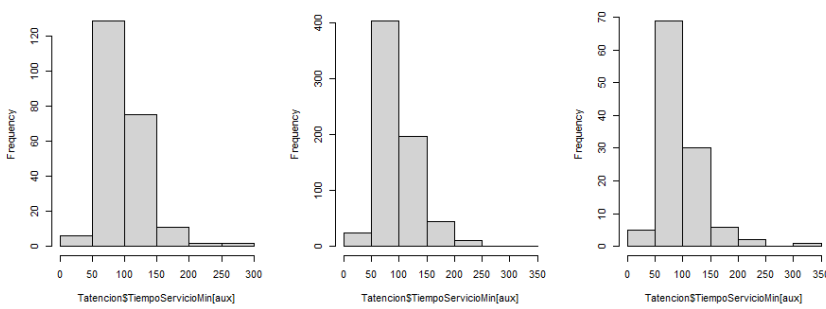
```
> Tatencion <- dat_Tatencion[,c(2,3,5)]
> Tatencion$CodigoDeClaveDeAtencion <- as.factor(Tatencion$CodigoDeClaveDeAtencion)
> Tatencion$Internacion <- as.factor(Tatencion$Internacion)
> aggregate(Tatencion$TiempoServicioMin, by = list(Tatencion$CodigoDeClaveDeAtencion, Tatencion$Internacion), FUN = mean)
  Group.1 Group.2 x
1      1      No 38.75417
2      2      No 31.07962
3      3      No 30.98799
4      4      No 20.55606
5      1      Sí 97.04342
6      2      Sí 98.13760
7      3      Sí 96.35181
> aggregate(Tatencion$TiempoServicioMin, by = list(Tatencion$CodigoDeClaveDeAtencion, Tatencion$Internacion), FUN = length)
  Group.1 Group.2 x
1      1      No 422
2      2      No 3382
3      3      No 759
4      4      No 3
5      1      Sí 225
6      2      Sí 685
7      3      Sí 113
```

```
> par(mfrow=c(2,4))
> for (j in 1:2){
+ for (i in 1:4){
+
+   int <- levels(Tatencion$Internacion)[j]
+   aux <- Tatencion$CodigoDeClaveDeAtencion == i & Tatencion$Internacion == int
+   hist(Tatencion$TiempoServicioMin[aux])
+ }
+ }
```

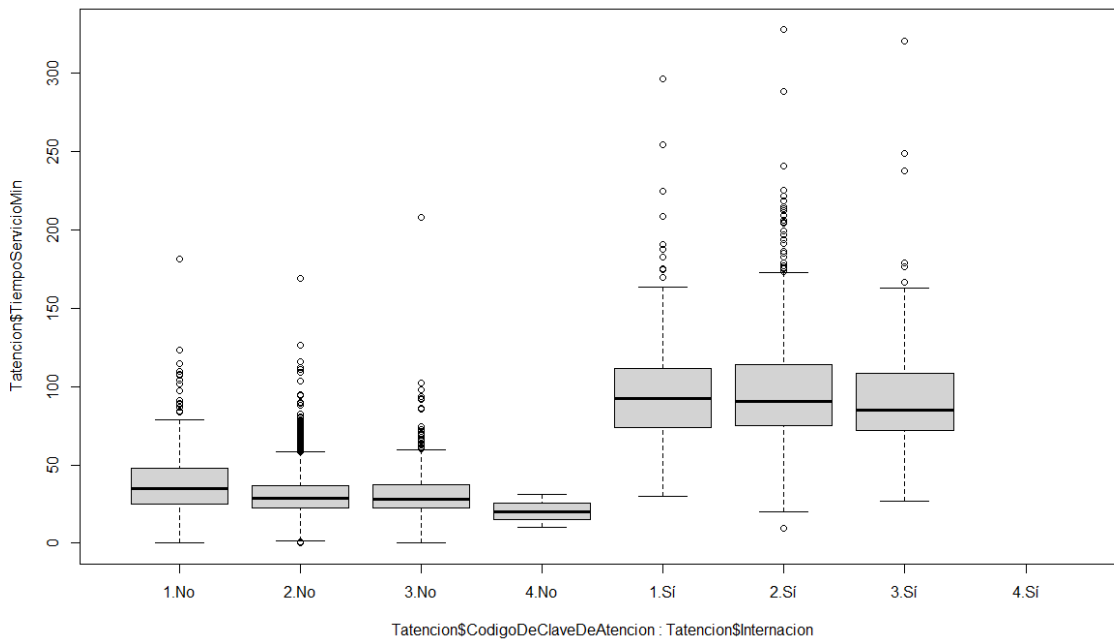
Histogram of Tencion\$TiempoServicioMin[aux] Histogram of Tencion\$TiempoServicioMin[aux] Histogram of Tencion\$TiempoServicioMin[aux] Histogram of Tencion\$TiempoServicioMin[aux]



Histogram of Tencion\$TiempoServicioMin[aux] Histogram of Tencion\$TiempoServicioMin[aux] Histogram of Tencion\$TiempoServicioMin[aux]



```
> boxplot(Tencion$TiempoServicioMin ~ Tencion$CodigoDeClaveDeAtencion + Tencion$Internacion)
```



## # ¿Posible problema de varianzas?

```
> fligner.test(Tencion$TiempoServicioMin ~ Tencion$CodigoDeClaveDeAtencion)
```

Fligner-killeen test of homogeneity of variances

data: Tencion\$TiempoServicioMin by Tencion\$CodigoDeClaveDeAtencion  
Fligner-killeen: med chi-squared = 208.97, df = 3, p-value < 2.2e-16

```
> aggregate(Tencion$TiempoServicioMin, by = list(Tencion$CodigoDeClaveDeAtencion, Tencion$Internacion), FUN = sd)
  Group.1 Group.2      x
1      1      No 21.09533
2      2      No 12.90338
3      3      No 15.03580
4      4      No 10.57905
5      1      Sí 35.38672
6      2      Sí 36.37616
7      3      Sí 41.84559
```



```
> fligner.test(Tatencion$TiempoServicioMin ~ Tatencion$Internacion)
```

Fligner-killeen test of homogeneity of variances

```
data: Tatencion$TiempoServicioMin by Tatencion$Internacion
Fligner-killeen:med chi-squared = 833.08, df = 1, p-value < 2.2e-16
```

# Rechaza

```
> fligner.test(Tatencion$TiempoServicioMin[Tatencion$Internacion == "Si"] ~ Tatencion$CodigoDeClaveDeAtencion[Tatencion$Internacion == "Si"])
```

Fligner-killeen test of homogeneity of variances

```
data: Tatencion$TiempoServicioMin[Tatencion$Internacion == "Si"] by Tatencion$CodigoDeClaveDeAtencion[Tatencion$Internacion == "Si"]
Fligner-killeen:med chi-squared = 0.11887, df = 2, p-value = 0.9423
```

# No rechaza. Luego, dentro de sí hay homogeneidad

```
> fligner.test(Tatencion$TiempoServicioMin[Tatencion$Internacion == "No"] ~ Tatencion$CodigoDeClaveDeAtencion[Tatencion$Internacion == "No"])
```

Fligner-killeen test of homogeneity of variances

```
data: Tatencion$TiempoServicioMin[Tatencion$Internacion == "No"] by Tatencion$CodigoDeClaveDeAtencion[Tatencion$Internacion == "No"]
Fligner-killeen:med chi-squared = 98.965, df = 3, p-value < 2.2e-16
```

# Rechaza. Se debe buscar dónde lo hace.

```
> int <- levels(Tatencion$Internacion)[1]
> for (i in 1:3){
+   for(j in (i+1):4){
+     print(paste("clave =", c(i,j))); print(paste("int =", int ))
+     aux <- Tatencion$CodigoDeClaveDeAtencion %in% c(i,j) & Tatencion$Internacion == int
+     print(   fligner.test(Tatencion$TiempoServicioMin[aux] ~ Tatencion$CodigoDeClaveDeAtencion[aux]))
+   }
+ }
[1] "clave = 1" "clave = 2"
[1] "int = No"
```

Fligner-killeen test of homogeneity of variances

```
data: Tatencion$TiempoServicioMin[aux] by Tatencion$CodigoDeClaveDeAtencion[aux]
Fligner-killeen:med chi-squared = 98.851, df = 1, p-value < 2.2e-16
```

```
[1] "clave = 1" "clave = 3"
[1] "int = No"
```

Fligner-killeen test of homogeneity of variances

```
data: Tatencion$TiempoServicioMin[aux] by Tatencion$CodigoDeClaveDeAtencion[aux]
Fligner-killeen:med chi-squared = 45.119, df = 1, p-value = 1.855e-11
```

```
[1] "clave = 1" "clave = 4"
[1] "int = No"
```

Fligner-killeen test of homogeneity of variances

```
data: Tatencion$TiempoServicioMin[aux] by Tatencion$CodigoDeClaveDeAtencion[aux]
Fligner-killeen:med chi-squared = 1.1057, df = 1, p-value = 0.293
```

```
[1] "clave = 2" "clave = 3"
[1] "int = No"
```

Fligner-killeen test of homogeneity of variances

```
data: Tatencion$TiempoServicioMin[aux] by Tatencion$CodigoDeClaveDeAtencion[aux]
Fligner-killeen:med chi-squared = 3.0782, df = 1, p-value = 0.07935
```

```
[1] "clave = 2" "clave = 4"
[1] "int = No"
```

Fligner-killeen test of homogeneity of variances

```
data: Tatencion$TiempoServicioMin[aux] by Tatencion$CodigoDeClaveDeAtencion[aux]
Fligner-killeen:med chi-squared = 0.081143, df = 1, p-value = 0.7758
```

```
[1] "clave = 3" "clave = 4"
[1] "int = No"
```

Fligner-killeen test of homogeneity of variances

```
data: Tatencion$TiempoServicioMin[aux] by Tatencion$CodigoDeClaveDeAtencion[aux]
Fligner-killeen:med chi-squared = 0.16896, df = 1, p-value = 0.681
```

```
> for (i in 1:4){
+   aux <- Tencion$CodigoDeClaveDeAtencion == i
+   print(fligner.test(Tencion$TiempoServicioMin[aux] ~ Tencion$Internacion[aux]))
+ }
```

Fligner-killeen test of homogeneity of variances

data: Tencion\$TiempoServicioMin[aux] by Tencion\$Internacion[aux]  
Fligner-killeen:med chi-squared = 51.371, df = 1, p-value = 7.644e-13

Fligner-killeen test of homogeneity of variances

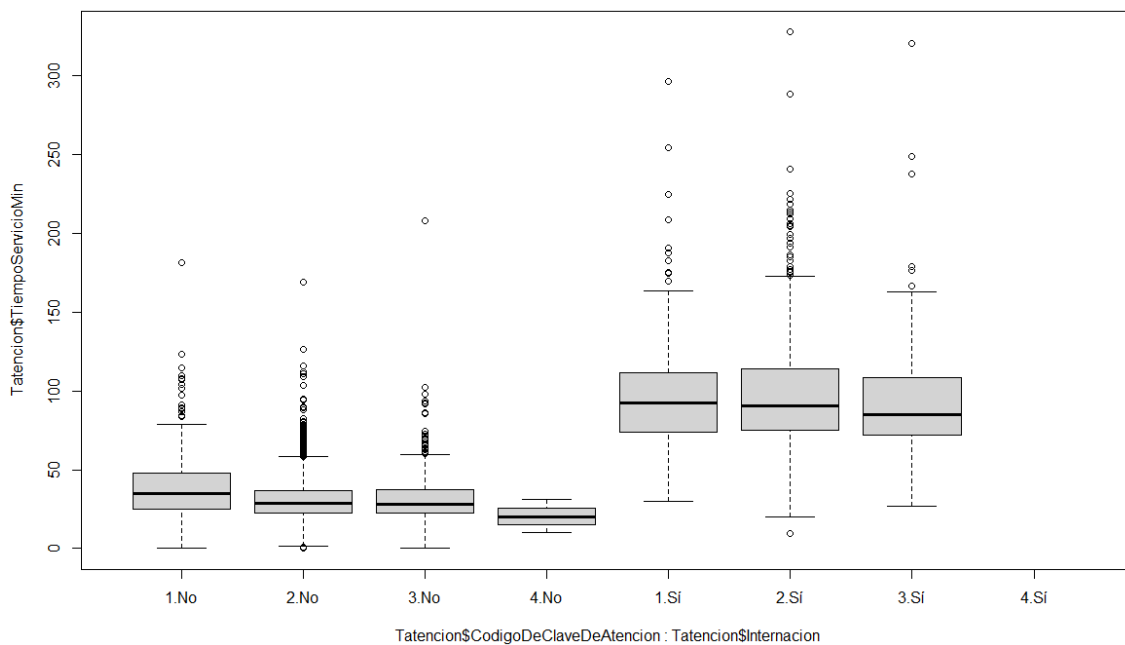
data: Tencion\$TiempoServicioMin[aux] by Tencion\$Internacion[aux]  
Fligner-killeen:med chi-squared = 640.36, df = 1, p-value < 2.2e-16

Fligner-killeen test of homogeneity of variances

data: Tencion\$TiempoServicioMin[aux] by Tencion\$Internacion[aux]  
Fligner-killeen:med chi-squared = 98.202, df = 1, p-value < 2.2e-16

Error in fligner.test.default(c(10.205616666935, 20.112783339573, 31.349783332553) :  
all observations are in the same group

```
> boxplot(Tencion$TiempoServicioMin ~ Tencion$CodigoDeClaveDeAtencion + Tencion$Internacion)
```



```
> aux <- Tatencion$Internacion == "Si"
> kruskal.test(Tatencion$TiempoServicioMin[aux] ~ Tatencion$CodigoDeClaveDeAtencion[aux])
```

Kruskal-wallis rank sum test

data: Tatencion\$TiempoServicioMin[aux] by Tatencion\$CodigoDeClaveDeAtencion[aux]  
Kruskal-wallis chi-squared = 1.439, df = 2, p-value = 0.487

```
> dunn.test(Tatencion$TiempoServicioMin[aux] , Tatencion$CodigoDeClaveDeAtencion[aux], method = "hochberg")
Kruskal-wallis rank sum test
```

data: x and group  
Kruskal-wallis chi-squared = 1.439, df = 2, p-value = 0.49

Comparison of x by group  
(Hochberg)

Col	Mean	1	2
2	-0.222203		
		0.4121	
3	0.908306	1.199597	
		0.3637	0.3454

alpha = 0.05

Reject Ho if p <= alpha/2

```
> aux <- Tatencion$Internacion == "No"
```

```
> dunn.test(Tatencion$TiempoServicioMin[aux] , Tatencion$CodigoDeClaveDeAtencion[aux], method = "hochberg")
Kruskal-wallis rank sum test
```

data: x and group  
Kruskal-wallis chi-squared = 62.5397, df = 3, p-value = 0

Comparison of x by group  
(Hochberg)

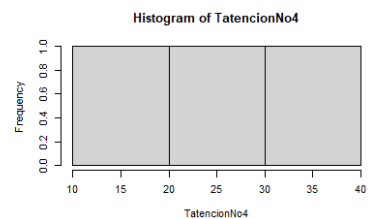
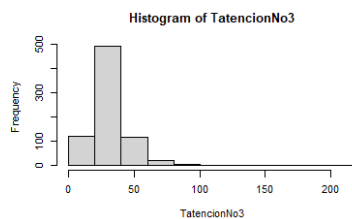
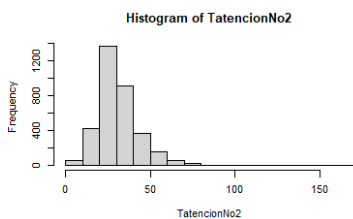
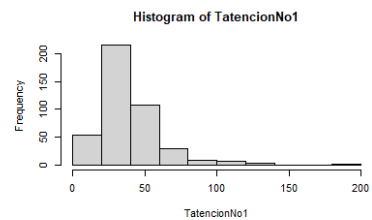
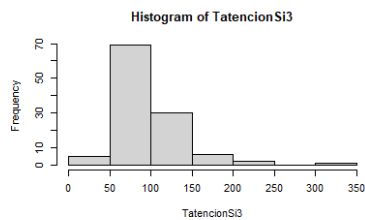
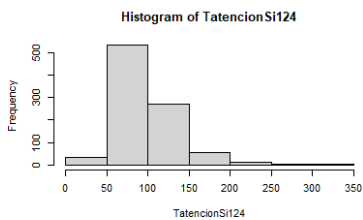
Col	Mean	1	2	3
2	7.515125			
		0.0000*		
3	6.949934	0.847309		
		0.0000*	0.1984	
4	2.130455	1.465358	1.404290	
		0.0663	0.2142	0.1602

alpha = 0.05

Reject Ho if p <= alpha/2

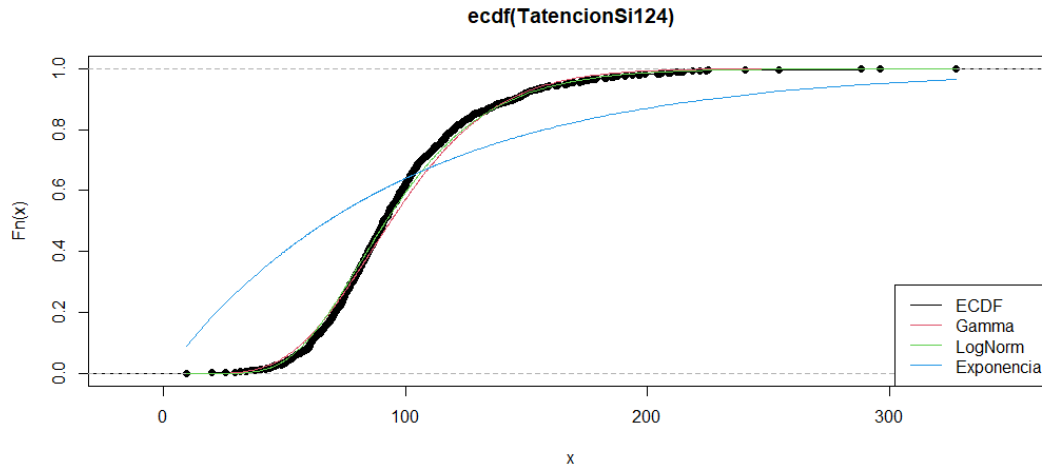
```
> Tatencionsi3 <- Tatencion$TiempoServicioMin[Tatencion$CodigoDeClaveDeAtencion == 3 & Tatencion$Internacion == "Si"]
> Tatencionsi124 <- Tatencion$TiempoServicioMin[Tatencion$CodigoDeClaveDeAtencion != 3 & Tatencion$Internacion == "Si"]
> TatencionNo1 <- Tatencion$TiempoServicioMin[Tatencion$CodigoDeClaveDeAtencion == 1 & Tatencion$Internacion == "No"]
> TatencionNo2 <- Tatencion$TiempoServicioMin[Tatencion$CodigoDeClaveDeAtencion == 2 & Tatencion$Internacion == "No"]
> TatencionNo3 <- Tatencion$TiempoServicioMin[Tatencion$CodigoDeClaveDeAtencion == 3 & Tatencion$Internacion == "No"]
> TatencionNo4 <- Tatencion$TiempoServicioMin[Tatencion$CodigoDeClaveDeAtencion == 4 & Tatencion$Internacion == "No"]
```

```
> par(mfrow=c(3,3))
> hist(Tatencionsi124); hist(Tatencionsi3); hist(TatencionNo1); hist(TatencionNo2); hist(TatencionNo3); hist(TatencionNo4);
> par(mfrow=c(3,3))
> hist(Tatencionsi124); hist(Tatencionsi3); hist(TatencionNo1); hist(TatencionNo2); hist(TatencionNo3); hist(TatencionNo4);
```

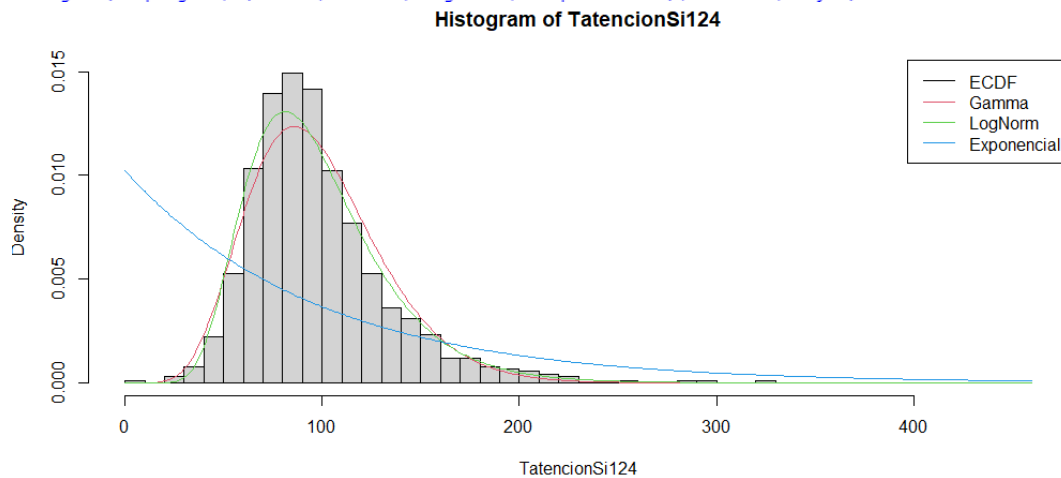


## # TatencionSi124

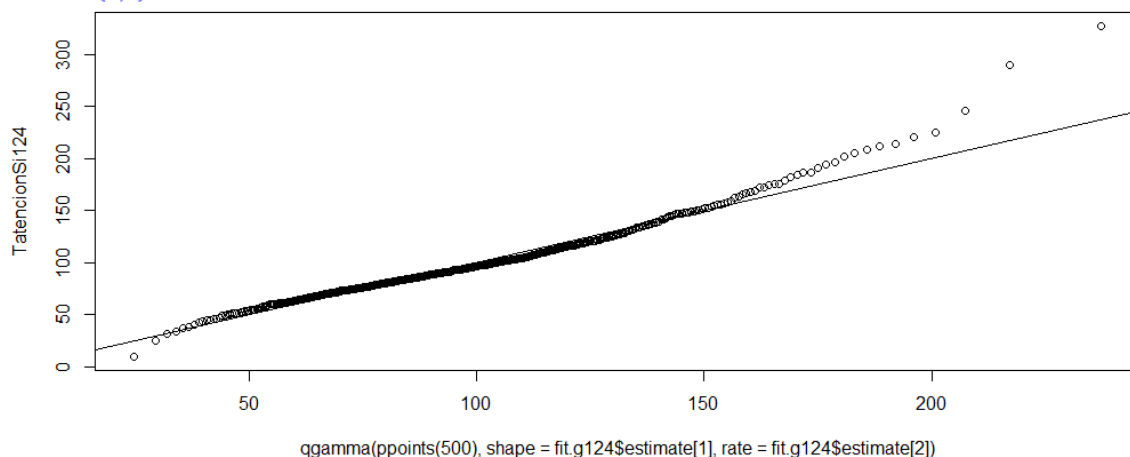
```
> fit.g124 <- fitdistr(Tatencionsi124, "gamma")
> fit.ln124 <- fitdistr(Tatencionsi124, "log-normal")
> fit.e124 <- fitdistr(Tatencionsi124, "exponential")
> par(mfrow=c(1,1))
> plot(ecdf(Tatencionsi124))
> lines(sort(Tatencionsi124), pgamma(sort(Tatencionsi124), shape = fit.g124$estimate[1], rate = fit.g124$estimate[2]), col=2)
> lines(sort(Tatencionsi124), plnorm(sort(Tatencionsi124), meanlog = fit.ln124$estimate[1], sdlog = fit.ln124$estimate[2]), col=3)
> lines(sort(Tatencionsi124), pexp(sort(Tatencionsi124), rate = fit.e124$estimate[1]), col=4)
> legend("bottomright",c("ECDF","Gamma","LogNorm", "Exponencial"), col=1:4, lty=1)
```



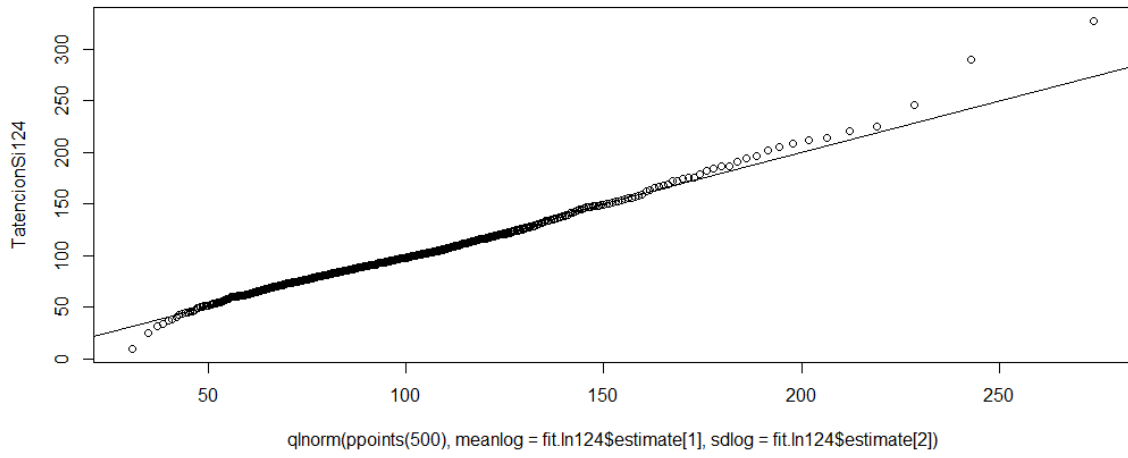
```
> bx <- seq(0,460, 10)
> h <- hist(Tatencionsi124, breaks=bx, freq =F);
> grid <- seq(0,460,1)
> lines(grid, dgamma(grid, shape = fit.g124$estimate[1], rate = fit.g124$estimate[2]), col=2)
> lines(grid, dlnorm(grid, meanlog = fit.ln124$estimate[1], sdlog = fit.ln124$estimate[2]), col=3)
> lines(grid, dexp(grid, rate = fit.e124$estimate[1]), col=4)
>
> legend("topright",c("ECDF","Gamma","LogNorm", "Exponencial"), col=1:4, lty=1)
```



