



Universidad de Valladolid

**Herramienta para estimar la
duración de proyectos basada
en redes lógicas con
incertidumbre probabilística
en duración y resultados.
Aplicación a la consecución de
profesionales en el sector de
hidrocarburos en Colombia.**

María Paula Morato Ríos

MÁSTER EN DIRECCIÓN DE PROYECTOS
Departamento De Organización De Empresas Y C.I.M.
Universidad De Valladolid
España



INSISUC
SOCIAL SYSTEMS
ENGINEERING CENTRE

2022



Universidad de Valladolid

**Herramienta para estimar la duración de
proyectos basada en redes lógicas con
incertidumbre probabilística en duración y
resultados.**

**Aplicación a la consecución de profesionales
en el sector de hidrocarburos en Colombia.**

María Paula Morato Ríos

MÁSTER EN DIRECCIÓN DE PROYECTOS
Departamento De Organización De Empresas Y C.I.M.
Universidad De Valladolid

Valladolid, junio 2022

Tutores

David Jesús Poza García
Félix Antonio Villafáñez Cardeñoso

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a mis padres y hermana, quienes fueron mi motor y motivación en los momentos difíciles y a quienes les dedicaré siempre cada uno de mis logros.

A mi novio por su amor, amistad y comprensión. Por acompañarme en este camino llamado vida.

A mi familia y amigos, que a la distancia me han acompañado y apoyado en esta y todas mis decisiones.

A esos amigos que me acompañaron este año y me ayudaron a crecer, este mundo necesita más personas como ellos.

Dios por ser mi guía y acompañarme en el transcurso de mi vida, brindándome paciencia y sabiduría para culminar con éxito mis metas propuestas.

A mis tutores por su dirección, conocimiento y esfuerzo en el desarrollo del presente trabajo.

RESUMEN

El presente Trabajo de Fin de Máster pretende crear una herramienta capaz de estimar la duración de proyectos que cuenten con incertidumbre probabilística no sólo en cuanto a la duración de sus actividades sino también en cuanto a la necesidad de ejecución de las mismas. Mediante el empleo de herramientas de programación de proyectos (GERT y simulación de Montecarlo) se ha elaborado un procedimiento para la estimación de la duración de proyectos a nivel administrativo durante la contratación del personal, que cuenten con este tipo de incertidumbre. La herramienta resultante, implementada con Microsoft Excel y Palisade @Risk ha sido validada en el proceso de consecución de profesionales en el sector de hidrocarburos en Colombia, de acuerdo con el procedimiento de contratación de mano de obra local en municipios donde se desarrollen proyectos de exploración y producción de hidrocarburos basándose en el decreto 1668 de 2016.

Palabras Clave

Actividad, consecución, diagrama, duración, herramienta, hidrocarburos, incertidumbre, área de influencia, limítrofe, departamental, nacional, nivel, probabilidad, programación, vacante.

ABSTRACT

This Master's Thesis aims to create a tool capable of reckoning the duration of projects with probabilistic uncertainty, referring not only to the prolongation of their activities, but also to the demands of their Accomplishment. Due to the use of project programming tools, such as GERT and Montecarlo simulation, a procedure has been developed in order to estimate the duration of projects on the administrative level during the recruitment of personnel. Always on behalf of some type of uncertainty. The resulting tool, carried through Microsoft Excel and Palisade @Risk, has been validated in the process of obtaining professionals in the hydrocarbon sector in Colombia. According to the procedure for hiring in municipalities where hydrocarbon exploration and production projects are developed, and based on the 1668 Decree of 2016

Keywords

Activity, attainment, diagram, duration, tool, hydrocarbon, uncertainty, area of influence, bordering, departmental, national, level, probability, programming, sequence, vacant.

INDICE

RESUMEN	I
Palabras Clave	I
ABSTRACT	I
INTRODUCCIÓN	1
Objetivo del Proyecto	2
Alcance del Proyecto	2
Motivación del Proyecto	2
Estructura del Documento	2
Capítulo 1 CONTEXTO Y MOTIVACIÓN	3
1.1 Planificar la Gestión del Cronograma	4
1.2 Definir las Actividades	4
1.3 Secuenciar las actividades	7
1.4 Estimar la duración de las actividades	13
1.5 Desarrollar el cronograma:	13
1.6 Controlar el Cronograma	18
Capítulo 2 BASE METODOLÓGICA	19
2.1 Beta-PERT con actividades de duración aleatoria	19
2.2 GERT	20
2.2.1. Consecución vacante en el nivel A	23
2.2.2. Consecución vacante en el nivel B	23
2.2.3. Consecución vacante en el nivel C	24
2.2.4. Consecución vacante en el nivel D	25
2.3 Simulación de Montecarlo	25
Capítulo 3 IMPLEMENTACIÓN	27
3.1 Diagrama de Gantt	27
3.1.1. Consecución vacante en el nivel A	27
3.1.2. Consecución vacante en el nivel B	30
3.1.3. Consecución vacante en el nivel C	32
3.1.4. Consecución vacante en el nivel D	34
3.2 Herramienta	36