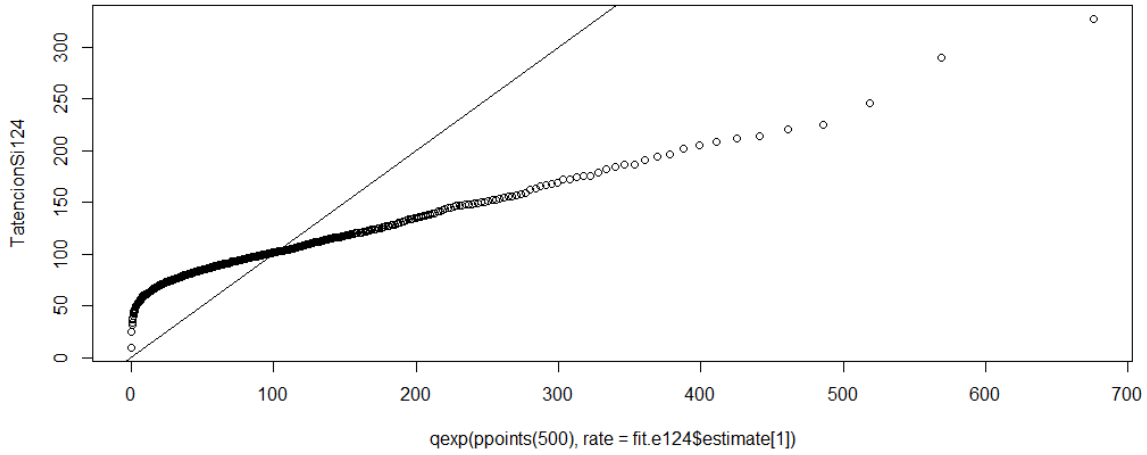
```
> qqplot(qgamma(ppoints(500), shape = fit.g124$estimate[1], rate = fit.g124$estimate[2]), Tatencionsi124)
> abline(0,1)
```



```
> qqplot(qlnorm(ppoints(500), meanlog = fit.ln124$estimate[1], sdlog = fit.ln124$estimate[2]), TatencionSi124)  
> abline(0,1)
```



```
> qqplot(qexp(ppoints(500), rate = fit.e124$estimate[1]), TatencionSi124)  
> abline(0,1)
```



```
> tests(Tatencionsi124)
[1] "sample size = 910"

One-sample Kolmogorov-Smirnov test

data: x
D = 0.060844, p-value = 0.002371
alternative hypothesis: two-sided

Cramer-von Mises test of goodness-of-fit
Null hypothesis: Gamma distribution
with parameters shape = 8.26065377774491, rate = 0.0844068816501092
Parameters assumed to be fixed

data: x
omega2 = 0.8275, p-value = 0.006275

One-sample Kolmogorov-Smirnov test

data: x
D = 0.04024, p-value = 0.105
alternative hypothesis: two-sided

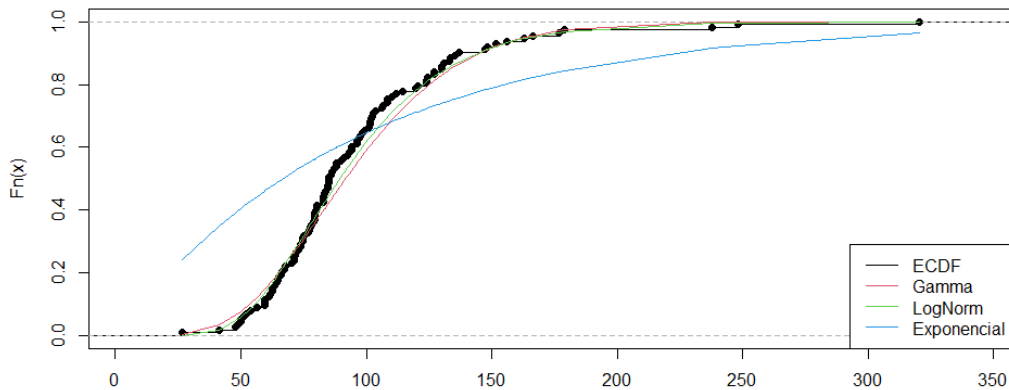
Cramer-von Mises test of goodness-of-fit
Null hypothesis: log-normal distribution
with parameter meanlog = 4.52186269776852
Parameters assumed to be fixed

data: x
omega2 = 0.41209, p-value = 0.06712
```

## #TatencionSi3

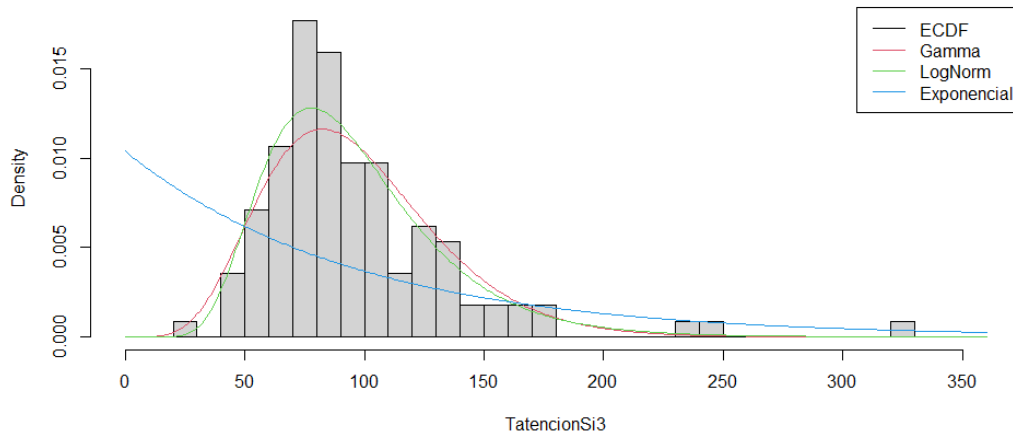
```
> fit.g3 <- fitdistr(Tatencionsi3, "gamma")
> fit.ln3 <- fitdistr(Tatencionsi3, "log-normal")
> fit.e3 <- fitdistr(Tatencionsi3, "exponential")
>
> par(mfrow=c(1,1))
> plot(ecdf(Tatencionsi3))
> lines(sort(Tatencionsi3), pgamma(sort(Tatencionsi3), shape = fit.g3$estimate[1], rate = fit.g3$estimate[2]), col=2)
> lines(sort(Tatencionsi3), plnorm(sort(Tatencionsi3), meanlog = fit.ln3$estimate[1], sdlog = fit.ln3$estimate[2]), col=3)
> lines(sort(Tatencionsi3), pexp(sort(Tatencionsi3), rate = fit.e3$estimate[1]), col=4)
> legend("bottomright",c("ECDF", "Gamma", "Lognorm", "Exponencial"), col=1:4, lty=1)
```

ecdf(TatencionSi3)

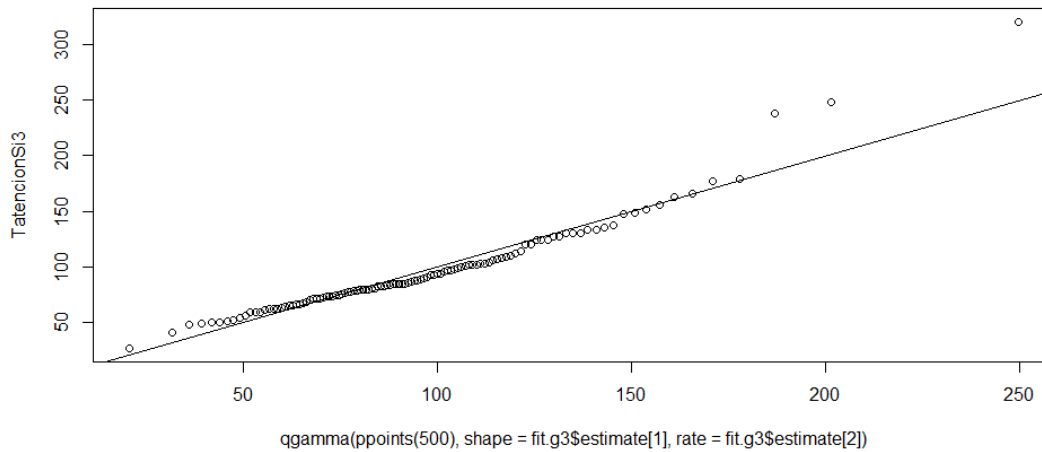


```
>
> bx <- seq(0,360, 10)
> h <- hist(Tatencionsi3, breaks=bx, freq =F);
> grid <- seq(0,360,1)
> lines(grid, dgamma(grid, shape = fit.g3$estimate[1], rate = fit.g3$estimate[2]), col=2)
> lines(grid, dlnorm(grid, meanlog = fit.ln3$estimate[1], sdlog = fit.ln3$estimate[2]), col=3)
> lines(grid, dexp(grid, rate = fit.e3$estimate[1]), col=4)
>
> legend("topright",c("ECDF", "Gamma", "LogNorm", "Exponencial"), col=1:4, lty=1)
```

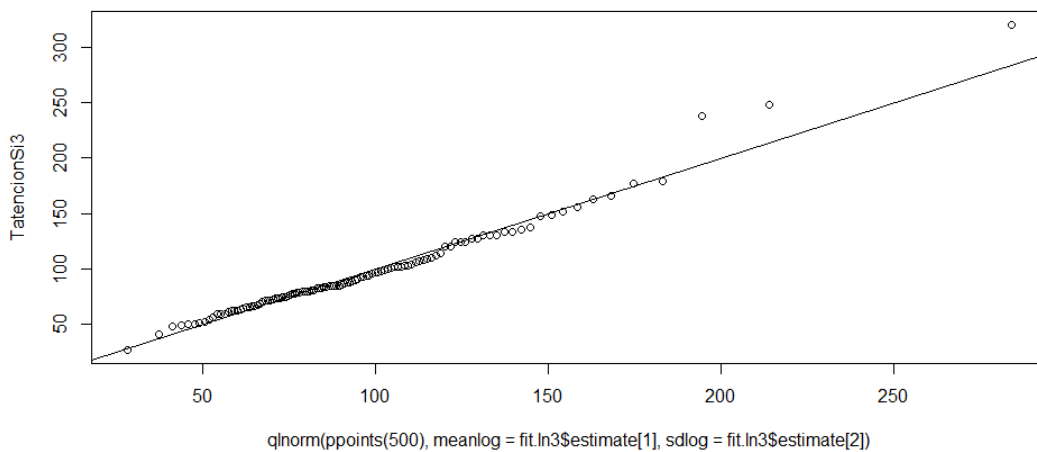
**Histogram of TatencionSi3**



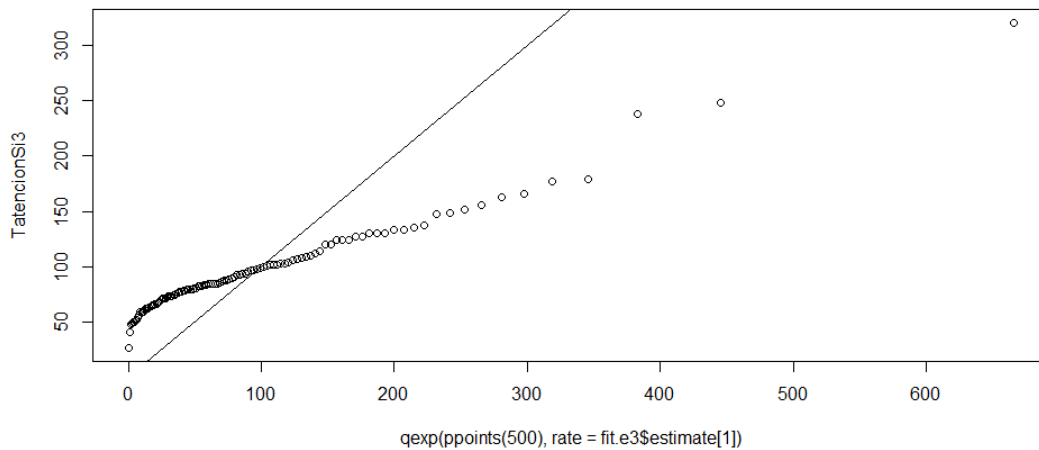
```
> qqplot(qgamma(ppoints(500), shape = fit.g3$estimate[1], rate = fit.g3$estimate[2]), TatencionSi3)
> abline(0,1)
```



```
> qqplot(qlnorm(ppoints(500), meanlog = fit.ln3$estimate[1], sdlog = fit.ln3$estimate[2]), TatencionSi3)
> abline(0,1)
```



```
> qqplot(qexp(ppoints(500), rate = fit.e3$estimate[1]), TatencionSi3)
> abline(0,1)
```



```
> tests(TatencionSi3)
[1] "sample size = 113"
```

one-sample Kolmogorov-Smirnov test

```
data: x
D = 0.090646, p-value = 0.3111
alternative hypothesis: two-sided
```

```
Cramer-von Mises test of goodness-of-fit
Null hypothesis: Gamma distribution
with parameters shape = 6.9308562666648, rate = 0.0719328006428731
Parameters assumed to be fixed
```

```
data: x
omega2 = 0.22831, p-value = 0.2188
```

one-sample Kolmogorov-Smirnov test

```
data: x
D = 0.063564, p-value = 0.7512
alternative hypothesis: two-sided
```

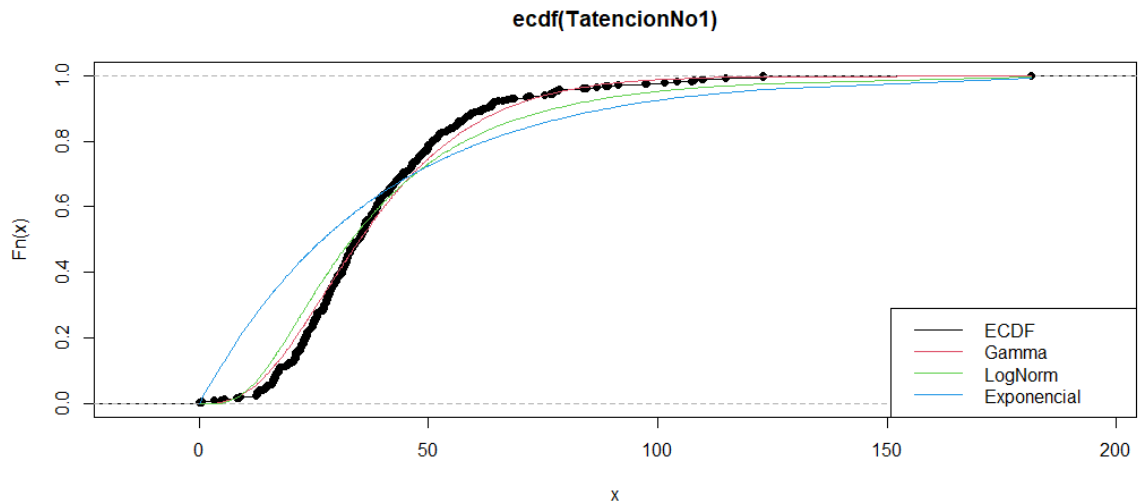
```
Cramer-von Mises test of goodness-of-fit
Null hypothesis: log-normal distribution
with parameter meanlog = 4.49413361711242
Parameters assumed to be fixed
```

```
data: x
omega2 = 0.098677, p-value = 0.5922
```

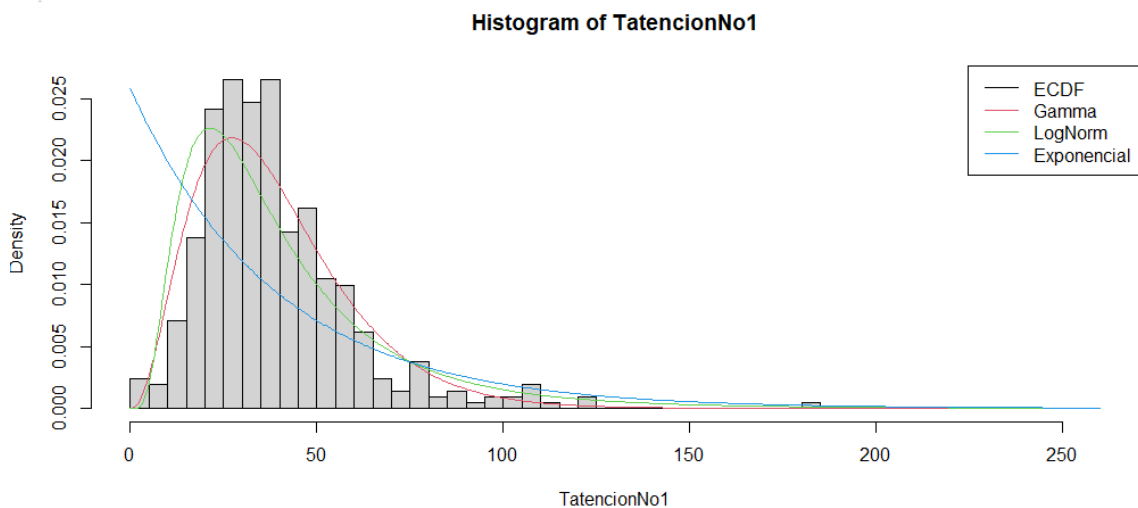
## #TatencionNo1

```
> fit.gNo1 <- fitdistr(TatencionNo1, "gamma")
> fit.lnNo1 <- fitdistr(TatencionNo1, "log-normal")
> fit.eNo1 <- fitdistr(TatencionNo1, "exponential")
>
> plot(ecdf(TatencionNo1))
> lines(sort(TatencionNo1), pgamma(sort(TatencionNo1), shape = fit.gNo1$estimate[1], rate = fit.gNo1$estimate[2]), col=2)
> lines(sort(TatencionNo1), plnorm(sort(TatencionNo1), meanlog = fit.lnNo1$estimate[1], sdlog = fit.lnNo1$estimate[2]), col=3)
> lines(sort(TatencionNo1), pexp(sort(TatencionNo1), rate = fit.eNo1$estimate[1]), col=4)
> legend("bottomright", c("ECDF", "Gamma", "LogNorm", "Exponencial"), col=1:4, lty=1)
```

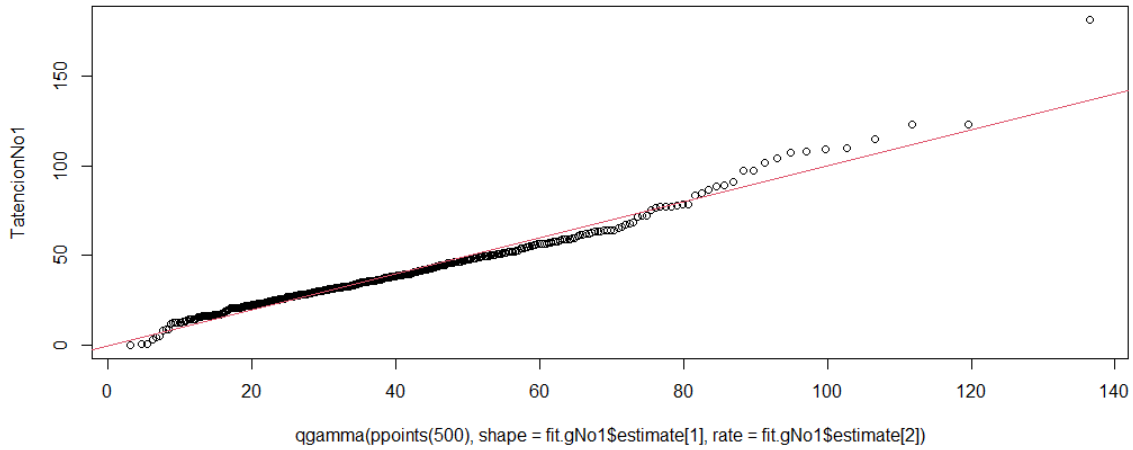




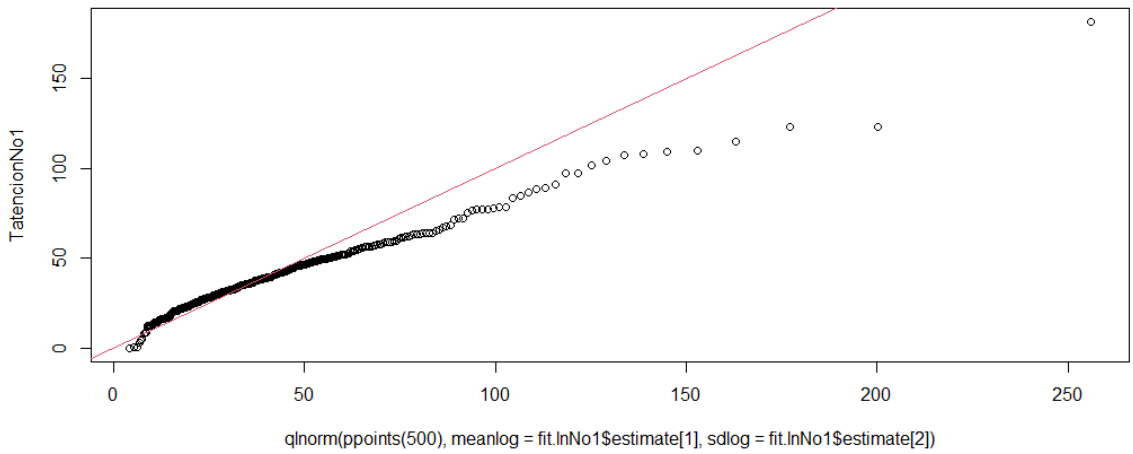
```
> bx <- seq(0,460, 5)
> h <- hist(TatencionNo1, breaks=bx, freq =F);
> grid <- seq(0,460,0.5)
> lines(grid, dgamma(grid, shape = fit.gNo1$estimate[1], rate = fit.gNo1$estimate[2]), col=2)
> lines(grid, dlnorm(grid, meanlog =fit.lnNo1$estimate[1] , sdlog = fit.lnNo1$estimate[2]), col=3)
> lines(grid, dexp(grid, rate =fit.eNo1$estimate[1]), col=4)
>
> legend("topright",c("ECDF","Gamma","LogNorm", "Exponencial"), col=1:4, lty=1)
```



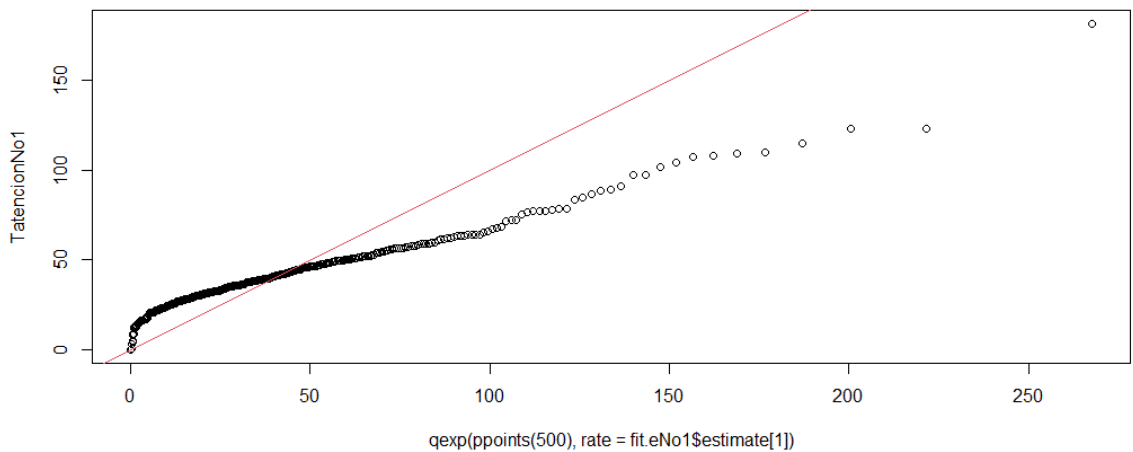
```
> qqplot(qgamma(ppoints(500), shape = fit.gNo1$estimate[1], rate = fit.gNo1$estimate[2]), TatencionNo1)
> abline(0,1, col=2)
```



```
> qqplot(qlnorm(ppoints(500), meanlog = fit.lnNo1$estimate[1], sdlog = fit.lnNo1$estimate[2]), TatencionNo1)
> abline(0,1, col=2)
```



```
> qqplot(qexp(ppoints(500), rate = fit.eNo1$estimate[1]), TatencionNo1)
> abline(0,1, col=2)
```



```
> tests(TatencionNo1)
[1] "sample size = 422"
```

one-sample Kolmogorov-Smirnov test

```
data: x
D = 0.065997, p-value = 0.05064
alternative hypothesis: two-sided
```

Cramer-von Mises test of goodness-of-fit  
Null hypothesis: Gamma distribution

with parameters shape = 3.40060992688185, rate = 0.0877482541029582  
Parameters assumed to be fixed

```
data: x
omega2 = 0.41759, p-value = 0.0649
```

one-sample Kolmogorov-Smirnov test

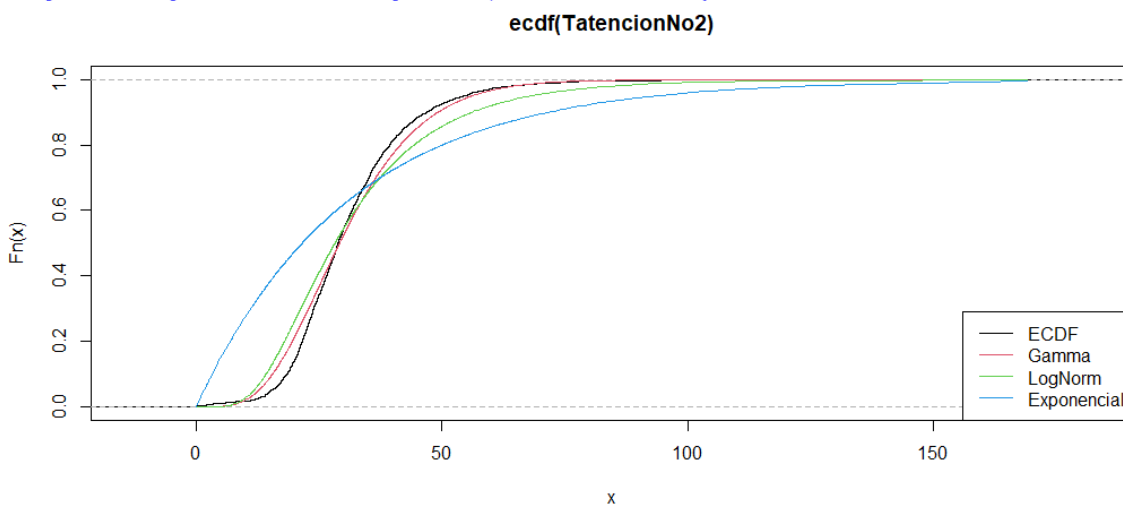
```
data: x
D = 0.10728, p-value = 0.000121
alternative hypothesis: two-sided
```

Cramer-von Mises test of goodness-of-fit  
Null hypothesis: log-normal distribution  
with parameter meanlog = 3.50305942088149  
Parameters assumed to be fixed

```
data: x
omega2 = 1.4494, p-value = 0.0002214
```

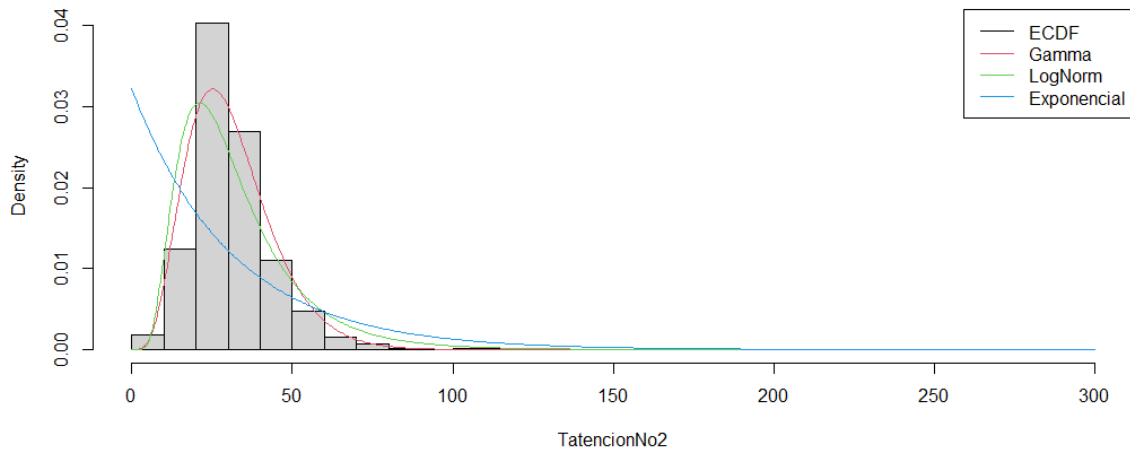
## #TatencionNo2

```
> fit.gNo2 <- fitdistr(TatencionNo2, "gamma")
warning messages:
1: In densfun(x, parm[1], parm[2], ...) : NaNs produced
2: In densfun(x, parm[1], parm[2], ...) : NaNs produced
3: In densfun(x, parm[1], parm[2], ...) : NaNs produced
4: In densfun(x, parm[1], parm[2], ...) : NaNs produced
5: In densfun(x, parm[1], parm[2], ...) : NaNs produced
6: In densfun(x, parm[1], parm[2], ...) : NaNs produced
> fit.lnNo2 <- fitdistr(TatencionNo2, "log-normal")
> fit.eNo2 <- fitdistr(TatencionNo2, "exponential")
>
> plot(ecdf(TatencionNo2))
> lines(sort(TatencionNo2), pgamma(sort(TatencionNo2), shape = fit.gNo2$estimate[1], rate = fit.gNo2$estimate[2]), col=2)
> lines(sort(TatencionNo2), plnorm(sort(TatencionNo2), meanlog = fit.lnNo2$estimate[1], sdlog = fit.lnNo2$estimate[2]), col=3)
> lines(sort(TatencionNo2), pexp(sort(TatencionNo2), rate = fit.eNo2$estimate[1]), col=4)
>
> legend("bottomright",c("ECDF","Gamma","LogNorm", "Exponencial"), col=1:4, lty=1)
```

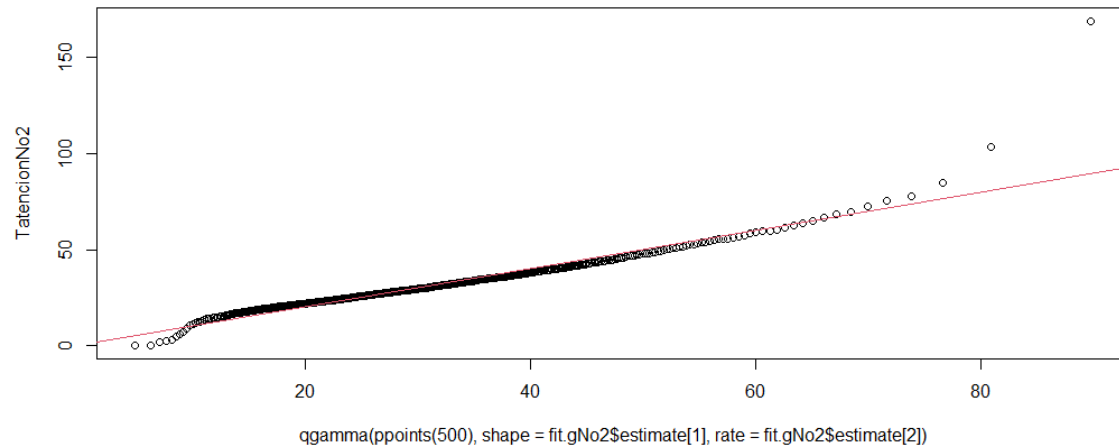


```
> bx <- seq(0,300, 10)
> h <- hist(TatencionNo2, breaks=bx, freq =F);
> grid <- seq(0,300,0.5)
> lines(grid, dgamma(grid, shape = fit.gNo2$estimate[1], rate = fit.gNo2$estimate[2]), col=2)
> lines(grid, dlnorm(grid, meanlog =fit.lnNo2$estimate[1] , sdlog = fit.lnNo2$estimate[2]), col=3)
> lines(grid, dexp(grid, rate =fit.eNo2$estimate[1]), col=4)
>
> legend("topright",c("ECDF","Gamma","LogNorm", "Exponencial"), col=1:4, lty=1)
```

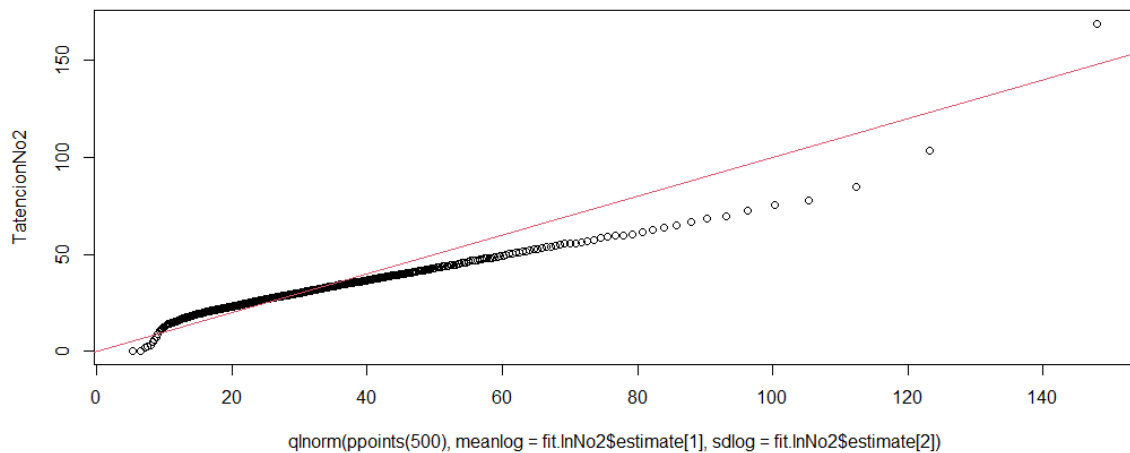
Histogram of TatencionNo2



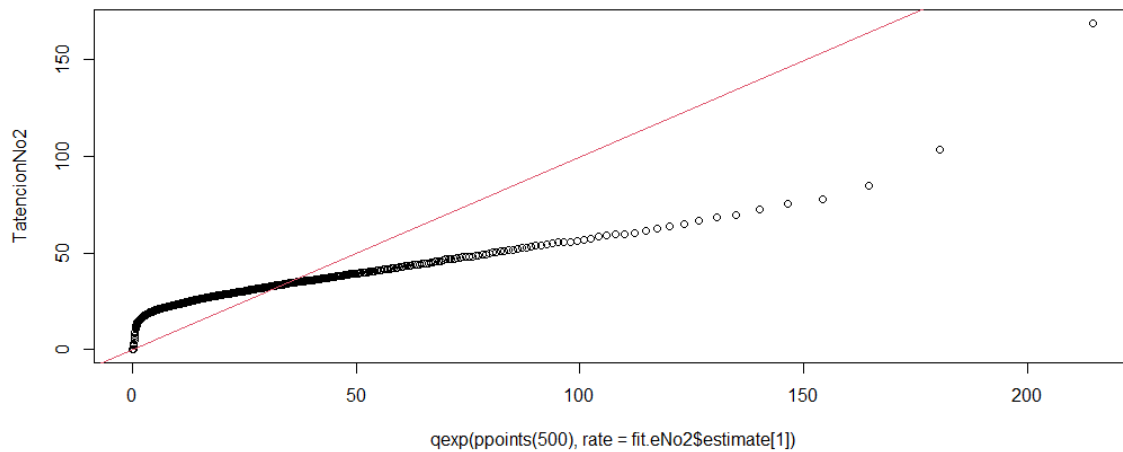
```
> qqplot(qgamma(ppoints(500), shape = fit.gNo2$estimate[1], rate = fit.gNo2$estimate[2]), TatencionNo2)
> abline(0,1, col=2)
```



```
> qqplot(qlnorm(ppoints(500), meanlog = fit.lnNo2$estimate[1], sdlog = fit.lnNo2$estimate[2]), TatencionNo2)
> abline(0,1, col=2)
```



```
> qqplot(qexp(ppoints(500), rate = fit.eNo2$estimate[1]), TatencionNo2)
> abline(0,1, col=2)
```



```
> tests(TatencionNo2)
[1] "sample size = 3382"

One-sample Kolmogorov-Smirnov test

data: x
D = 0.072731, p-value = 5.551e-16
alternative hypothesis: two-sided

Cramer-von Mises test of goodness-of-fit
Null hypothesis: Gamma distribution
with parameters shape = 5.30205103178267, rate = 0.170595825005896
Parameters assumed to be fixed

data: x
omega2 = 4.847, p-value < 2.2e-16

One-sample Kolmogorov-Smirnov test

data: x
D = 0.12056, p-value < 2.2e-16
alternative hypothesis: two-sided

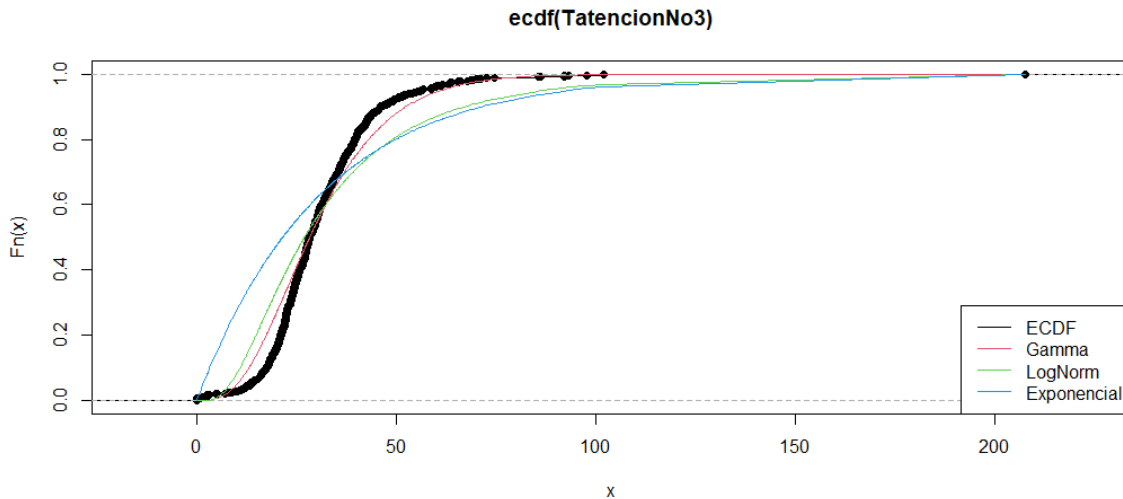
Cramer-von Mises test of goodness-of-fit
Null hypothesis: log-normal distribution
with parameter meanlog = 3.33929474372135
Parameters assumed to be fixed

data: x
omega2 = 16.169, p-value < 2.2e-16

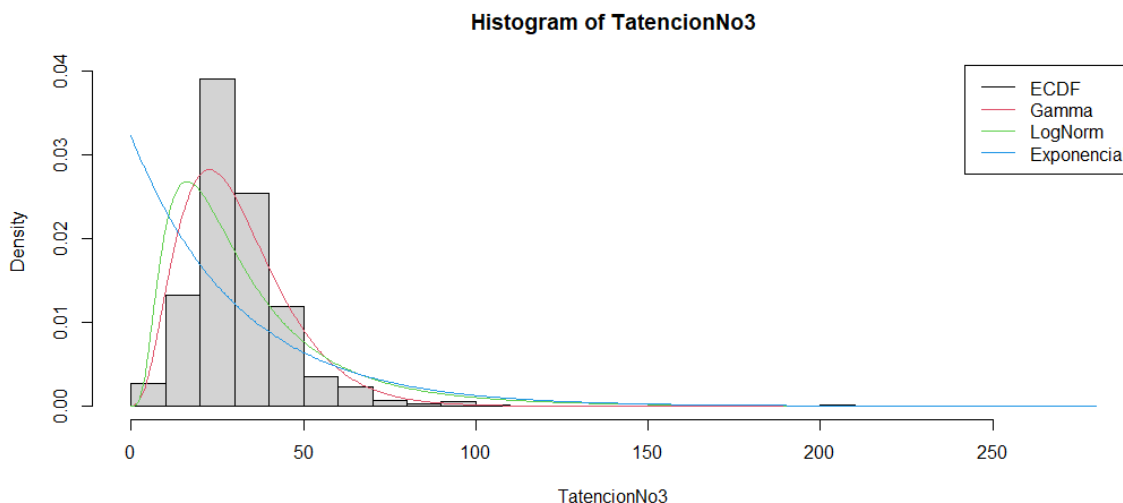
warning messages:
1: In ks.test(x, "pgamma", shape = fit.g$estimate[1], rate = fit.g$estimate[2]) :
ties should not be present for the Kolmogorov-Smirnov test
2: In ks.test(x, "plnorm", meanlog = fit.ln$estimate[1], fit.ln$estimate[2]) :
ties should not be present for the Kolmogorov-Smirnov test
```

## #TatencionNo3

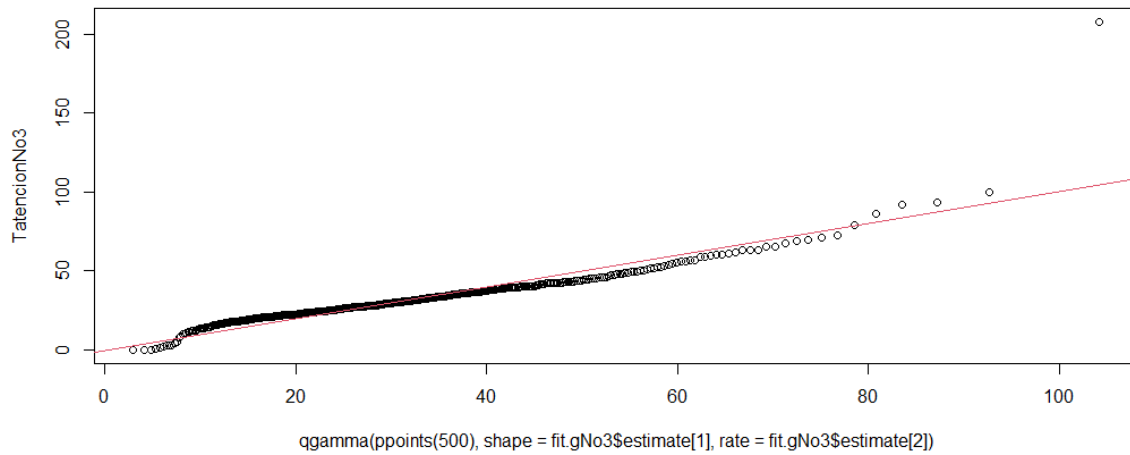
```
> fit.gNo3 <- fitdistr(TatencionNo3, "gamma")
> fit.lnNo3 <- fitdistr(TatencionNo3, "log-normal")
> fit.eNo3 <- fitdistr(TatencionNo3, "exponential")
>
> plot(ecdf(TatencionNo3))
> lines(sort(TatencionNo3), pgamma(sort(TatencionNo3), shape = fit.gNo3$estimate[1], rate = fit.gNo3$estimate[2]), col=2)
> lines(sort(TatencionNo3), plnorm(sort(TatencionNo3), meanlog=fit.lnNo3$estimate[1], sdlog = fit.lnNo3$estimate[2]), col=3)
> lines(sort(TatencionNo3), pexp(sort(TatencionNo3), rate = fit.eNo3$estimate[1]), col=4)
>
> legend("bottomright",c("ECDF","Gamma","LogNorm", "Exponencial"), col=1:4, lty=1)
```



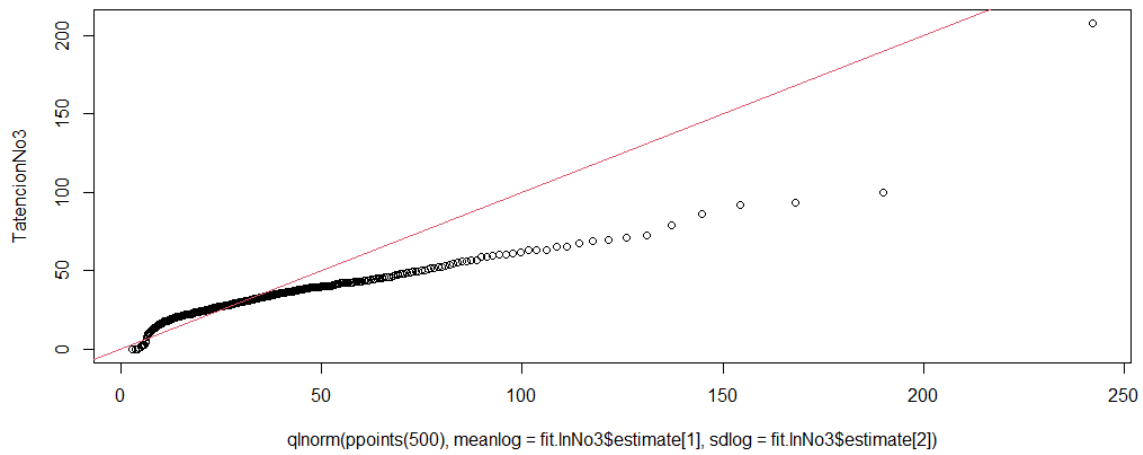
```
> bx <- seq(0,280, 10)
> h <- hist(TatencionNo3, breaks=bx, freq =F);
> grid <- seq(0,280,0.5)
> lines(grid, dgamma(grid, shape = fit.gNo3$estimate[1], rate = fit.gNo3$estimate[2]), col=2)
> lines(grid, dlnorm(grid, meanlog =fit.lnNo3$estimate[1], sdlog = fit.lnNo3$estimate[2]), col=3)
> lines(grid, dexp(grid, rate =fit.eNo3$estimate[1]), col=4)
>
> legend("topright",c("ECDF","Gamma","LogNorm", "Exponencial"), col=1:4, lty=1)
```



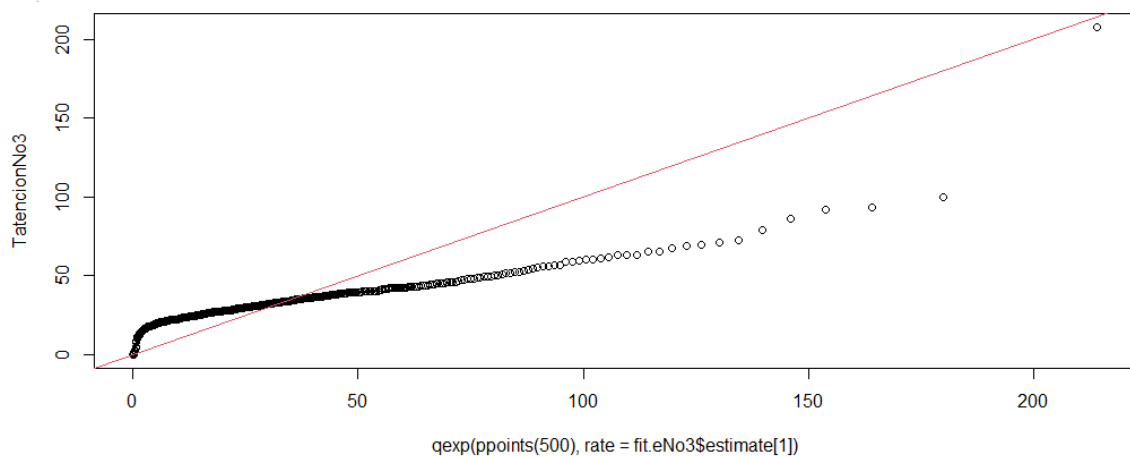
```
> qqplot(qgamma(ppoints(500), shape = fit.gNo3$estimate[1], rate = fit.gNo3$estimate[2]), TatencionNo3)
> abline(0,1, col=2)
```



```
> qqplot(qlnorm(ppoints(500), meanlog = fit.lnNo3$estimate[1], sdlog = fit.lnNo3$estimate[2]), TatencionNo3)
> abline(0,1, col=2)
```



```
> qqplot(qexp(ppoints(500), rate = fit.eNo3$estimate[1]), TatencionNo3)
> abline(0,1, col=2)
```



```
> tests(TatencionNo3)
[1] "sample size = 759"
```

One-sample Kolmogorov-Smirnov test

```
data: x
D = 0.11113, p-value = 1.442e-08
alternative hypothesis: two-sided
```

```
Cramer-von Mises test of goodness-of-fit
Null hypothesis: gamma distribution
with parameters shape = 3.75369860434815, rate = 0.121134054885429
Parameters assumed to be fixed
```

```
data: x
omega2 = 2.4827, p-value = 1.032e-06
```

One-sample Kolmogorov-Smirnov test

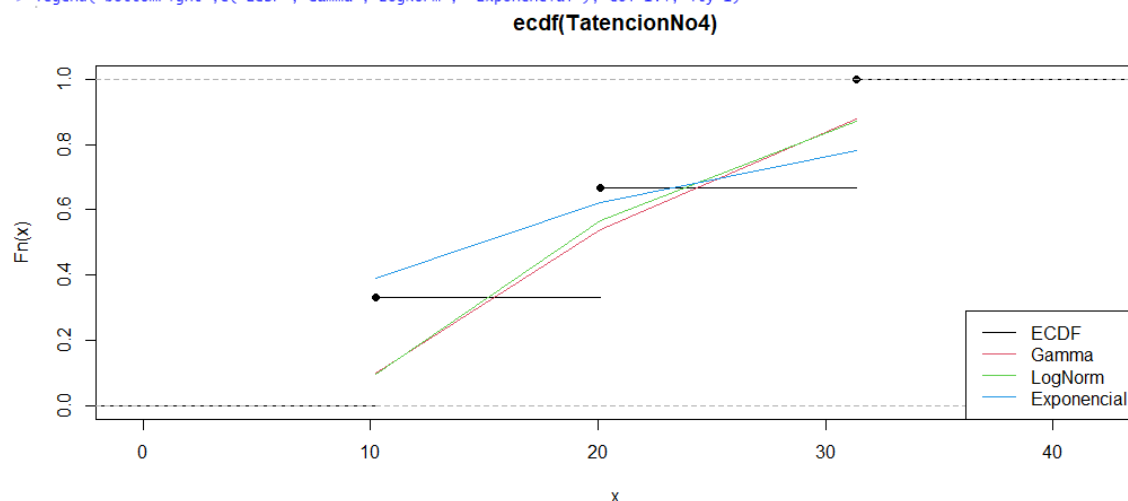
```
data: x
D = 0.17797, p-value < 2.2e-16
alternative hypothesis: two-sided
```

```
Cramer-von Mises test of goodness-of-fit
Null hypothesis: log-normal distribution
with parameter meanlog = 3.29452367247903
Parameters assumed to be fixed
```

```
data: x
omega2 = 8.0289, p-value < 2.2e-16
```

## #TatencionNo4

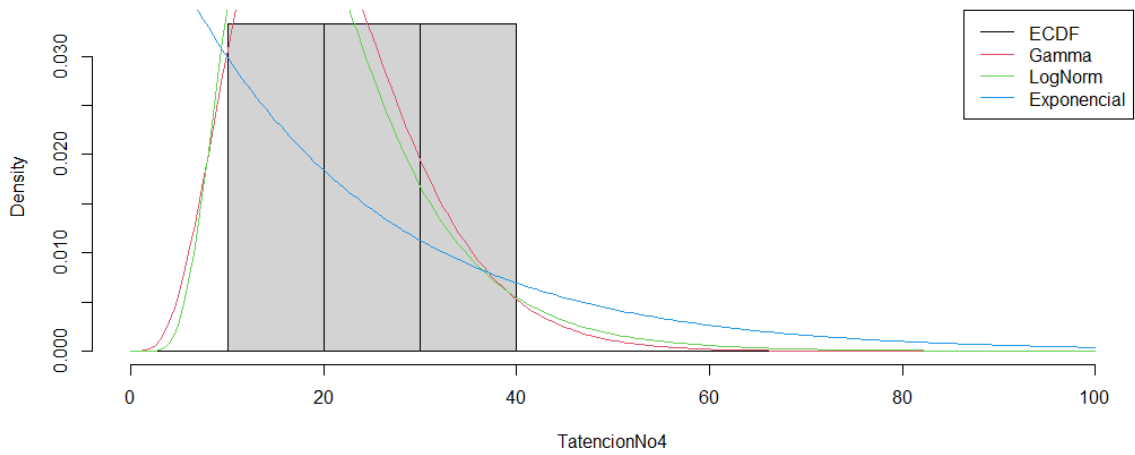
```
> fit.gNo4 <- fitdistr(TatencionNo4, "gamma")
warning messages:
1: In densfun(x, parm[1], parm[2], ...) : NANS produced
2: In densfun(x, parm[1], parm[2], ...) : NANS produced
3: In densfun(x, parm[1], parm[2], ...) : NANS produced
> fit.lnNo4 <- fitdistr(TatencionNo4, "log-normal")
> fit.eNo4 <- fitdistr(TatencionNo4, "exponential")
>
> plot(ecdf(TatencionNo4))
> lines(sort(TatencionNo4), pgamma(sort(TatencionNo4), shape = fit.gNo4$estimate[1], rate = fit.gNo4$estimate[2]), col=2)
> lines(sort(TatencionNo4), plnorm(sort(TatencionNo4), meanlog = fit.lnNo4$estimate[1], sdlog = fit.lnNo4$estimate[2]), col=3)
> lines(sort(TatencionNo4), pexp(sort(TatencionNo4), rate = fit.eNo4$estimate[1]), col=4)
>
> legend("bottomright",c("ECDF","Gamma","LogNorm", "Exponencial"), col=1:4, lty=1)
```



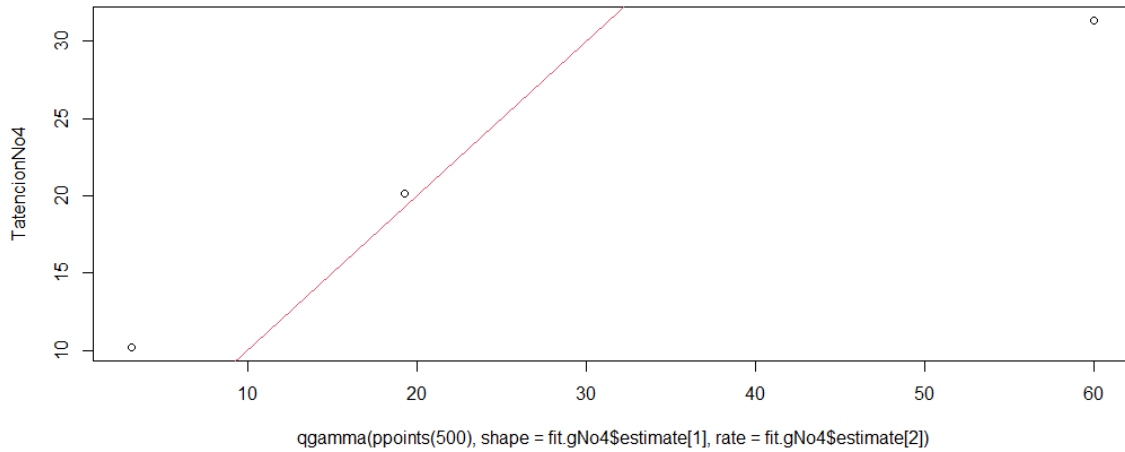
```
> bx <- seq(0,100,10)
> h <- hist(TatencionNo4, breaks=bx, freq =F);
> grid <- seq(0,100,0.5)
> lines(grid, dgamma(grid, shape = fit.gNo4$estimate[1], rate = fit.gNo4$estimate[2]), col=2)
> lines(grid, dlnorm(grid, meanlog =fit.lnNo4$estimate[1], sdlog = fit.lnNo4$estimate[2]), col=3)
> lines(grid, dexp(grid, rate =fit.eNo4$estimate[1]), col=4)
>
> legend("topright",c("ECDF","Gamma","LogNorm", "Exponencial"), col=1:4, lty=1)
```



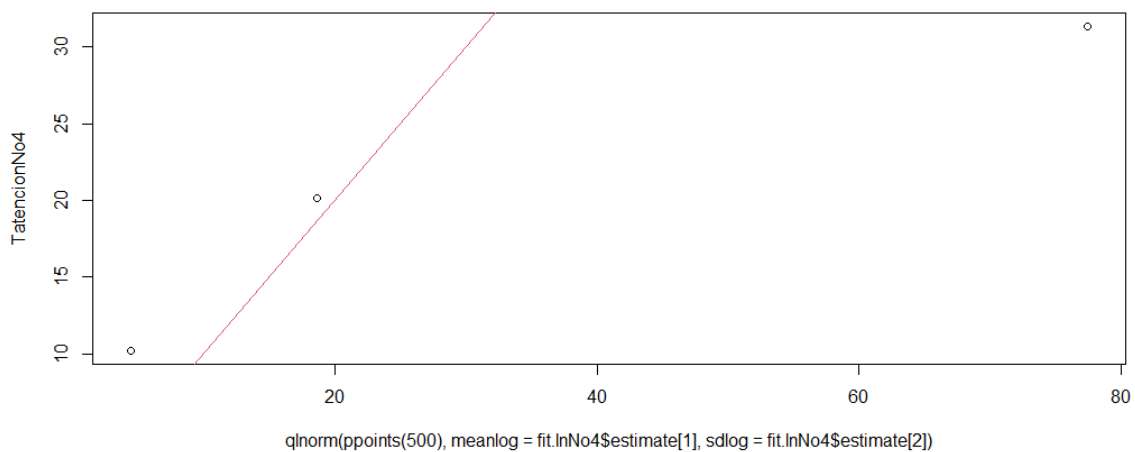
**Histogram of TaticionNo4**



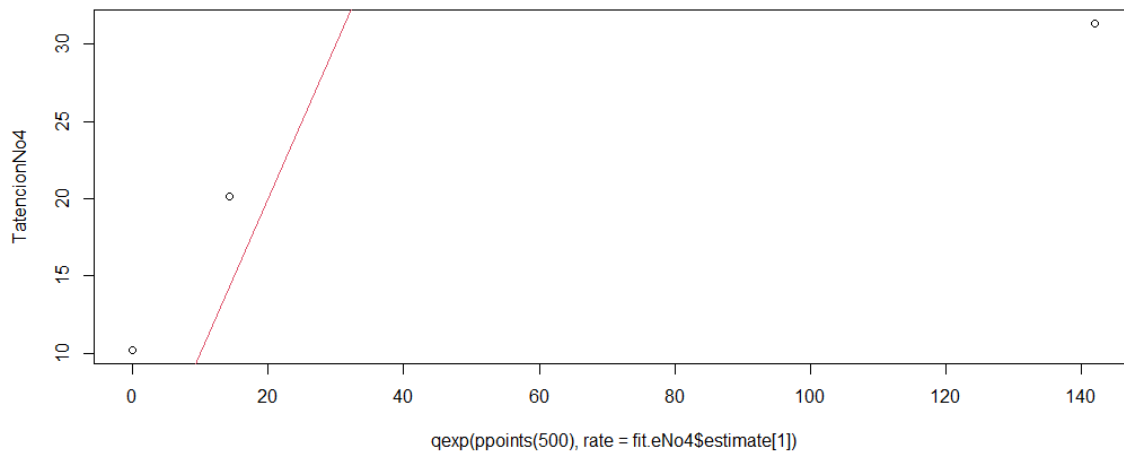
```
> qqplot(qgamma(ppoints(500), shape = fit.gNo4$estimate[1], rate = fit.gNo4$estimate[2]), TaticionNo4)
> abline(0,1, col=2)
```



```
> qqplot(qlnorm(ppoints(500), meanlog = fit.lnNo4$estimate[1], sdlog = fit.lnNo4$estimate[2]), TaticionNo4)
> abline(0,1, col=2)
```



```
> qqplot(qexp(ppoints(500), rate = fit.eNo4$estimate[1]), TatencionNo4)
> abline(0,1, col=2)
```



```
> tests(TatencionNo4)
[1] "sample size = 3"
```

one-sample Kolmogorov-Smirnov test

```
data: x
D = 0.23136, p-value = 0.987
alternative hypothesis: two-sided
```

Cramer-von Mises test of goodness-of-fit  
Null hypothesis: Gamma distribution

with parameters shape = 5.16137359765903, rate = 0.25108777598876  
Parameters assumed to be fixed

```
data: x
omega2 = 0.035639, p-value = 0.9791
```

one-sample Kolmogorov-Smirnov test

```
data: x
D = 0.23664, p-value = 0.9836
alternative hypothesis: two-sided
```

Cramer-von Mises test of goodness-of-fit  
Null hypothesis: log-normal distribution  
with parameter meanlog = 2.92316705937479  
Parameters assumed to be fixed

```
data: x
omega2 = 0.03862, p-value = 0.9681
```

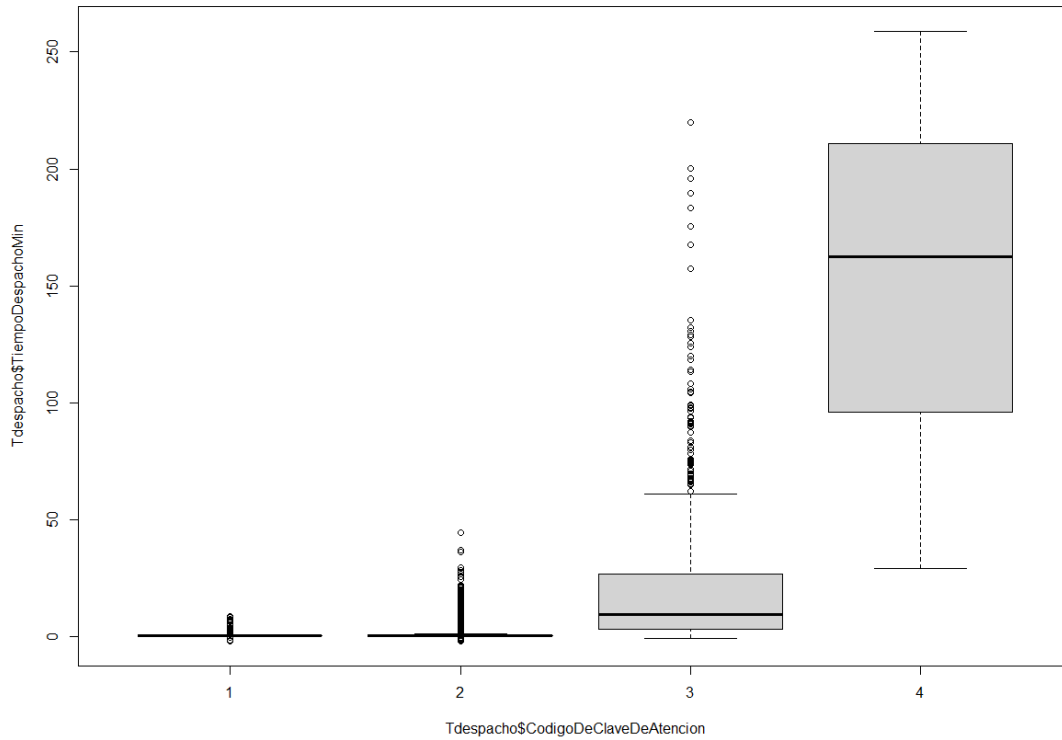
## Secuencia GoF\_Tdespacho.R para franja horaria de 10 a 15 horas

```
> library(readxl)
> library(goftest)
> library(MASS)
> library(dunn.test)
> tests <- function(x){
+   print(paste("sample size =", length(x)))
+   fit.g <- fitdistr(x, "gamma", lower =c(0,0))
+   fit.ln <- fitdistr(x, "log-normal")
+   fit.e <- fitdistr(x, "exponential")
+   print(ks.test(x, "pgamma",shape = fit.g$estimate[1], rate = fit.g$estimate[2]) )
+   print(cvm.test(x,"pgamma",shape = fit.g$estimate[1], rate = fit.g$estimate[2]) )
+   print(ks.test(x, "plnorm", meanlog = fit.ln$estimate[1], fit.ln$estimate[2]))
+   print(cvm.test(x,"plnorm",meanlog = fit.ln$estimate[1], fit.ln$estimate[2]))
+   print(ks.test(x, "pexp", rate = fit.e$estimate[1]))
+   print(cvm.test(x, "pexp", rate = fit.e$estimate[1]))
+ }
values
  aux          logi [1:20756] TRUE TRUE TRUE TRUE TRUE TRUE ...
  bx          num [1:11] 0 10 20 30 40 50 60 70 80 90 ...
  grid       num [1:201] 0 0.5 1 1.5 2 2.5 3 3.5 4 4.5 ...
  i          4L
  int        "No"
  j          4L
  TencionNo1 num [1:910] 114.5 57.5 44.6 34.1 55.7 ...
  TencionNo2 num [1:15101] 77 81.9 141.4 40.9 40.9 ...
  TencionNo3 num [1:1705] 75.9 68.6 27.1 39.8 20.5 ...
  TencionNo4 num [1:363] 63.3833 66 80.15 13.6667 0.0333 ...
  Tencionsi124 num [1:2510] 44.8 76.6 117.7 116.3 76.9 ...
  Tencionsi3  num [1:167] 51.6 54 31.5 64.8 38 ...

> Tdespacho<- dat_Tdespacho[,c(2,5)]
> summary(Tdespacho)
CodigoDeClaveDeAtencion TiempoDespachoMin
Length:5013          Min.   : NA
Class :character     1st Qu.: NA
Mode :character      Median : NA
                    Mean    :NaN
                    3rd Qu.: NA
                    Max.    : NA
                    NA's    :5013

> dat_Tdespacho <- read_excel("variablesInput_GoF.xlsx", sheet = "Tdespacho",
+                             col_types = c(rep("text", 4), "numeric"), na = "-")
>
> Tdespacho<- dat_Tdespacho[,c(2,5)]
> summary(Tdespacho)
CodigoDeClaveDeAtencion TiempoDespachoMin
Length:5013          Min.   :-1.8143
Class :character     1st Qu.: 0.3907
Mode :character      Median : 0.5312
                    Mean    : 4.6932
                    3rd Qu.: 1.5168
                    Max.    :258.9244

> Tdespacho$CodigoDeClaveDeAtencion <- as.factor(Tdespacho$CodigoDeClaveDeAtencion)
> aggregate(Tdespacho$TiempoDespachoMin, by = list(Tdespacho$CodigoDeClaveDeAtencion), FUN = mean)
  Group.1      x
1      1 0.7836053
2      2 1.4879955
3      3 21.7730657
4      4 150.3381500
> aggregate(Tdespacho$TiempoDespachoMin, by = list(Tdespacho$CodigoDeClaveDeAtencion), FUN = length)
  Group.1      x
1      1 574
2      2 3646
3      3 790
4      4 3
> boxplot(Tdespacho$TiempoDespachoMin ~ Tdespacho$CodigoDeClaveDeAtencion)
`
```



```
> fligner.test(Tdespacho$TiempoDespachoMin ~ Tdespacho$CodigoDeClaveDeAtencion)

Fligner-killeen test of homogeneity of variances

data:  Tdespacho$TiempoDespachoMin by Tdespacho$CodigoDeClaveDeAtencion
Fligner-killeen:med chi-squared = 2094.5, df = 3, p-value < 2.2e-16

>
> aux <- Tdespacho$CodigoDeClaveDeAtencion %in% c(3,4)
> fligner.test(Tdespacho$TiempoDespachoMin[aux] ~ Tdespacho$CodigoDeClaveDeAtencion[aux])

Fligner-killeen test of homogeneity of variances

data:  Tdespacho$TiempoDespachoMin[aux] by Tdespacho$CodigoDeClaveDeAtencion[aux]
Fligner-killeen:med chi-squared = 5.1347, df = 1, p-value = 0.02345
```

# Se rechaza igualdad de varianzas

# Se hace prueba de igualdad de medias (aunque no haría falta, pues las distribuciones ya sabemos que son diferentes)

```
> dunn.test(Tdespacho$TiempoDespachoMin, Tdespacho$CodigoDeClaveDeAtencion,
+           method="hochberg")
Kruskal-wallis rank sum test
```

```
data: x and group
kruskal-wallis chi-squared = 1534.0452, df = 3, p-value = 0
```

```
Comparison of x by group
(Hochberg)
```

Col	Mean	1	2	3
2	-0.041340 0.4835			
3	-27.63611 0.0000*	-38.57522 0.0000*		
4	-3.331869 0.0013*	-3.335977 0.0017*	-0.713933 0.4753	

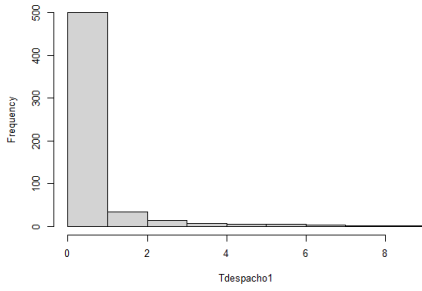
```
alpha = 0.05
Reject Ho if p <= alpha/2
```

# Se consideran todas las claves por separado

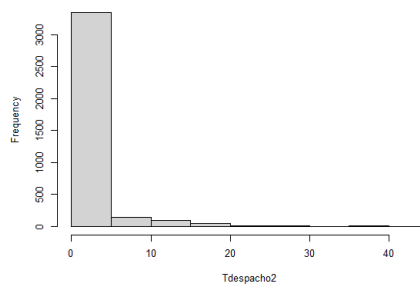
```
> Tdespacho1 <- Tdespacho$TiempoDespachoMin[Tdespacho$CodigoDeClaveDeAtencion == 1]
> Tdespacho2 <- Tdespacho$TiempoDespachoMin[Tdespacho$CodigoDeClaveDeAtencion == 2]
> Tdespacho3 <- Tdespacho$TiempoDespachoMin[Tdespacho$CodigoDeClaveDeAtencion == 3]
> Tdespacho4 <- Tdespacho$TiempoDespachoMin[Tdespacho$CodigoDeClaveDeAtencion == 4]
>
> Tdespacho1 <- Tdespacho1[-which(Tdespacho1 < 0)]
> summary(Tdespacho1)
  Min. 1st Qu.  Median    Mean 3rd Qu.    Max.
0.1735 0.3817  0.4924  0.7937  0.6898  8.8115
> Tdespacho2 <- Tdespacho2[-which(Tdespacho2 < 0)]
> summary(Tdespacho2)
  Min. 1st Qu.  Median    Mean 3rd Qu.    Max.
0.0190 0.3727  0.4743  1.5017  0.7397 44.7752
> Tdespacho3 <- Tdespacho3[-which(Tdespacho3 < 0)]
> summary(Tdespacho3)
  Min. 1st Qu.  Median    Mean 3rd Qu.    Max.
0.020  3.275  9.677  21.801  26.724 220.013
> Tdespacho4 <- Tdespacho4[-which(Tdespacho4 < 0)]
> summary(Tdespacho4)
  Min. 1st Qu.  Median    Mean 3rd Qu.    Max.

> par(mfrow=c(2,2))
> hist(Tdespacho1);hist(Tdespacho2);hist(Tdespacho3);hist(Tdespacho4);
Error in hist.default(Tdespacho4) : invalid number of 'breaks'
```

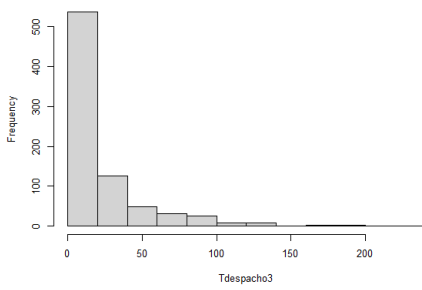
Histogram of Tdespacho1



Histogram of Tdespacho2

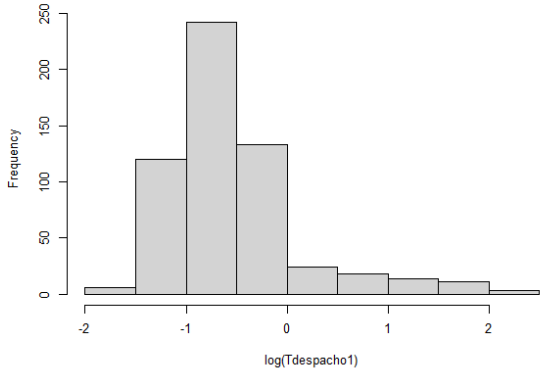


Histogram of Tdespacho3

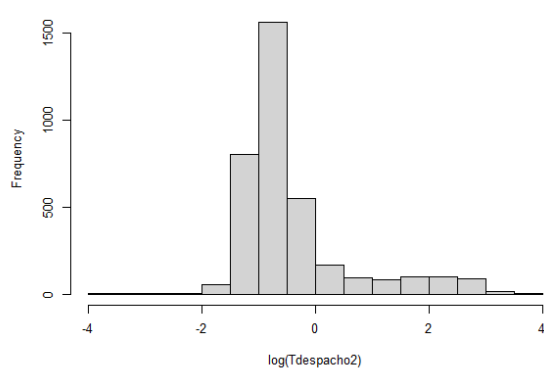


```
> hist(log(Tdespacho1));hist(log(Tdespacho2));hist(log(Tdespacho3));hist(log(Tdespacho4));
Error in hist.default(log(Tdespacho4)) : invalid number of 'breaks'
```

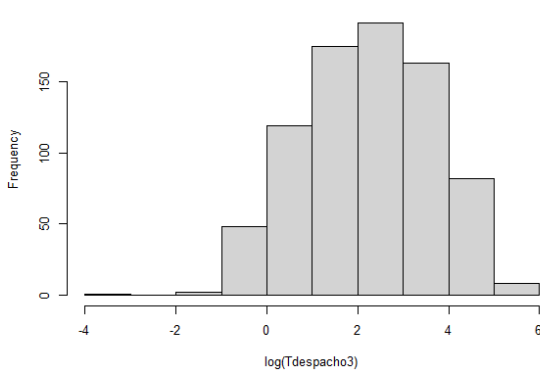
Histogram of log(Tdespacho1)



Histogram of log(Tdespacho2)

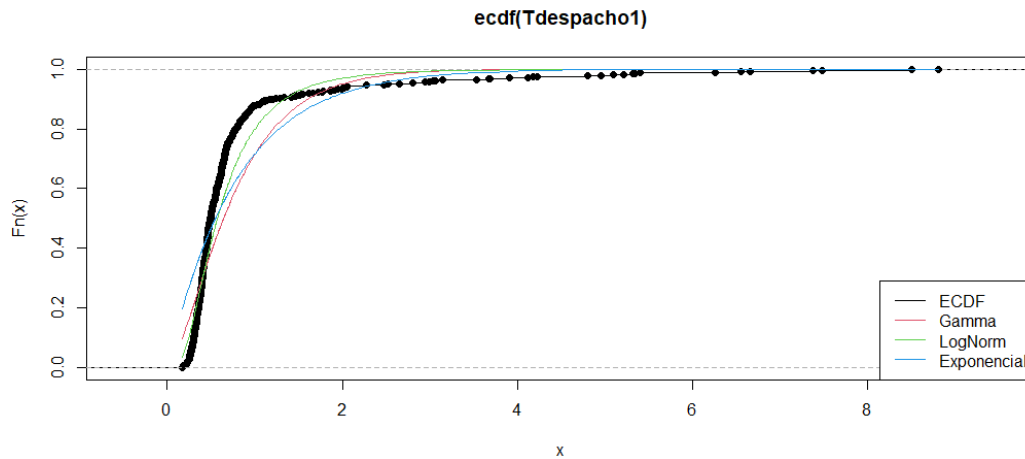


Histogram of log(Tdespacho3)

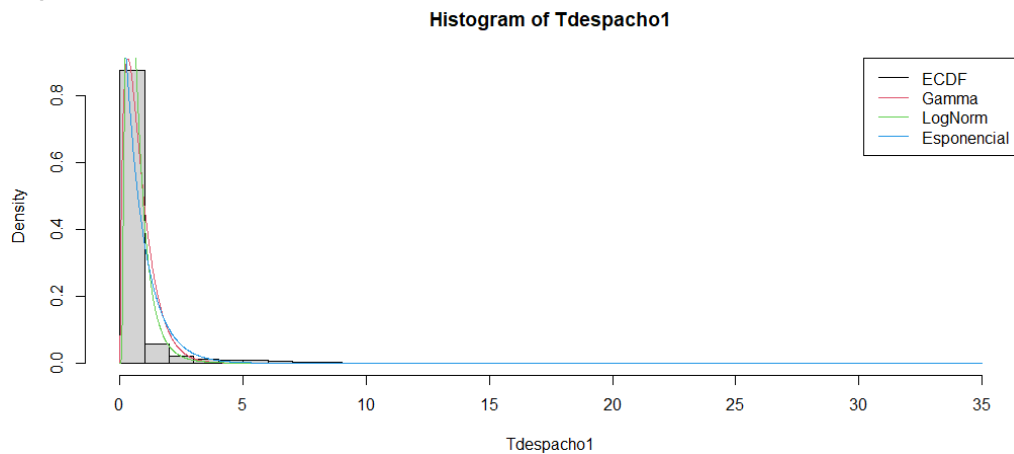


## # Tdespacho1

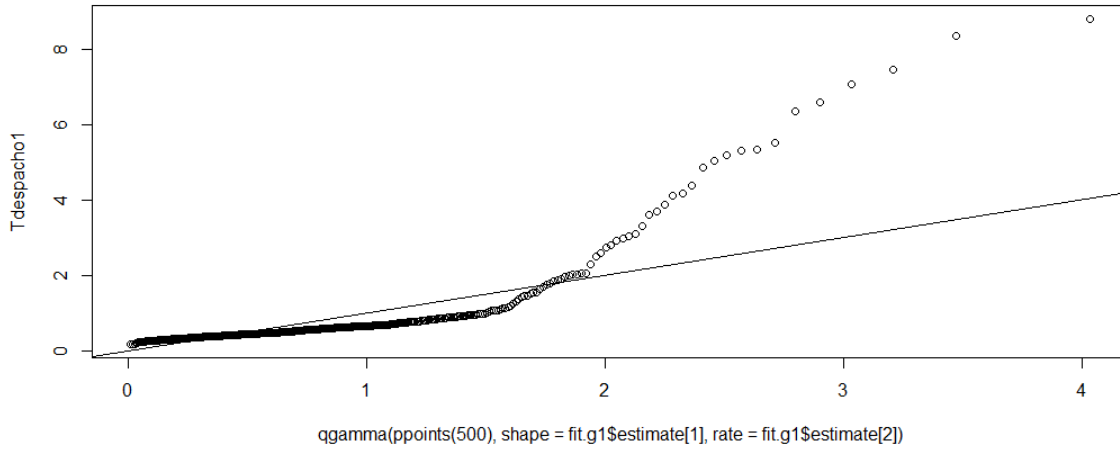
```
> par(mfrow=c(1,1))
> fit.g1 <- fitdistr(Tdespacho1, "gamma", lower=c(0,0))
> fit.ln1 <- fitdistr(Tdespacho1, "log-normal")
> fit.e1 <- fitdistr(Tdespacho1, "exponential")
> plot(ecdf(Tdespacho1))
> lines(sort(Tdespacho1), pgamma(sort(Tdespacho1), shape = fit.g1$estimate[1], rate = fit.g1$estimate[2]), col=2)
> lines(sort(Tdespacho1), plnorm(sort(Tdespacho1), meanlog = fit.ln1$estimate[1], sdlog = fit.ln1$estimate[2]), col=3)
> lines(sort(Tdespacho1), pexp(sort(Tdespacho1), rate = fit.e1$estimate[1]), col=4)
> legend("bottomright", c("ECDF", "Gamma", "LogNorm", "Exponencial"), col=1:4, lty=1)
```



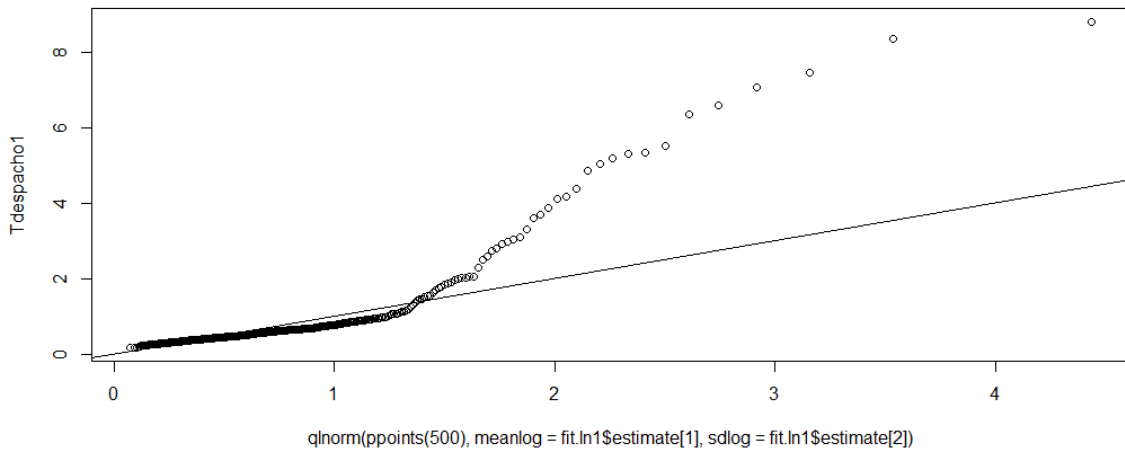
```
> bx <- seq(0,35, 1)
> h <- hist(Tdespacho1, breaks=bx, freq = F);
> grid <- seq(0,35,0.01)
> lines(grid, dgamma(grid, shape = fit.g1$estimate[1], rate = fit.g1$estimate[2]), col=2)
> lines(grid, dlnorm(grid, meanlog = fit.ln1$estimate[1], sdlog = fit.ln1$estimate[2]), col=3)
> lines(grid, dexp(grid, rate = fit.e1$estimate[1]), col=4)
>
> legend("topright", c("ECDF", "Gamma", "LogNorm", "Esponencial"), col=1:4, lty=1)
```



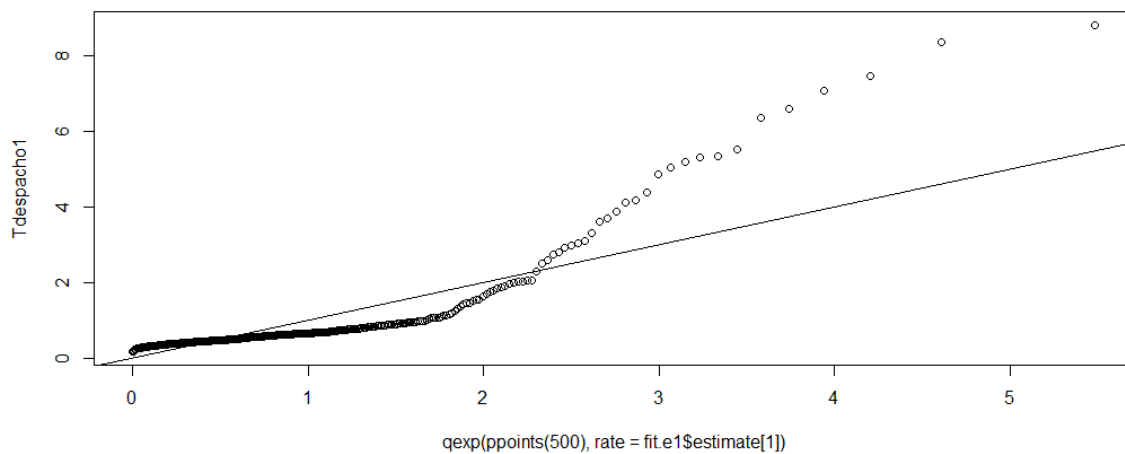
```
> qqplot(qgamma(ppoints(500), shape = fit.g1$estimate[1], rate = fit.g1$estimate[2]), Tdespacho1)
> abline(0,1)
```



```
> qqplot(qlnorm(ppoints(500), meanlog = fit.ln1$estimate[1], sdlog = fit.ln1$estimate[2]), Tdespacho1)
> abline(0,1)
```



```
> qqplot(qexp(ppoints(500), rate = fit.e1$estimate[1]), Tdespacho1)
> abline(0,1)
```





```
> tests(Tdespacho1)
[1] "sample size = 571"

      one-sample Kolmogorov-Smirnov test

data:  x
D = 0.21905, p-value < 2.2e-16
alternative hypothesis: two-sided

      Cramer-von Mises test of goodness-of-fit
Null hypothesis: Gamma distribution
with parameters shape = 1.68190160199197, rate = 2.11895101044894
Parameters assumed to be fixed

data:  x
omega2 = 9.1417, p-value < 2.2e-16

      one-sample Kolmogorov-Smirnov test

data:  x
D = 0.14168, p-value = 2.214e-10
alternative hypothesis: two-sided

      Cramer-von Mises test of goodness-of-fit
Null hypothesis: log-normal distribution
with parameter meanlog = -0.556829407931033
Parameters assumed to be fixed

data:  x
omega2 = 3.6056, p-value = 3.183e-09

      one-sample Kolmogorov-Smirnov test

data:  x
D = 0.2451, p-value < 2.2e-16
alternative hypothesis: two-sided

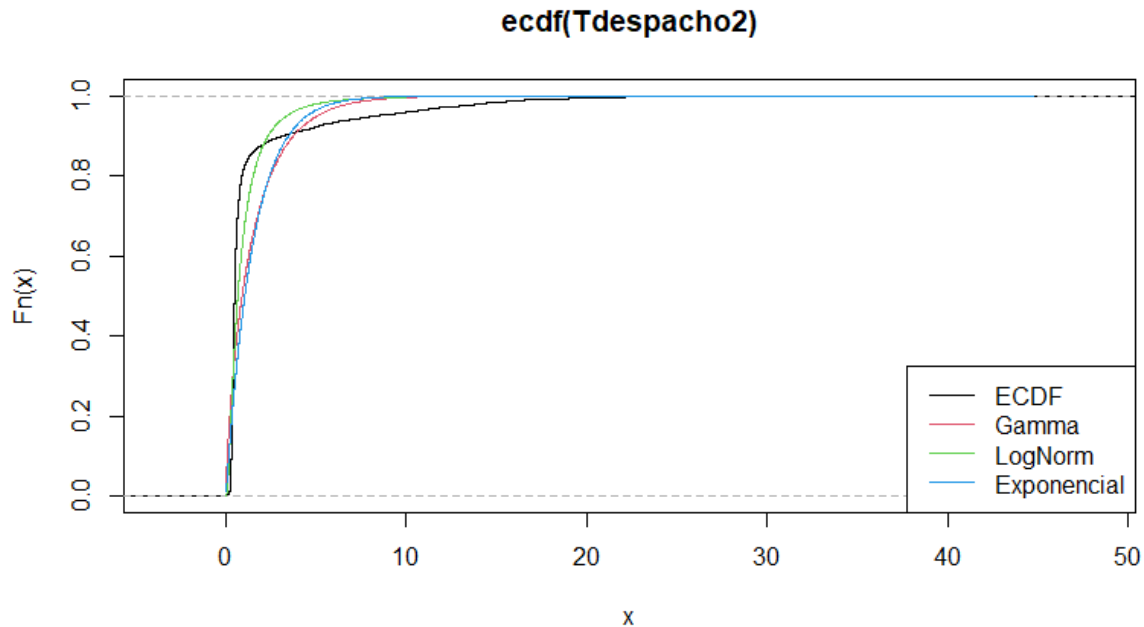
      Cramer-von Mises test of goodness-of-fit
Null hypothesis: exponential distribution
with parameter rate = 1.25985424095091
Parameters assumed to be fixed

data:  x
omega2 = 10.547, p-value < 2.2e-16

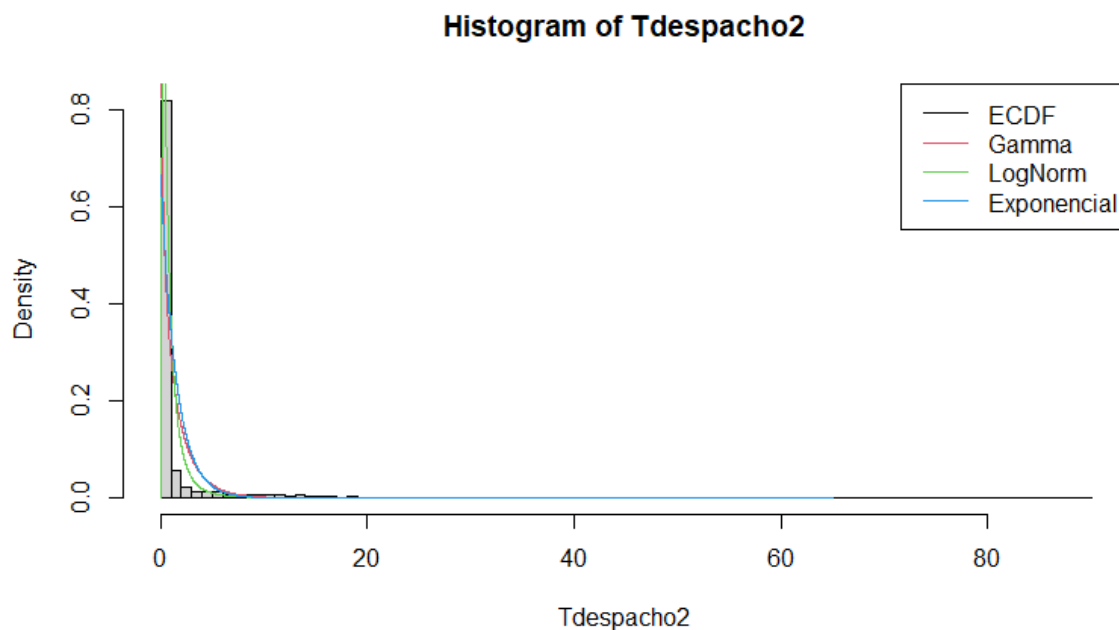
warning messages:
1: In ks.test(x, "pgamma", shape = fit.g$estimate[1], rate = fit.g$estimate[2]) :
  ties should not be present for the Kolmogorov-Smirnov test
2: In ks.test(x, "plnorm", meanlog = fit.ln$estimate[1], fit.ln$estimate[2]) :
  ties should not be present for the Kolmogorov-Smirnov test
3: In ks.test(x, "pexp", rate = fit.e$estimate[1]) :
  ties should not be present for the Kolmogorov-Smirnov test
```

## # Tdespacho2

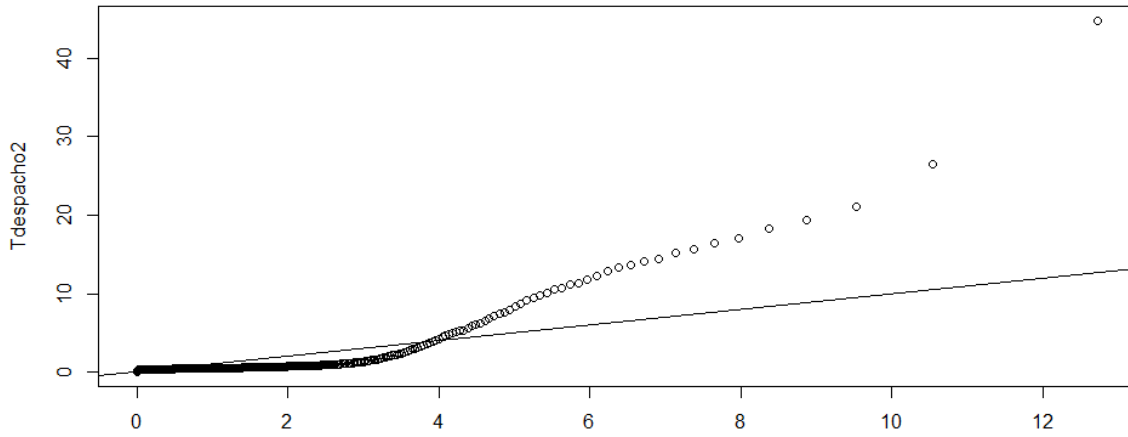
```
> fit.g2 <- fitdistr(Tdespacho2, "gamma", lower=c(0,0))
> fit.ln2 <- fitdistr(Tdespacho2, "log-normal")
> fit.e2 <- fitdistr(Tdespacho2, "exponential")
>
> plot(ecdf(Tdespacho2))
> lines(sort(Tdespacho2), pgamma(sort(Tdespacho2), shape = fit.g2$estimate[1], rate = fit.g2$estimate[2]), col=2)
> lines(sort(Tdespacho2), plnorm(sort(Tdespacho2), meanlog = fit.ln2$estimate[1], sdlog = fit.ln2$estimate[2]), col=3)
> lines(sort(Tdespacho2), pexp(sort(Tdespacho2), rate = fit.e2$estimate[1]), col=4)
> legend("bottomright", c("ECDF", "Gamma", "LogNorm", "Exponencial"), col=1:4, lty=1)
```



```
> bx <- seq(0,90, 1)
> h <- hist(Tdespacho2, breaks=bx, freq =F);
> grid <- seq(0,65,0.01)
> lines(grid, dgamma(grid, shape = fit.g2$estimate[1], rate = fit.g2$estimate[2]), col=2)
> lines(grid, dlnorm(grid, meanlog = fit.ln2$estimate[1], sdlog = fit.ln2$estimate[2]), col=3)
> lines(grid, dexp(grid, rate = fit.e2$estimate[1]), col=4)
>
> legend("topright", c("ECDF", "Gamma", "LogNorm", "Exponencial"), col=1:4, lty=1)
```

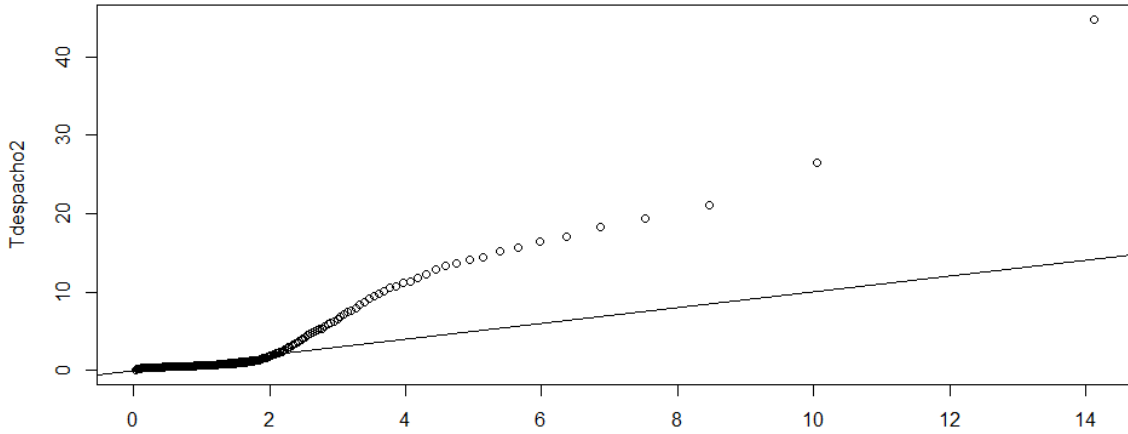


```
> qqplot(qgamma(ppoints(500), shape = fit.g2$estimate[1], rate = fit.g2$estimate[2]), Tdespacho2)
> abline(0,1)
```



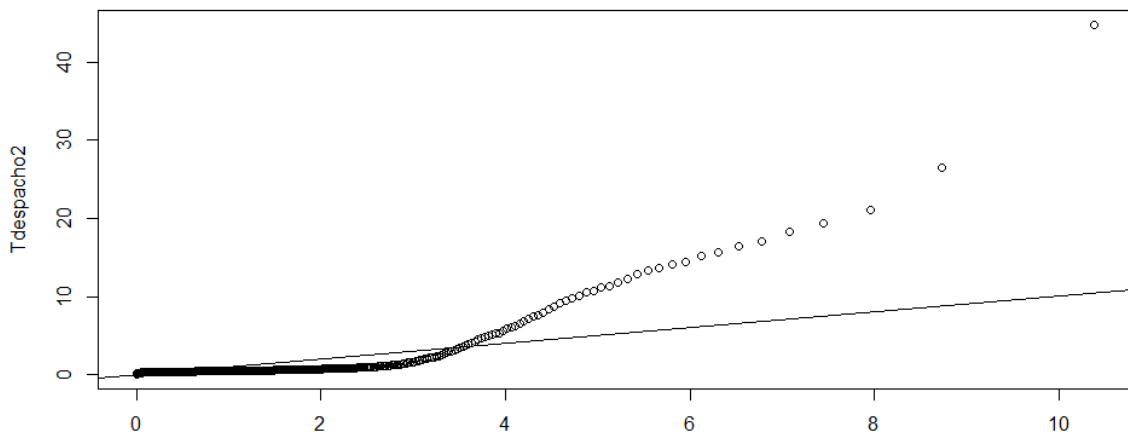
qgamma(ppoints(500), shape = fit.g2\$estimate[1], rate = fit.g2\$estimate[2])

```
> qqplot(qlnorm(ppoints(500), meanlog = fit.ln2$estimate[1], sdlog = fit.ln2$estimate[2]), Tdespacho2)
> abline(0,1)
```



qlnorm(ppoints(500), meanlog = fit.ln2\$estimate[1], sdlog = fit.ln2\$estimate[2])

```
> qqplot(qexp(ppoints(500), rate = fit.e2$estimate[1]), Tdespacho2)
> abline(0,1)
```



qexp(ppoints(500), rate = fit.e2\$estimate[1])

```
> tests(Tdespacho2)
[1] "sample size = 3626"

      one-sample Kolmogorov-Smirnov test

data:  x
D = 0.30831, p-value < 2.2e-16
alternative hypothesis: two-sided

      Cramer-von Mises test of goodness-of-fit
Null hypothesis: Gamma distribution
with parameters shape = 0.724551930705369, rate = 0.482480216874312
Parameters assumed to be fixed

data:  x
omega2 = 113.46, p-value < 2.2e-16

      one-sample Kolmogorov-Smirnov test

data:  x
D = 0.20733, p-value < 2.2e-16
alternative hypothesis: two-sided

      Cramer-von Mises test of goodness-of-fit
Null hypothesis: log-normal distribution
with parameter meanlog = -0.423504391621554
Parameters assumed to be fixed

data:  x
omega2 = 55.391, p-value < 2.2e-16

      one-sample Kolmogorov-Smirnov test

data:  x
D = 0.36406, p-value < 2.2e-16
alternative hypothesis: two-sided

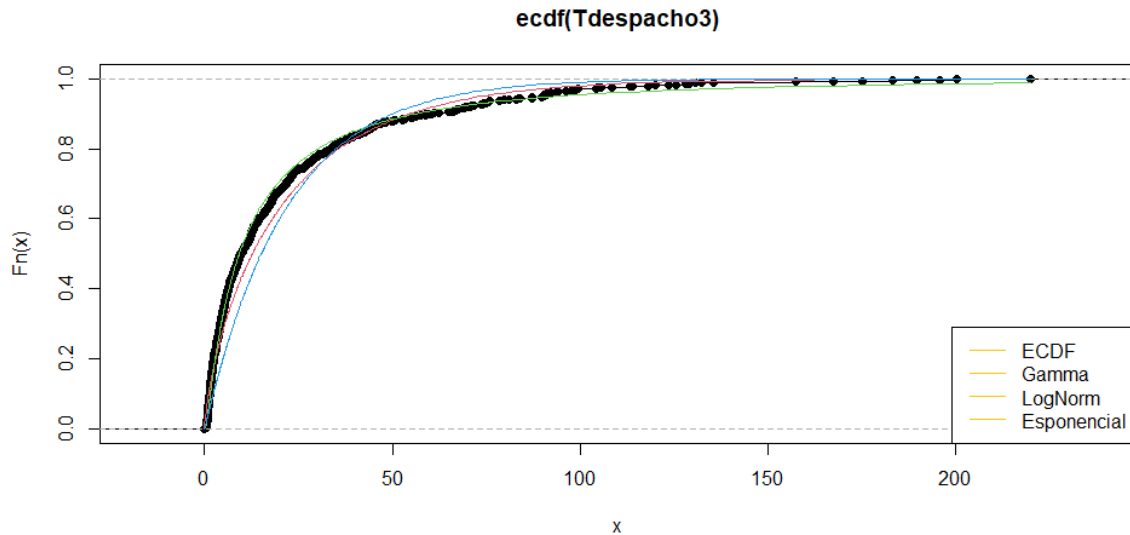
      Cramer-von Mises test of goodness-of-fit
Null hypothesis: exponential distribution
with parameter rate = 0.665900972345464
Parameters assumed to be fixed

data:  x
omega2 = 159.62, p-value < 2.2e-16

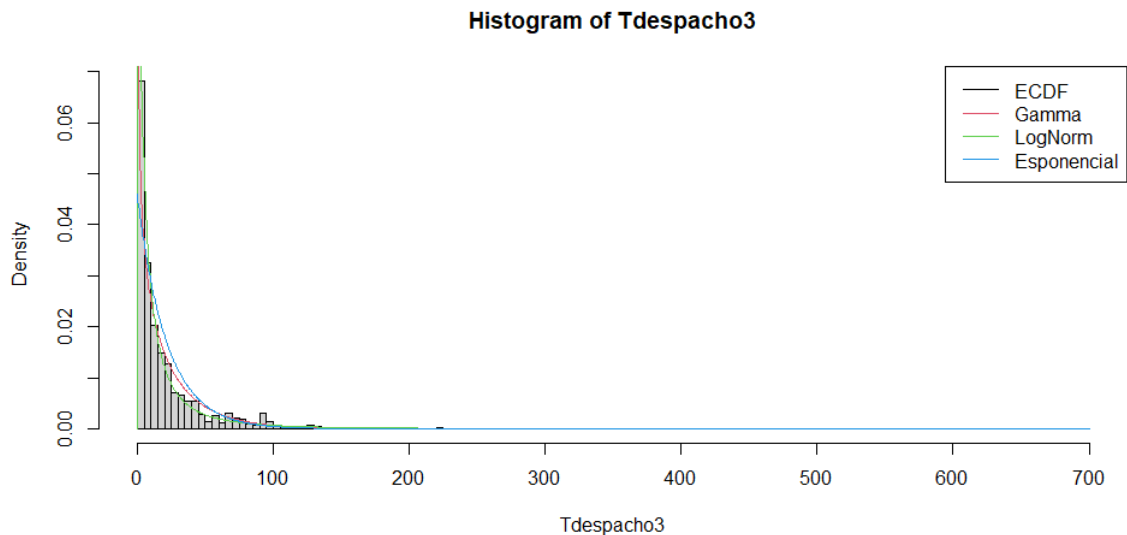
warning messages:
1: In ks.test(x, "pgamma", shape = fit.g$estimate[1], rate = fit.g$estimate[2]) :
  ties should not be present for the Kolmogorov-Smirnov test
2: In ks.test(x, "plnorm", meanlog = fit.ln$estimate[1], fit.ln$estimate[2]) :
  ties should not be present for the Kolmogorov-Smirnov test
3: In ks.test(x, "pexp", rate = fit.e$estimate[1]) :
  ties should not be present for the Kolmogorov-Smirnov test
```

## # Tdespacho3

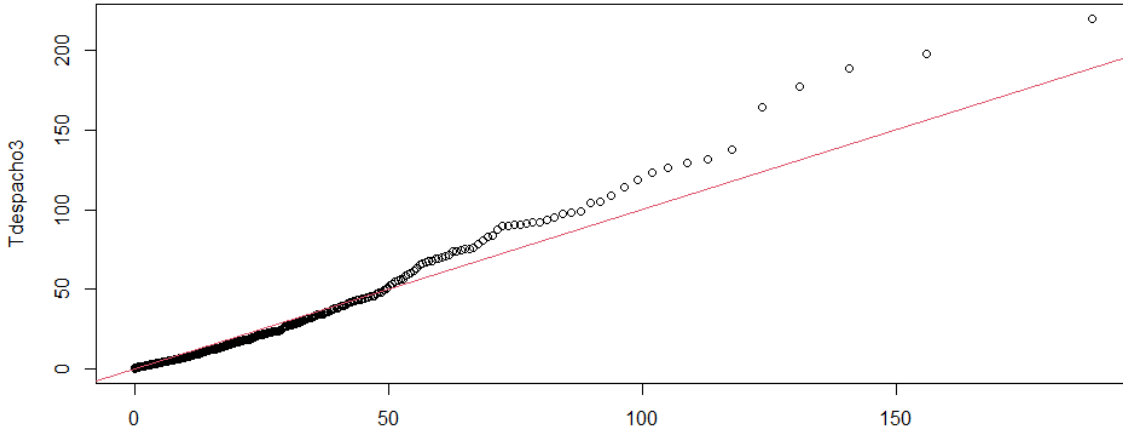
```
> legend("bottomright",c("ECDF","Gamma","LogNorm", "Esponencial"), col=1:4, lty=1)
> fit.g3 <- fitdistr(Tdespacho3, "gamma",lower=c(0,0))
> fit.ln3 <- fitdistr(Tdespacho3, "log-normal")
> fit.e3 <- fitdistr(Tdespacho3, "exponential")
>
> plot(ecdf(Tdespacho3))
> lines(sort(Tdespacho3), pgamma(sort(Tdespacho3), shape = fit.g3$estimate[1], rate = fit.g3$estimate[2]), col=2)
> lines(sort(Tdespacho3), plnorm(sort(Tdespacho3), meanlog =fit.ln3$estimate[1] , sdlog = fit.ln3$estimate[2]), col=3)
> lines(sort(Tdespacho3), pexp(sort(Tdespacho3), rate =fit.e3$estimate[1]), col=4)
>
> legend("bottomright",c("ECDF","Gamma","LogNorm", "Esponencial"), col=1:4, lty=1)
```



```
> bx <- seq(0,700, 5)
> h <- hist(Tdespacho3, breaks=bx, freq =F);
> grid <- seq(0,700,0.5)
> lines(grid, dgamma(grid, shape = fit.g3$estimate[1], rate = fit.g3$estimate[2]), col=2)
> lines(grid, dlnorm(grid, meanlog =fit.ln3$estimate[1] , sdlog = fit.ln3$estimate[2]), col=3)
> lines(grid, dexp(grid, rate =fit.e3$estimate[1]), col=4)
>
> legend("topright",c("ECDF","Gamma","LogNorm", "Esponencial"), col=1:4, lty=1)
```

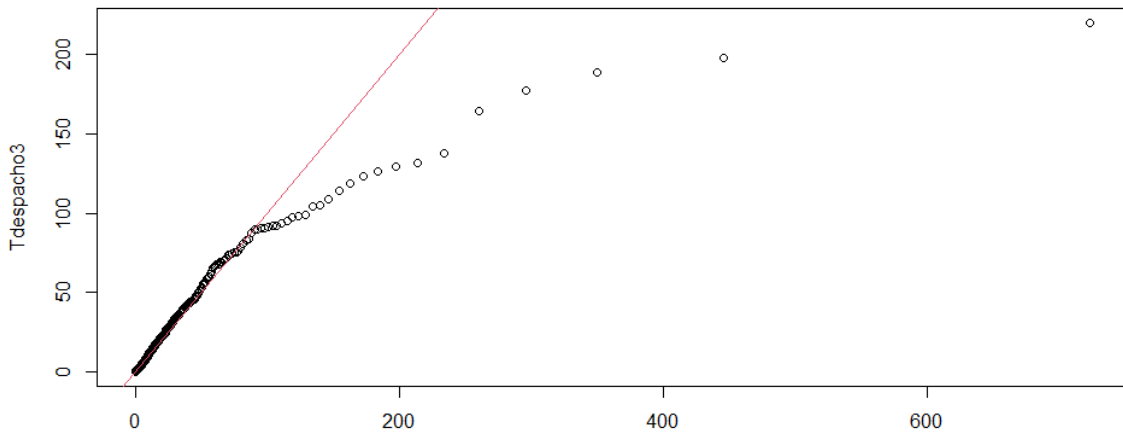


```
> qqplot(qgamma(ppoints(500), shape = fit.g3$estimate[1], rate = fit.g3$estimate[2]), Tdespacho3)
> abline(0,1, col=2)
```



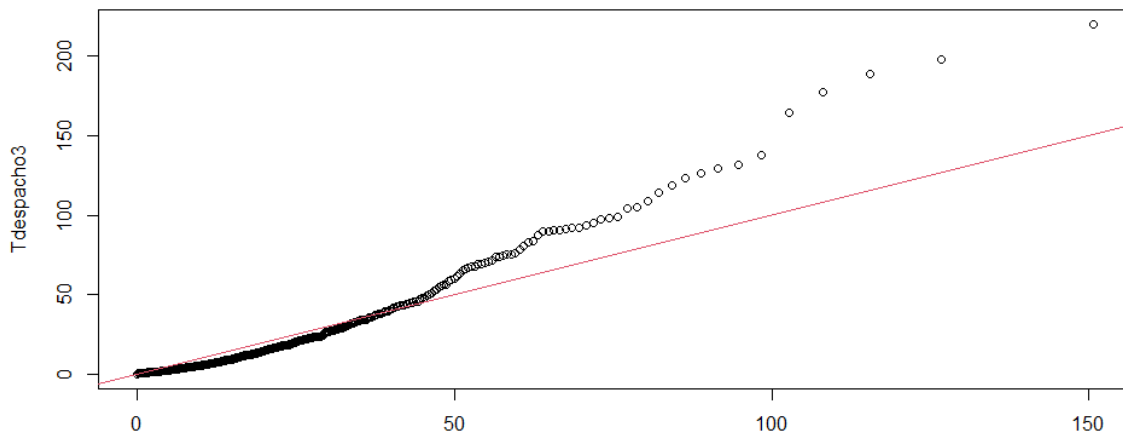
```
qgamma(ppoints(500), shape = fit.g3$estimate[1], rate = fit.g3$estimate[2])
```

```
> qqplot(qlnorm(ppoints(500), meanlog = fit.ln3$estimate[1], sdlog = fit.ln3$estimate[2]), Tdespacho3)
> abline(0,1, col=2)
```



```
qlnorm(ppoints(500), meanlog = fit.ln3$estimate[1], sdlog = fit.ln3$estimate[2])
```

```
> qqplot(qexp(ppoints(500), rate = fit.e3$estimate[1]), Tdespacho3)
> abline(0,1, col=2)
```



```
qexp(ppoints(500), rate = fit.e3$estimate[1])
```

```
> tests(Tdespacho3)
[1] "sample size = 789"

      one-sample Kolmogorov-Smirnov test

data:  x
D = 0.07596, p-value = 0.0002223
alternative hypothesis: two-sided

      Cramer-von Mises test of goodness-of-fit
Null hypothesis: Gamma distribution
with parameters shape = 0.702681937517635, rate = 0.0322311771764661
Parameters assumed to be fixed

data:  x
omega2 = 1.5756, p-value = 0.0001149

      one-sample Kolmogorov-Smirnov test

data:  x
D = 0.036813, p-value = 0.2353
alternative hypothesis: two-sided

      Cramer-von Mises test of goodness-of-fit
Null hypothesis: log-normal distribution
with parameter meanlog = 2.2223746847566
Parameters assumed to be fixed

data:  x
omega2 = 0.2689, p-value = 0.1658

      one-sample Kolmogorov-Smirnov test

data:  x
D = 0.15441, p-value < 2.2e-16
alternative hypothesis: two-sided

      Cramer-von Mises test of goodness-of-fit
Null hypothesis: exponential distribution
with parameter rate = 0.0458687866927399
Parameters assumed to be fixed

data:  x
omega2 = 6.7567, p-value < 2.2e-16
```

## # Tdespacho4

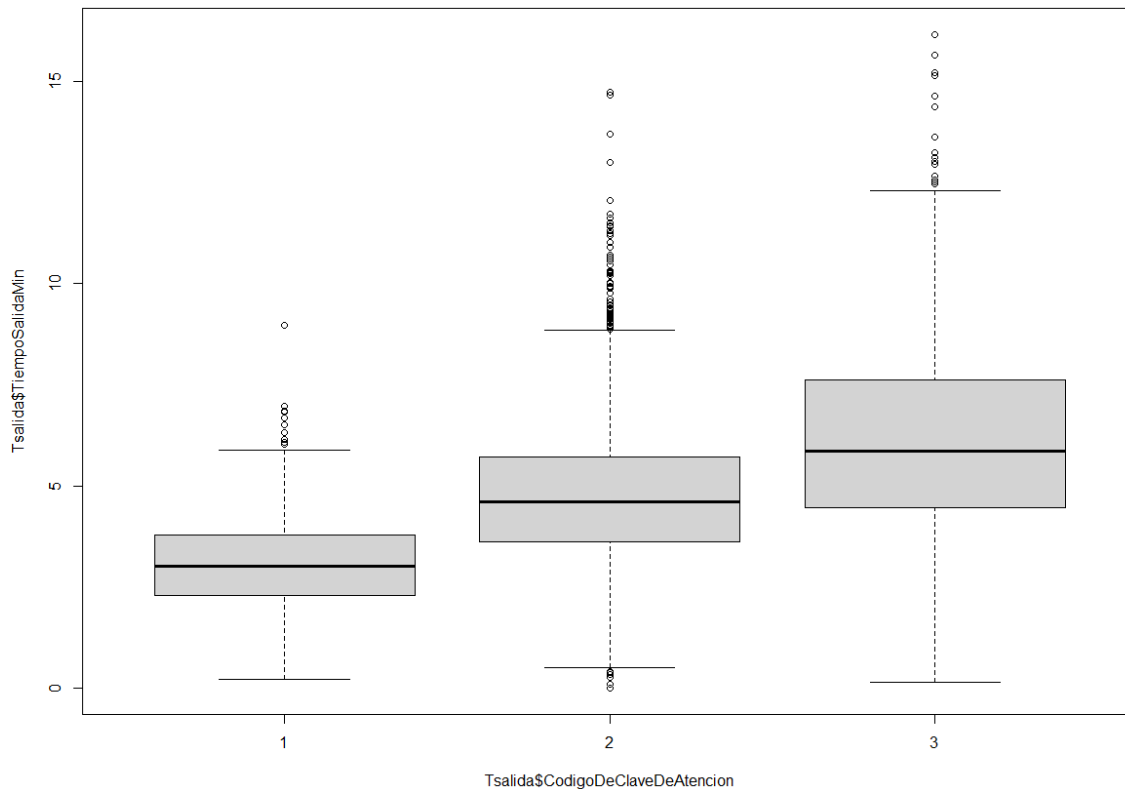
```
> length(Tdespacho4)
[1] 0
```

Como se puede apreciar, las distribuciones no ajustan con gran precisión, no obstante, basado en experiencias anteriores, de simulaciones que lograron predecir con éxito comportamientos de la estructura, teniendo esta misma problemática, el autor hará empleo de los parámetros obtenidos. En el caso del despacho en clave 4, al no tener datos de base suficientes, pero tratarse de un caso excepcional de gran similitud con el despacho en clave 3, se determina tomar los parámetros de este último.

## Secuencia *GoF\_Tsalida.R* para franja horaria de 10 a 15 horas

```
> library(readxl)
> library(goftest)
> library(MASS)
> library(dunn.test)
> tests <- function(x){
+   print(paste("sample size =", length(x)))
+   fit.g <- fitdistr(x, "gamma", lower =c(0,0))
+   fit.ln <- fitdistr(x, "log-normal")
+   fit.e <- fitdistr(x, "exponential")
+   print(ks.test(x, "pgamma",shape = fit.g$estimate[1], rate = fit.g$estimate[2]) )
+   print(cvm.test(x,"pgamma",shape = fit.g$estimate[1], rate = fit.g$estimate[2]) )
+   print(ks.test(x, "plnorm", meanlog = fit.ln$estimate[1], fit.ln$estimate[2]))
+   print(cvm.test(x,"plnorm",meanlog = fit.ln$estimate[1], fit.ln$estimate[2]))
+   # print(ks.test(x, "pexp", rate = fit.e$estimate[1]))
+   # print(cvm.test(x, "pexp", rate = fit.e$estimate[1]))
+ }
> dat_Tsalida <- read_excel("VariablesInput_GoF.xlsx", sheet =6, col_types = c("text","text", "text","text", "numeric"))
> summary(dat_Tsalida)
FinRecepcionDeLlamadaOriginal  CodigodeClaveDeAtencion  Tiemposalidaok  CodigodeMovil
Length:4032                    Length:4032          Length:4032      Length:4032
Class :character                Class :character     Class :character  Class :character
Mode :character                  Mode :character      Mode :character   Mode :character

TiemposalidaMin
Min.   : 0.01405
1st Qu.: 3.47638
Median : 4.58208
Mean   : 4.83069
3rd Qu.: 5.81595
Max.   :16.15133
> Tsalida <- dat_Tsalida[,c(2,5)]
> Tsalida$CodigoDeClaveDeAtencion <- as.factor(Tsalida$CodigoDeClaveDeAtencion)
> aggregate(Tsalida$TiemposalidaMin, by = list(Tsalida$CodigoDeClaveDeAtencion), FUN = mean)
Group.1  x
1        1 3.140960
2        2 4.800324
3        3 6.236013
> aggregate(Tsalida$TiemposalidaMin, by = list(Tsalida$CodigoDeClaveDeAtencion), FUN = length)
Group.1  x
1        1 454
2        2 2968
3        3 610
```





```
> kruskal.test(Tsalida$TiempoSalidaMin ~ Tsalida$CodigoDeClaveDeAtencion)
```

Kruskal-wallis rank sum test

```
data: Tsalida$TiempoSalidaMin by Tsalida$CodigoDeClaveDeAtencion
Kruskal-wallis chi-squared = 646.39, df = 2, p-value < 2.2e-16
```

```
> dunn.test(Tsalida$TiempoSalidaMin, Tsalida$CodigoDeClaveDeAtencion,
+           method="hochberg")
Kruskal-wallis rank sum test
```

```
data: x and group
Kruskal-wallis chi-squared = 646.3941, df = 2, p-value = 0
```

Comparison of x by group  
(Hochberg)

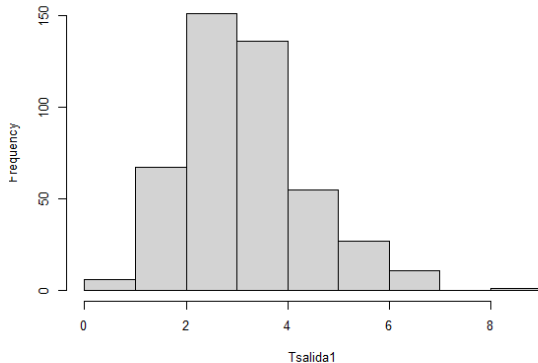
Col	Mean		
Row	Mean	1	2
2	-19.50519		
		0.0000*	
3	-25.31722	-13.18874	
		0.0000*	0.0000*

alpha = 0.05

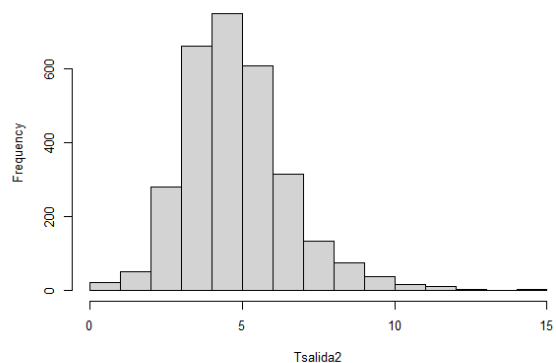
Reject Ho if  $p \leq \alpha/2$

```
> Tsalida1 <- Tsalida$TiempoSalidaMin[Tsalida$CodigoDeClaveDeAtencion == 1]
> Tsalida2 <- Tsalida$TiempoSalidaMin[Tsalida$CodigoDeClaveDeAtencion == 2]
> Tsalida3 <- Tsalida$TiempoSalidaMin[Tsalida$CodigoDeClaveDeAtencion == 3]
> Tsalida4 <- Tsalida$TiempoSalidaMin[Tsalida$CodigoDeClaveDeAtencion == 4]
> par(mfrow=c(2,2))
> hist(Tsalida1);hist(Tsalida2);hist(Tsalida3);hist(Tsalida4);
Error in hist.default(Tsalida4) : invalid number of 'breaks'
```

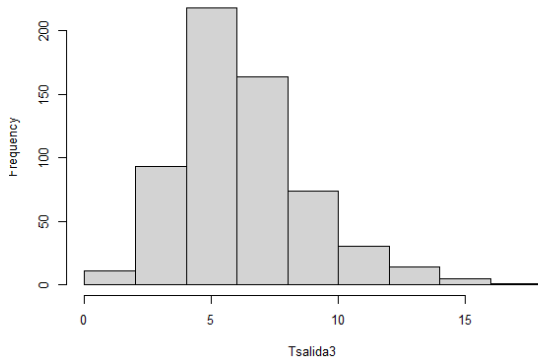
Histogram of Tsalida1



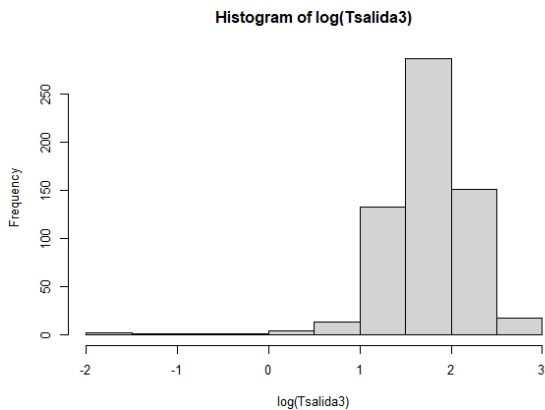
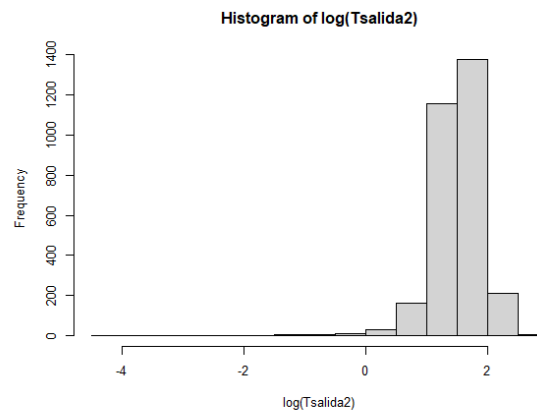
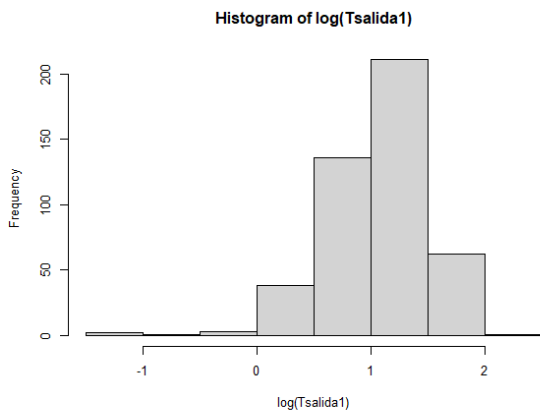
Histogram of Tsalida2



Histogram of Tsalida3

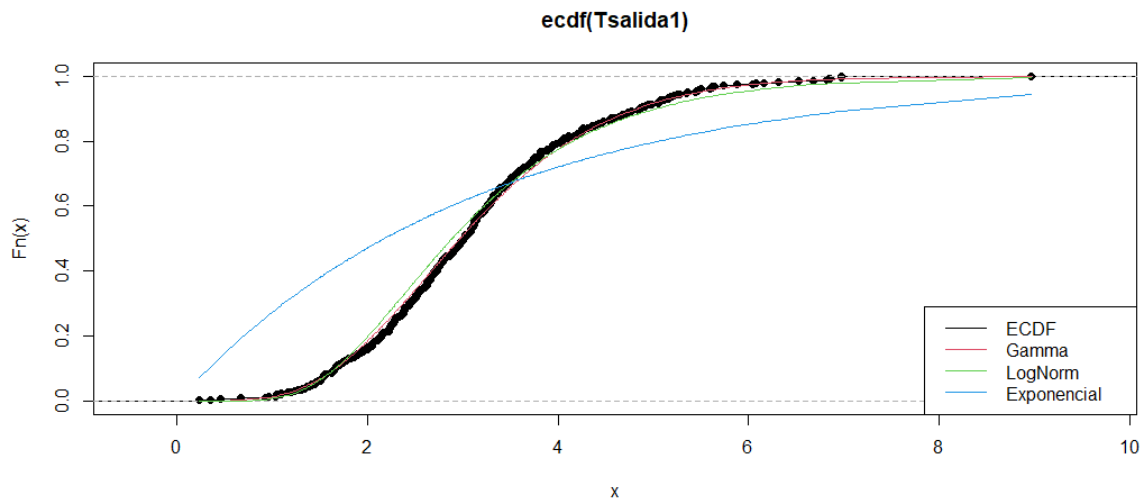


```
> hist(log(Tsalida1));hist(log(Tsalida2));hist(log(Tsalida3));hist(log(Tsalida4));
Error in hist.default(log(Tsalida4)) : invalid number of 'breaks'
```

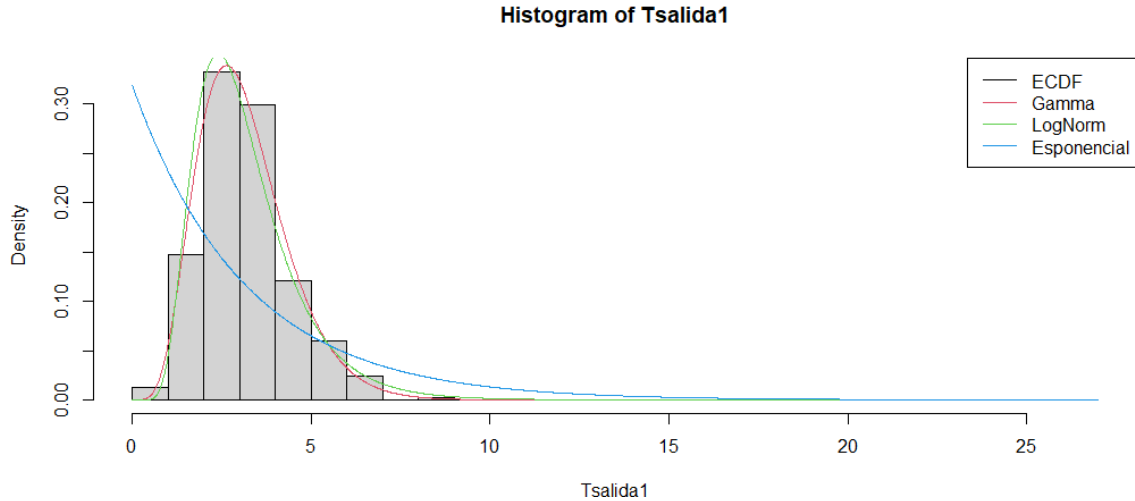


# Tsalida1

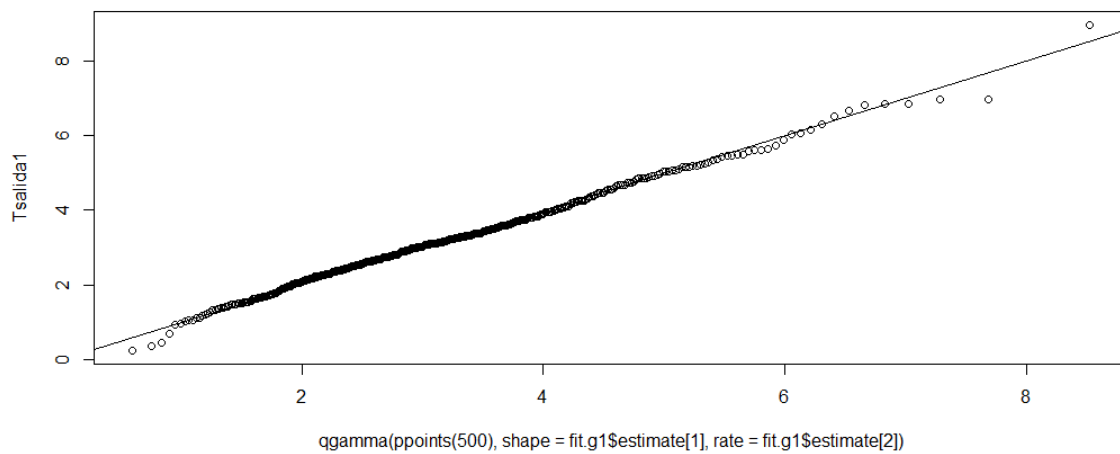
```
> par(mfrow=c(1,1))
> fit.g1 <- fitdistr(Tsalida1, "gamma")
warning messages:
1: In densfun(x, parm[1], parm[2], ...) : NaNs produced
2: In densfun(x, parm[1], parm[2], ...) : NaNs produced
> fit.ln1 <- fitdistr(Tsalida1, "log-normal")
> fit.e1 <- fitdistr(Tsalida1, "exponential")
>
> plot(ecdf(Tsalida1))
> lines(sort(Tsalida1), pgamma(sort(Tsalida1), shape = fit.g1$estimate[1], rate = fit.g1$estimate[2]), col=2)
> lines(sort(Tsalida1), plnorm(sort(Tsalida1), meanlog=fit.ln1$estimate[1], sdlog = fit.ln1$estimate[2]), col=3)
> lines(sort(Tsalida1), pexp(sort(Tsalida1), rate = fit.e1$estimate[1]), col=4)
> legend("bottomright",c("ECDF","Gamma","LogNorm", "Exponencial"), col=1:4, lty=1)
```



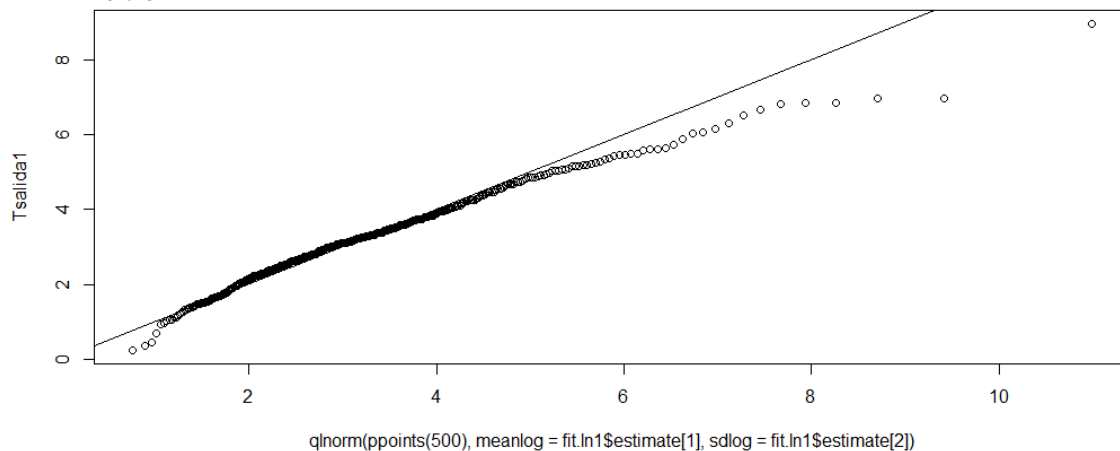
```
> bx <- seq(0,27, i)
> h <- hist(Tsalida1, breaks=bx, freq =F);
> grid <- seq(0,27,0.01)
> lines(grid, dgamma(grid, shape = fit.g1$estimate[1], rate = fit.g1$estimate[2]), col=2)
> lines(grid, dlnorm(grid, meanlog =fit.ln1$estimate[1] , sdlog = fit.ln1$estimate[2]), col=3)
> lines(grid, dexp(grid, rate =fit.e1$estimate[1]), col=4)
> legend("topright",c("ECDF","Gamma","LogNorm", "Esponencial"), col=1:4, lty=1)
```



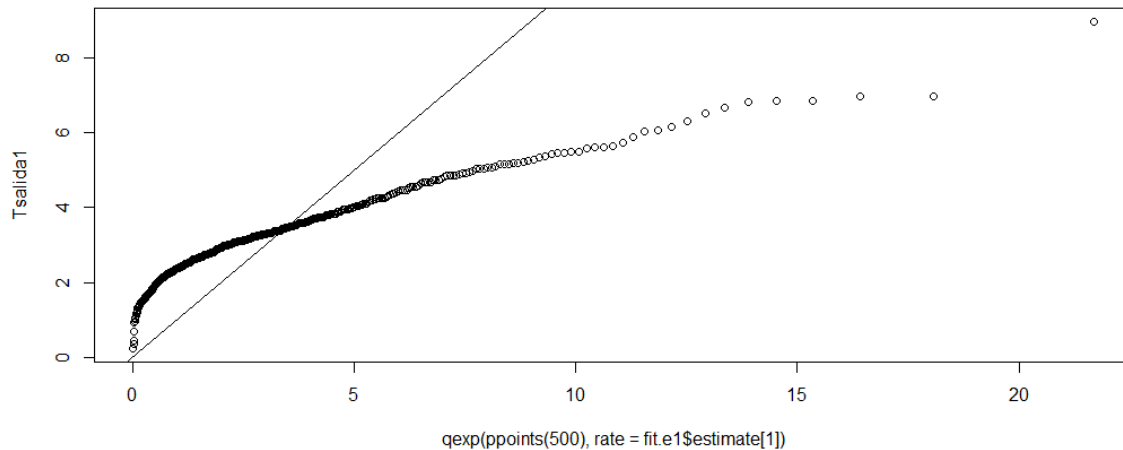
```
> qqplot(qgamma(ppoints(500), shape = fit.g1$estimate[1], rate = fit.g1$estimate[2]), Tsalida1)
> abline(0,1)
```



```
> qqplot(qlnorm(ppoints(500), meanlog = fit.ln1$estimate[1], sdlog = fit.ln1$estimate[2]), Tsalida1)
> abline(0,1)
```



```
> qqplot(qexp(ppoints(500), rate = fit.e1$estimate[1]), Tsalida1)
> abline(0,1)
```



```
> tests(Tsalida1)
[1] "sample size = 454"
```

One-sample Kolmogorov-Smirnov test

```
data: x
D = 0.038927, p-value = 0.4971
alternative hypothesis: two-sided
```

```
Cramer-von Mises test of goodness-of-fit
Null hypothesis: Gamma distribution
with parameters shape = 6.15429192349766, rate = 1.95936722794174
Parameters assumed to be fixed
```

```
data: x
omega2 = 0.12792, p-value = 0.4646
```

One-sample Kolmogorov-Smirnov test

```
data: x
D = 0.060359, p-value = 0.07317
alternative hypothesis: two-sided
```

```
Cramer-von Mises test of goodness-of-fit
Null hypothesis: log-normal distribution
with parameter meanlog = 1.06108953862198
Parameters assumed to be fixed
```

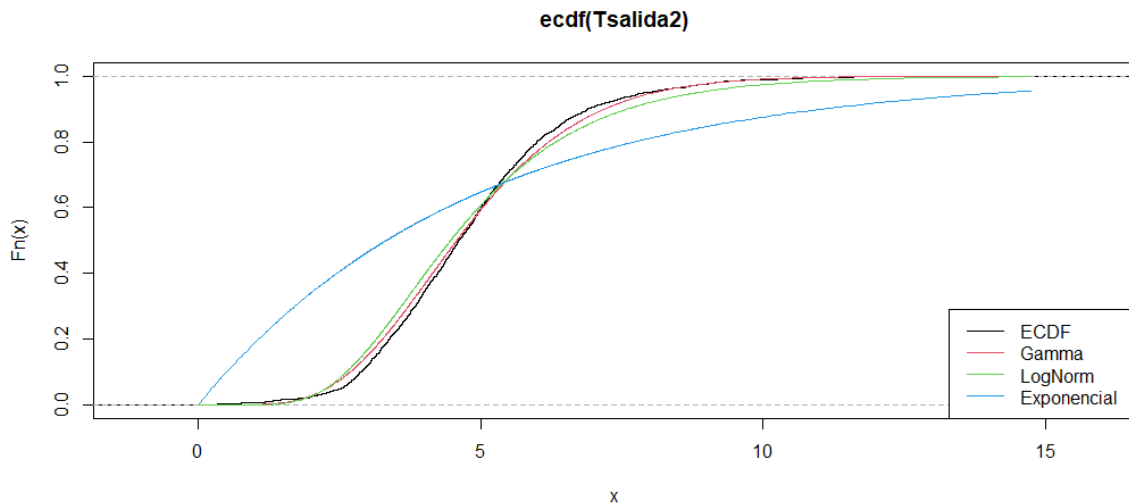
```
data: x
omega2 = 0.43148, p-value = 0.0597
```

warning messages:

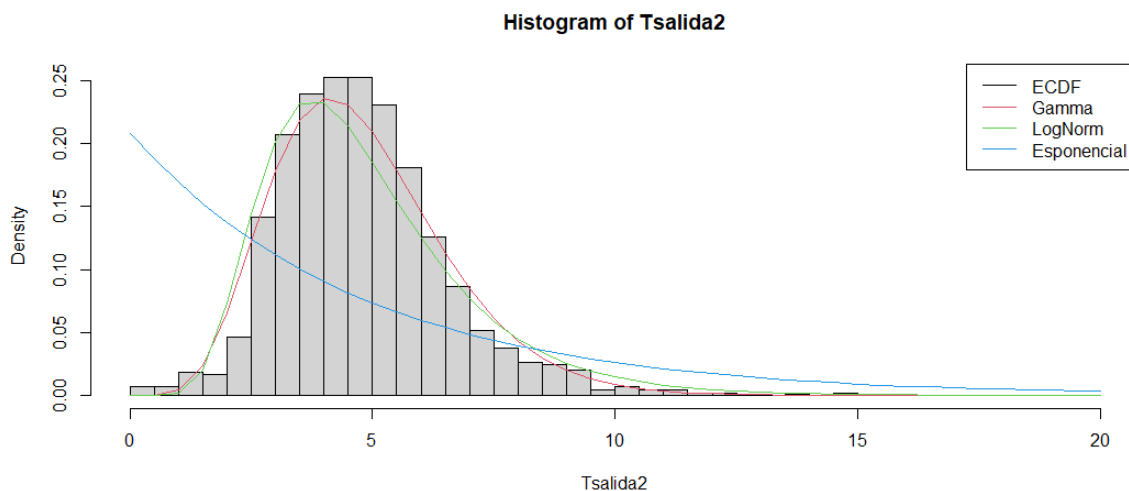
```
1: In ks.test(x, "pgamma", shape = fit.g$estimate[1], rate = fit.g$estimate[2]) :
ties should not be present for the kolmogorov-smirnov test
2: In ks.test(x, "plnorm", meanlog = fit.ln$estimate[1], fit.ln$estimate[2]) :
ties should not be present for the kolmogorov-smirnov test
```

## # Tsalida2

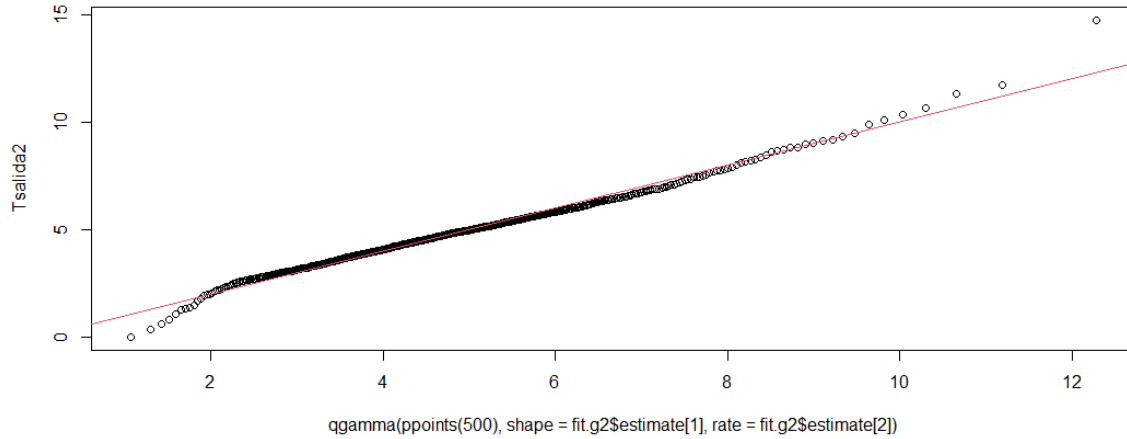
```
> fit.g2 <- fitdistr(Tsalida2, "gamma")
warning messages:
1: In densfun(x, parm[1], parm[2], ...) : NaNs produced
2: In densfun(x, parm[1], parm[2], ...) : NaNs produced
3: In densfun(x, parm[1], parm[2], ...) : NaNs produced
4: In densfun(x, parm[1], parm[2], ...) : NaNs produced
> fit.ln2 <- fitdistr(Tsalida2, "log-normal")
> fit.e2 <- fitdistr(Tsalida2, "exponential")
>
> plot(ecdf(Tsalida2))
> lines(sort(Tsalida2), pgamma(sort(Tsalida2), shape = fit.g2$estimate[1], rate = fit.g2$estimate[2]), col=2)
> lines(sort(Tsalida2), plnorm(sort(Tsalida2), meanlog = fit.ln2$estimate[1], sdlog = fit.ln2$estimate[2]), col=3)
> lines(sort(Tsalida2), pexp(sort(Tsalida2), rate = fit.e2$estimate[1]), col=4)
> legend("bottomright", c("ECDF", "Gamma", "LogNorm", "Exponencial"), col=1:4, lty=1)
```



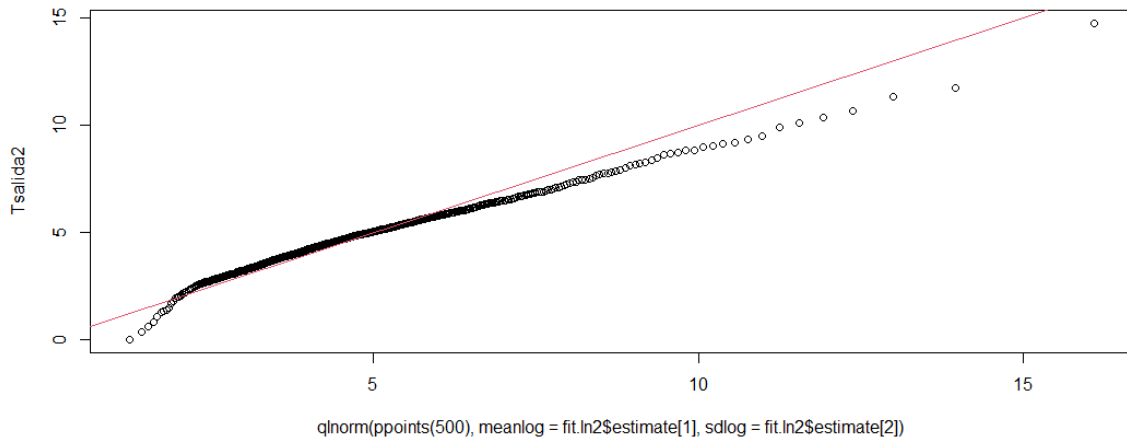
```
> bx <- seq(0,20,0.5)
> h <- hist(Tsalida2, breaks=bx, freq =F);
> grid <- seq(0,20,0.5)
> lines(grid, dgamma(grid, shape = fit.g2$estimate[1], rate = fit.g2$estimate[2]), col=2)
> lines(grid, dlnorm(grid, meanlog = fit.ln2$estimate[1], sdlog = fit.ln2$estimate[2]), col=3)
> lines(grid, dexp(grid, rate = fit.e2$estimate[1]), col=4)
> legend("topright", c("ECDF", "Gamma", "LogNorm", "Esponencial"), col=1:4, lty=1)
```



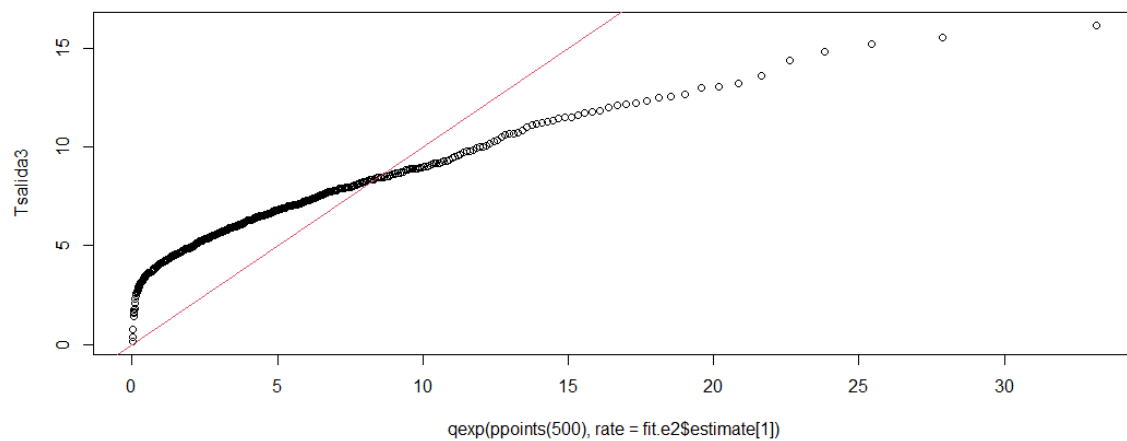
```
> qqplot(qgamma(ppoints(500), shape = fit.g2$estimate[1], rate = fit.g2$estimate[2]), Tsalida2)
> abline(0,1, col=2)
```



```
> qqplot(qlnorm(ppoints(500), meanlog = fit.ln2$estimate[1], sdlog = fit.ln2$estimate[2]), Tsalida2)
> abline(0,1, col=2)
```



```
> qqplot(qexp(ppoints(500), rate = fit.e2$estimate[1]), Tsalida3)
> abline(0,1, col=2)
```



```
> tests(Tsalida2)
[1] "sample size = 2968"

      one-sample Kolmogorov-Smirnov test

data:  x
D = 0.032947, p-value = 0.003182
alternative hypothesis: two-sided

      Cramer-von Mises test of goodness-of-fit
Null hypothesis: Gamma distribution
with parameters shape = 7.15632187133593, rate = 1.49080026991206
Parameters assumed to be fixed

data:  x
omega2 = 1.3188, p-value = 0.0004477

      one-sample Kolmogorov-Smirnov test

data:  x
D = 0.060012, p-value = 1.039e-09
alternative hypothesis: two-sided

      Cramer-von Mises test of goodness-of-fit
Null hypothesis: log-normal distribution
with parameter meanlog = 1.49719073626951
Parameters assumed to be fixed

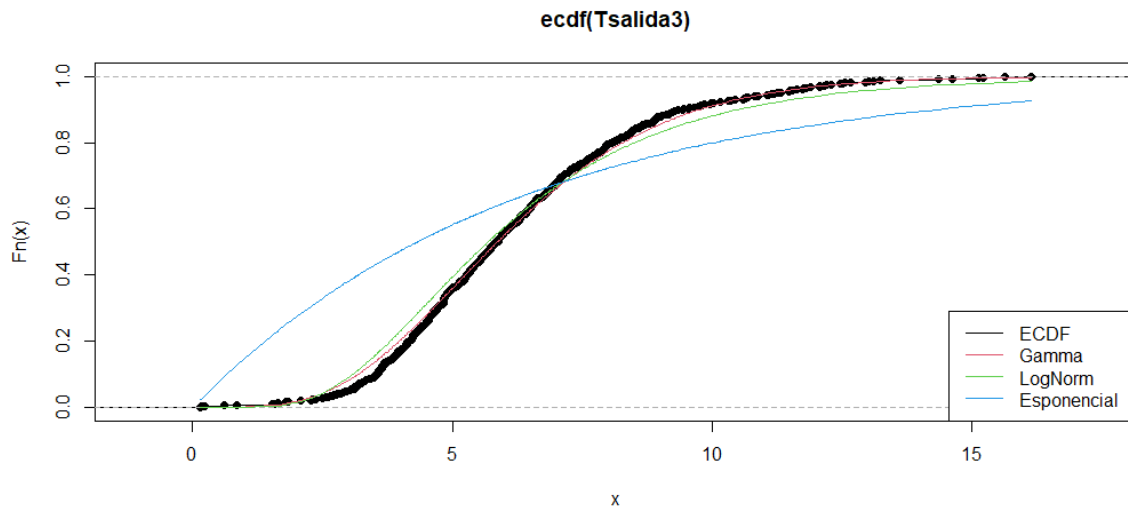
data:  x
omega2 = 4.5861, p-value < 2.2e-16

warning messages:
1: In ks.test(x, "pgamma", shape = fit.g$estimate[1], rate = fit.g$estimate[2]) :
ties should not be present for the Kolmogorov-Smirnov test
2: In ks.test(x, "plnorm", meanlog = fit.ln$estimate[1], fit.ln$estimate[2]) :
ties should not be present for the Kolmogorov-Smirnov test
```

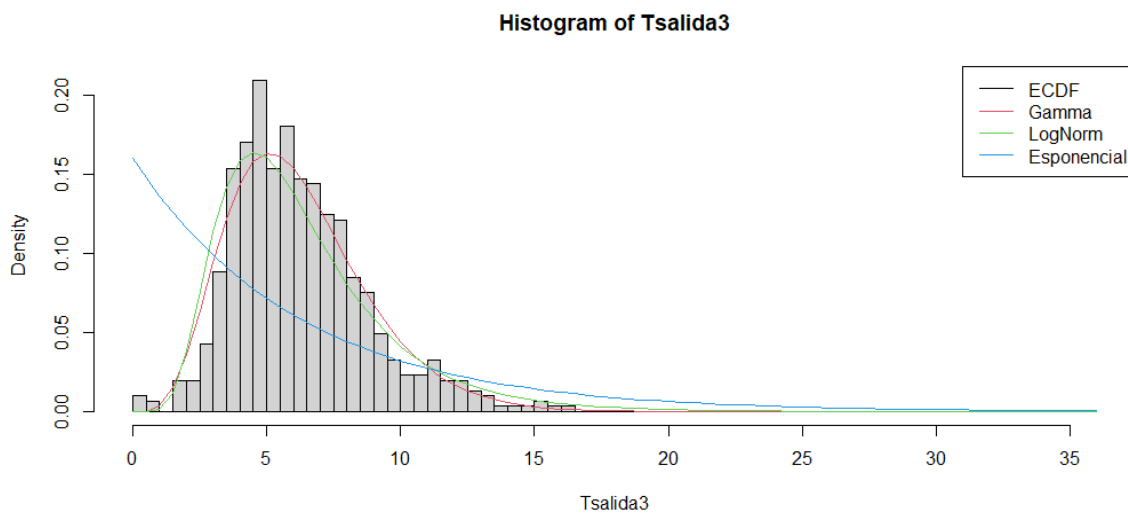
# Todas rechazan por el tamaño de muestra, pero la Gamma ajusta bien (como se aprecia en la gráfica).

#Tsalida3

```
> fit.g3 <- fitdistr(Tsalida3, "gamma")
warning messages:
1: In densfun(x, parm[1], parm[2], ...) : NaNs produced
2: In densfun(x, parm[1], parm[2], ...) : NaNs produced
3: In densfun(x, parm[1], parm[2], ...) : NaNs produced
> fit.ln3 <- fitdistr(Tsalida3, "log-normal")
> fit.e3 <- fitdistr(Tsalida3, "exponential")
>
> plot(ecdf(Tsalida3))
> lines(sort(Tsalida3), pgamma(sort(Tsalida3), shape = fit.g3$estimate[1], rate = fit.g3$estimate[2]), col=2)
> lines(sort(Tsalida3), plnorm(sort(Tsalida3), meanlog = fit.ln3$estimate[1], sdlog = fit.ln3$estimate[2]), col=3)
> lines(sort(Tsalida3), pexp(sort(Tsalida3), rate = fit.e3$estimate[1]), col=4)
> legend("bottomright",c("ECDF","Gamma","LogNorm", "Esponencial"), col=1:4, lty=1)
```

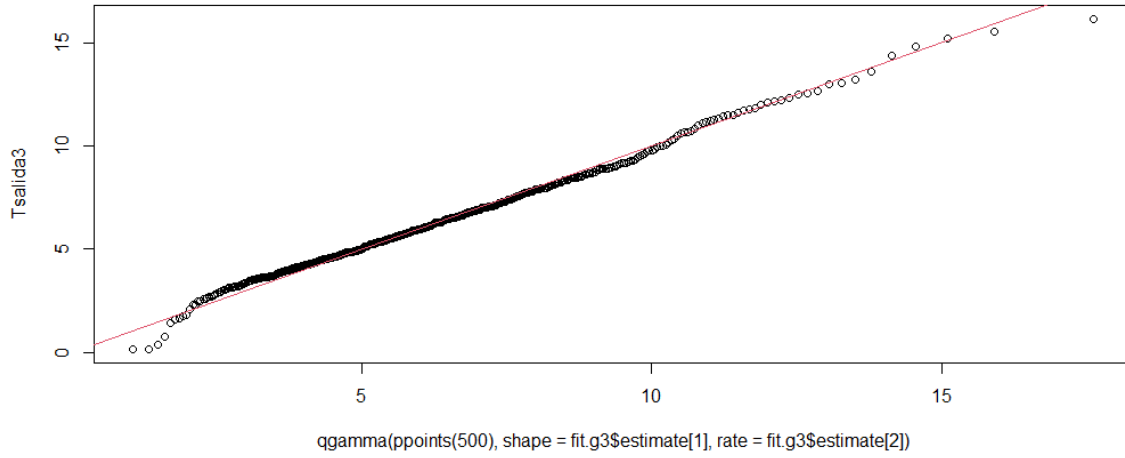


```
> bx <- seq(0,36, 0.5)
> h <- hist(Tsalida3, breaks=bx, freq =F);
> grid <- seq(0,36,0.5)
> lines(grid, dgamma(grid, shape = fit.g3$estimate[1], rate = fit.g3$estimate[2]), col=2)
> lines(grid, dlnorm(grid, meanlog =fit.ln3$estimate[1] , sdlog = fit.ln3$estimate[2]), col=3)
> lines(grid, dexp(grid, rate =fit.e3$estimate[1]), col=4)
> legend("topright",c("ECDF","Gamma","LogNorm", "Esponencial"), col=1:4, lty=1)
```

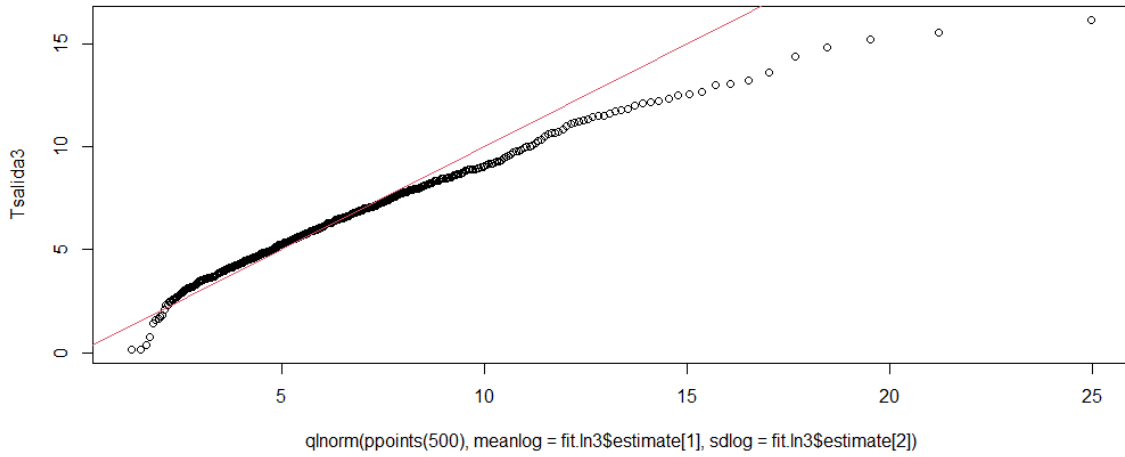




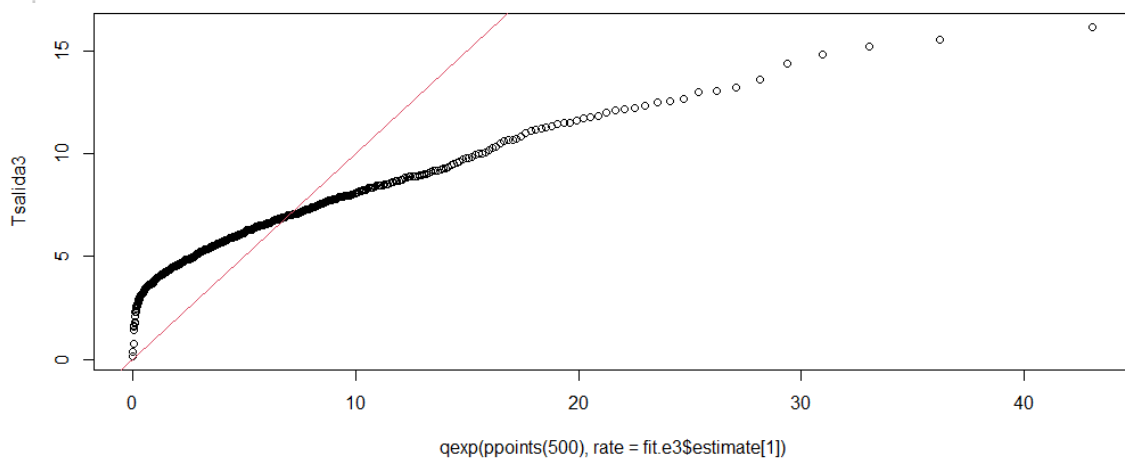
```
> qqplot(qgamma(ppoints(500), shape = fit.g3$estimate[1], rate = fit.g3$estimate[2]), Tsalida3)
> abline(0,1, col=2)
```



```
> qqplot(qlnorm(ppoints(500), meanlog = fit.ln3$estimate[1], sdlog = fit.ln3$estimate[2]), Tsalida3)
> abline(0,1, col=2)
```



```
> qqplot(qexp(ppoints(500), rate = fit.e3$estimate[1]), Tsalida3)
> abline(0,1, col=2)
```



```
> tests(Tsalida3)
[1] "sample size = 610"

      one-sample Kolmogorov-Smirnov test

data: x
D = 0.047471, p-value = 0.1279
alternative hypothesis: two-sided

      Cramer-von Mises test of goodness-of-fit
Null hypothesis: Gamma distribution
with parameters shape = 5.57898268158452, rate = 0.894639686153584
Parameters assumed to be fixed

data: x
omega2 = 0.20636, p-value = 0.2555

      one-sample Kolmogorov-Smirnov test

data: x
D = 0.066284, p-value = 0.009401
alternative hypothesis: two-sided

      Cramer-von Mises test of goodness-of-fit
Null hypothesis: log-normal distribution
with parameter meanlog = 1.73804970728647
Parameters assumed to be fixed

data: x
omega2 = 0.85435, p-value = 0.005409
```

#### #Tsalida4

```
> length(Tsalida4)
[1] 0
```

Como se puede apreciar, la distribución del tiempo de salida en clave 2, presenta pruebas que rechazan, esto es por el tamaño de la muestra. No obstante, al realizar una evaluación de la gráfica gamma, el autor determina que hará empleo de los parámetros obtenidos para dicha distribución. En el caso del tiempo de salida en clave 4, al no tener datos de base suficientes, pero tratarse de un caso excepcional de gran similitud con el caso del tiempo de salida en clave 3, se determina tomar los parámetros de este último.

## Tablas guías para AMFE

Las siguientes, son tablas en español alineadas con la ASQ (*American Society for Quality*, por sus siglas en inglés correspondientes a Sociedad Estadounidense para la Calidad) [24] y fueron utilizadas durante el análisis de modo de fallos y efectos junto a otros materiales como ser la guía de buenas prácticas española NTP 679 [25].

Severidad		
ASQ (American Society for Quality)		
Clasificación	Efecto	Criterio: Severidad de Efecto Definido (proceso)
10	<b>Critico</b> Peligroso: Sin Aviso	Puede poner en peligro al operador. Modo de fallas afectan la operación segura y/o involucra la no conformidad con regulaciones gubernamentales. La falla ocurrirá SIN AVISO.
9	<b>Critico</b> Peligroso: Con Aviso	Puede poner en peligro al operador. Modo de fallas afecta la operación segura y/o involucra la no conformidad con regulaciones gubernamentales. La falla ocurrirá CON AVISO.
8	<b>Muy Alto</b>	Interrupción mayor a la línea de producción. 100% del producto probablemente sea desechado. Ítem inoperable, pérdida de su función primaria. Cliente muy insatisfecho.
7	<b>Alto</b>	Interrupción menor a la línea de producción. Producto probablemente deba ser clasificada y una porción (menor al 100%) desechada. Ítem operable, pero a un nivel reducido de rendimiento. Cliente insatisfecho.
6	<b>Moderado</b>	Interrupción menor a la línea de producción. Una porción (menor al 100%) probablemente deba ser desechada (no clasificada). Ítem operable, pero algunos ítems de confort/ conveniencia inoperables. Clientes experimentan incomodidad.
5	<b>Bajo</b>	Interrupción menor a la línea de producción. 100% del producto probablemente sea retrabajado. Ítem operable, pero algunos ítems de confort/ conveniencia operables a un nivel reducido de rendimiento. Cliente experimenta alguna insatisfacción.
4	<b>Muy Bajo</b>	Interrupción menor a la línea de producción. El producto probablemente deba ser clasificado y una porción (menor al 100%) retrabajada. Defecto percibido por la mayoría de los clientes.
3	<b>Pequeño</b>	Interrupción menor a la línea de producción. Una porción (menor al 100%) del producto probablemente deba ser retrabajada en línea pero fuera de la estación de trabajo. Defecto es percibido por el cliente promedio.
2	<b>Muy Pequeño</b>	Interrupción menor a la línea de producción. Una porción (menor al 100%) del producto probablemente deba ser retrabajada en la línea y en la estación de trabajo. Defecto es percibido solo por clientes expertos.
1	<b>Ninguno</b>	Ningún efecto.

Tabla 4 – Tabla de severidad para AMFE

<b>Ocurrencia (Probabilidad de que pase)</b>				
<b>ASQ (American Society for Quality)</b>				
<b>Clasificación</b>	<b>Ocurrencia</b>	<b>Descripción</b>	<b>Frecuencia</b>	<b>Cpk (índice de capacidad real)</b>
<b>10</b>	<b>Muy Alta</b>	La falla del proceso es casi inevitable	1 en 2	0.33
<b>9</b>			1 en 3	0.51
<b>8</b>	<b>Alta</b>	Procesos similares han presentado fallas	1 en 8	0.67
<b>7</b>			1 en 20	
<b>6</b>	<b>Moderada</b>	Muy pocas fallas ocasionales asociadas a procesos similares	1 en 80	0.83
<b>5</b>			1 en 400	1.00
<b>4</b>			1 en 2,000	1.17
<b>3</b>	<b>Baja</b>	Pocas fallas asociadas con procesos similares	1 en 15,000	1.33
<b>2</b>			1 en 150,000	1.5
<b>1</b>	<b>Remota</b>	Falla es improbable. Fallas nunca asociadas con procesos casi idénticos	< 1 en 1,500,000	> 1.67

Tabla 5 – Tabla de ocurrencia para AMFE

<b>Detección</b>			
<b>ASQ (American Society for Quality)</b>			
<b>Clasificación</b>	<b>Probabilidad de detección</b>	<b>Oportunidad de detección</b>	<b>Criterio: Probabilidad de detección por control de procesos</b>
10	Casi Imposible	Sin oportunidad de detección	no hay controles en el proceso capaz de detectar o prevenir la causa potencial de falla
9	Muy Remota	Es probable que no se detecte en ninguna etapa del proceso	Hay una probabilidad muy remota de que el control de proceso detecte o de prevenga la causa potencial del modo de falla
8	Remota	Detección de problemas después del proceso	Hay una probabilidad remota de que el control de proceso detecte o de prevenga la causa potencial del modo de falla
7	Muy Baja	Detección de problemas en la fuente	Hay una probabilidad muy Baja de que el control de proceso detecte o de prevenga la causa potencial del modo de falla
6	Baja	Detección de problemas después del proceso	Hay una probabilidad Baja de que el control de proceso detecte o de prevenga la causa potencial del modo de falla
5	Moderada	Detección de problemas en la fuente	Hay probabilidad moderada de que el control de proceso detecte o de prevenga la causa potencial del modo de falla
4	Altamente Moderada	Detección de problemas después del proceso	Hay una probabilidad muy moderada de que el control de proceso detecte o de prevenga la causa potencial del modo de falla
3	Moderada	Detección de problemas en la fuente	Hay una probabilidad moderada de que el control de proceso detecte o de prevenga la causa potencial del modo de falla
2	Muy Alta	Detección de errores y/o prevención de problemas	Hay muy alta probabilidad de que el control de proceso detecte o de prevenga la causa potencial del modo de falla
1	Casi Seguro	Proceso a prueba de errores	Es casi seguro que el control de proceso es capaz de detectar o de prevenir la causa potencial del modo de falla

Tabla 6 – Tabla de detección para AMFE

## BIBLIOGRAFÍA

当你喝水时·记得喷泉

“Cuando bebas agua, recuerda la fuente” – Proverbio chino [XII]

- [1] "COVID-19 Dashboard by the Center for Systems Science and Engineering (CSSE) at Johns Hopkins University (JHU)". ArcGIS. Johns Hopkins University. Recuperado en 13 de febrero de 2023, de <https://gisanddata.maps.arcgis.com/apps/dashboards/bda7594740fd40299423467b48e9ecf6>
- [2] Bowles J. (2020) How Canadian AI Start-up BlueDot Spotted Coronavirus Before Anyone Else Had a Clue. Recuperado en 13 de febrero de 2023, de <https://diginomica.com/how-canadian-ai-start-bluedot-spotted-coronavirus-anyone-else-had-clue>
- [3] BlueDot Inc., sitio oficial de la empresa. Recuperado en 13 de febrero de 2023, de <https://bluedot.global/>
- [4] IRAM ISO 9000:2015: Sistemas de gestión de la calidad, Fundamentos y vocabulario, (ISO 9000:2015). Buenos Aires: IRAM, 2015. Definición de Riesgo en Punto 3.7.9, Página 25.
- [5] Euroinnova. Qué es urgencia y emergencia según la OMS. Recuperado en 13 de febrero de 2023, de <https://www.euroinnova.edu.es/que-es-urgencia-y-emergencia-segun-la-oms>
- [6] Pury, P.A. Time to Critical Condition in Emergency Services. Math. Comput. Appl. 2021, 26, 70. <https://doi.org/10.3390/mca26040070>
- [7] ABC News. (11 de marzo de 2020). World Health Organization declares coronavirus a pandemic [Archivo de video] <https://www.youtube.com/watch?v=9mT0zFR9us8>
- [8] Feero, S.; Hedges, J.R.; Simmons, E.; Irwin, L. Does out-of-hospital EMS time affect trauma survival? Am. J. Emerg. Med. 13, 133-135 (1995). Recuperado en 13 de febrero de 2023, de <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/0735675795900780?via%3Dihub>
- [9] Dos Santos Cabral, E.L.; Castro, W.R.S.; de Medeiros Florentino, D.R.; de Araújo Viana, D.; da Costa Junior, J.F.; de Souza, R.P.; Rego, A.C.M.; Araújo-Filho, I.; Medeiros, A.C. Response time in the emergency services. Systematic review. Acta Cirúrgica Brasileira 33, 1110-1121 (2018). Recuperado en 13 de febrero de 2023, de <https://www.scielo.br/j/acb/a/f3jpSRsig7tdZqqzf5Q7vKJ/?lang=en>
- [10] Soler, W., Gómez Muñoz, M., Bragulat, E., & Álvarez, A. (2010). El triaje: herramienta fundamental en urgencias y emergencias. Anales del Sistema Sanitario de Navarra, 33(Supl. 1), 55-68. Recuperado en 11 de febrero de 2023, de [http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1137-66272010000200008&lng=es&tlng=es](http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1137-66272010000200008&lng=es&tlng=es)
- [11] IRAM ISO 9000:2015: Sistemas de gestión de la calidad, Fundamentos y vocabulario, (ISO 9000:2015). Buenos Aires: IRAM, 2015. Punto 2.2.1 – Página 7.
- [12] REAL ACADEMIA ESPAÑOLA: Diccionario de la lengua española, 23.ª ed., [versión 23.6 en línea]. Recuperado en 13 de febrero de 2023, de <https://dle.rae.es/pandemia>
- [13] IRAM ISO 9000:2015: Sistemas de gestión de la calidad, Fundamentos y vocabulario, (ISO 9000:2015). Buenos Aires: IRAM, 2015. Punto 2.2.4 – Página 8.

- [14] IRAM ISO 9000:2015: Sistemas de gestión de la calidad, Fundamentos y vocabulario, (ISO 9000:2015). Buenos Aires: IRAM, 2015. Punto 2.2.5.1 – Página 8.
- [15] REAL ACADEMIA ESPAÑOLA: Diccionario de la lengua española, 23.ª ed., [versión 23.6 en línea]. Recuperado en 13 de febrero de 2023, de <https://dle.rae.es/riesgo>
- [16] IRAM ISO 9000:2015: Sistemas de gestión de la calidad, Fundamentos y vocabulario, (ISO 9000:2015). Buenos Aires: IRAM, 2015. Punto 3.7.9 – Página 25.
- [17] IRAM ISO 9000:2015: Sistemas de gestión de la calidad, Fundamentos y vocabulario, (ISO 9000:2015). Buenos Aires: IRAM, 2015. Punto 3.7.9 nota 1 – Página 26.
- [18] IRAM ISO 9000:2015: Sistemas de gestión de la calidad, Fundamentos y vocabulario, (ISO 9000:2015). Buenos Aires: IRAM, 2015. Punto 3.7.9 nota 2 – Página 26.
- [19] “Emergency medical staff report high levels of burnout amid COVID-19” Mary Van Beusekom, CIDRAP News (May 27, 2022) - <https://www.cidrap.umn.edu/news-perspective/2022/05/emergency-medical-staff-report-high-levels-burnout-amid-covid-19>
- [20] “Manque de personnel, hausse de l'activité... En Haute-Savoie, les ambulanciers tirent la sonnette d'alarme” France 3, France Télévisions (17/12/2021) <https://france3-regions.francetvinfo.fr/auvergne-rhone-alpes/haute-savoie/manque-de-personnel-hausse-de-l-activite-en-haute-savoie-les-ambulanciers-tirent-la-sonnette-d-alarme-2382961.html>
- [21] “Management of COVID-19-related challenges faced by EMS personnel: a qualitative study” Mohammadi et al. BMC Emergency Medicine (14/08/2021) <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC8363870/>
- [22] “More than one in three ambulance workers have contracted Covid-19” Article by GMB Union (07 Feb 2021) <https://www.gmb.org.uk/news/more-one-three-ambulance-workers-have-contracted-covid-19>
- [23] Impact of the COVID-19 pandemic on the hospital and outpatient clinician workforce: challenges and policy responses (Issue Brief No. HP-2022-13). Office of the Assistant Secretary for Planning and Evaluation, U.S. Department of Health and Human Services. May 2022. <https://aspe.hhs.gov/sites/default/files/documents/9cc72124abd9ea25d58a22c7692dccb6/aspe-covid-workforce-report.pdf>
- [24] Tablas de severidad, ocurrencia y detección alineadas con la ASQ. Recuperado en 13 de marzo de 2023, de <https://leansolutions.co/conceptos-lean/lean-manufacturing/amef-analisis-de-modo-y-efecto-de-falla/>
- [25] Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo de España. Guía de buenas prácticas NTP 679: Análisis modal de fallos y efectos. Recuperado en 13 de marzo de 2023, de [https://www.insst.es/documents/94886/326775/ntp\\_679.pdf/3f2a81e3-531c-4daa-bfc2-2abd3aaba4ba](https://www.insst.es/documents/94886/326775/ntp_679.pdf/3f2a81e3-531c-4daa-bfc2-2abd3aaba4ba)

## LOGO DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE CÓRDOBA (UNC)

Fuente: <https://www.unc.edu.ar/comunicaci%C3%B3n/versiones-descargables-del-escudo-de-la-unc>

Fuente: [http://comunicacion.psi.unc.edu.ar/unc/files/identidad\\_visual/unc1\\_f.jpg](http://comunicacion.psi.unc.edu.ar/unc/files/identidad_visual/unc1_f.jpg)

## FRASES Y CITAS

[I] Proverbio chino

Traducción: <https://translate.google.com>

[II] Fuente: <https://www.youtube.com/watch?v=9mT0zFR9us8>

Traducción realizada por el autor.

[III] Fuente: <https://www.tonyrobbins.com/tony-robbins-quotes>

Traducción realizada por el autor.

[IV] Fuente: [https://es.wikipedia.org/wiki/Portal:Antigua\\_Roma/Frases](https://es.wikipedia.org/wiki/Portal:Antigua_Roma/Frases)

Traducción: cita recuperada en español.

[V] Fuente: [https://www.goodreads.com/author/quotes/203714.Henry\\_Ford?page=2](https://www.goodreads.com/author/quotes/203714.Henry_Ford?page=2)

Traducción realizada por el autor.

[VI] Fuente: <https://www.tagorefoundationinternational.com>

Traducción: <https://akifrases.com/frase/152267>

[VII] Fuente: <https://www.mon-poeme.fr/proverbes-risquer/> - Proverbe de Axel Oxenstiern, Les réflexions et maximes (1645)

Traducción realizada por el autor.

[VIII] Fuente: <https://www.inc.com/geoffrey-james/25-best-motivational-quotes-from-stephen-hawking.html>

Traducción realizada por el autor.

[IX] Fuente: "Simulacre et Simulation", Galilée, 1981 - <https://www.philomag.com/philosophes/jean-baudrillard>

Traducción: <https://www.reverso.net>

[X] Fuente: Herman Melville. *Moby Dick* CHAPTER 2 The Carpet-Bag. Paragraph 9 – 1851

Traducción: cita tomada del libro "Un punto azul pálido" de Carl Sagan. Editorial Planeta. Traductora: Widmer, M.

[XI] Fuente: [https://www.frasesypensamientos.com.ar/autor/junot-diaz\\_2.html](https://www.frasesypensamientos.com.ar/autor/junot-diaz_2.html)

Traducción: cita recuperada en español.

[XII] Proverbio chino

Traducción: <https://translate.google.com>

[XIII] Fuente: [https://fr.wiktionary.org/wiki/vouloir\\_c%E2%80%99est\\_pouvoir](https://fr.wiktionary.org/wiki/vouloir_c%E2%80%99est_pouvoir)

Traducción realizada por el autor.





Universidad  
Nacional  
de Córdoba

FACULTAD DE CIENCIAS EXACTAS, FÍSICAS Y NATURALES  
INGENIERÍA INDUSTRIAL  
ANÁLISIS DE RIESGO EN PROCESO CRÍTICO DE UN SERVICIO DE SALUD  
TORRAS, JUAN MANUEL

*“Vouloir, c'est pouvoir”*

*“Querer, es poder” Monique Sélim [XIII]*