Capítulo 4 CASOS DE ESTUDIO.....	39
4.1 Caso No. 01	39
4.1.1. Nivel A: Área de influencia	40
4.1.2. Nivel B: Municipios limítrofes	43
4.1.3. Nivel C: Departamental	45
4.1.4. Nivel D: Nacional	48
4.2 Caso No. 02	54
4.3 Caso No. 03	63
CONCLUSIONES.....	67
BIBLIOGRAFÍA.....	69
INDICE DE FIGURAS	71
INDICE DE TABLAS	73

INTRODUCCIÓN

Estimar la duración de los proyectos durante su planeación permite realizar las evaluaciones necesarias para la toma de decisiones previas, además de poder llevar un control durante la ejecución de este en tiempo real, sin embargo, algunos proyectos pueden presentar mayores complicaciones durante el desarrollo del cronograma por las variaciones existentes en la duración de las actividades que lo componen o la posibilidad que estas mismas sucedan o no.

Esta problemática se presenta en el proceso de consecución de mano de obra calificada y no calificada en los proyectos del sector de hidrocarburos en Colombia por los criterios y normativas que regulan las buenas prácticas en su campo de aplicación, lo cual se ha convertido en un reto para las empresas actuales por la incertidumbre que representa para el cliente y las empresas contratistas el tiempo que podría tardar la contratación de un profesional desde que se hace la solicitud.

La regulación de los procesos que se deben llevar a cabo y que están estipulados por decreto son auditados por diferentes entidades que van desde las áreas de responsabilidad social y empresas auditoras por parte del cliente, hasta el Ministerio de Trabajo del Gobierno Nacional de Colombia, por lo que su cumplimiento además de contribuir con la transparencia en las diferentes contrataciones es obligatorio y deberá registrarse.

El decreto 1668 de 2016 por medio del cual el Ministerio del Trabajo y el Servicio Público de Empleo reglamenta el sector laboral con referencia a la contratación de mano de obra local en municipios donde se desarrollan proyectos de exploración y producción de hidrocarburos pretendiendo regular la priorización de contrataciones para beneficiar así los territorios donde se desarrollan los proyectos del sector promoviendo la mejora de las condiciones sociales y económicas.

Para la publicación de las ofertas laborales se cuentan con prestadores autorizados, los cuales tendrán injerencia en los municipios donde se requerirán las vacantes y autorizarán la apertura, la cual se debe realizar en primera instancia en el área de influencia donde se ejecutará el proyecto y en la que se podrán postular todas aquellas personas que cumplan con el perfil solicitado y que residan en el nivel en que se abrió la vacante, en caso que los postulados no cumplan con lo requerido se deberá solicitar la ampliación de esta al siguiente nivel. Siendo los cuatro niveles posibles el área de influencia, los municipios limítrofes al área de influencia, departamental y nacional.

Dadas las particularidades se estudiarán las metodologías y técnicas que permitirán evaluar los tiempos durante el desarrollo de la contratación del personal.

Objetivo del Proyecto

El objetivo general es encontrar las duraciones estimadas con un grado de probabilidad basados en datos históricos para la contratación de mano de obra local en municipios donde se desarrollen proyectos de exploración y producción de hidrocarburos, con lo que se espera contribuir a la toma de decisiones en cada uno de los proyectos que hacen parte del sector.

Alcance del Proyecto

Se pretende crear una herramienta que entregue posibles duraciones ante diferentes alternativas y las cuales permitan la toma de decisiones por parte de las empresas contratistas y del cliente al requerir mano de obra calificada respondiendo a tres (3) preguntas de acuerdo con las necesidades:

- Caso No. 01. ¿Cuál sería la duración del proceso de contratación asumiendo que se encuentre al profesional en cada uno de los siguientes niveles:
 - Nivel A: Área de influencia
 - Nivel B: Municipios limítrofes
 - Nivel C: Departamental
 - Nivel D: Nacional

- Caso No. 02. ¿Cuál sería la duración del proceso de contratación teniendo en cuenta la probabilidad de encontrar los profesionales en cada nivel según los datos históricos?

- Caso No. 03. ¿Cuál sería la duración faltante si se realizan periodos de control una vez finalizado cada uno de los siguientes niveles:
 - Nivel A: Área de influencia
 - Nivel B: Municipios limítrofes
 - Nivel C: Departamental
 - Nivel D: Nacional

Motivación del Proyecto

La motivación del proyecto surgió de la necesidad de conocer y entregar al cliente fechas estimadas de contratación de los profesionales, dado que esta información se proporcionaba anteriormente sin antes haber realizado un estudio o cálculo matemático, lo que generaba falsas expectativas y compromisos de difícil cumplimiento.

Estructura del Documento

El presente trabajo se encuentra estructurado de la siguiente forma:

- Capítulo 1: Contexto y motivación.
- Capítulo 2: Base metodológica
- Capítulo 3: Implementación
- Capítulo 4: Casos de estudio

Capítulo 1 CONTEXTO Y MOTIVACIÓN

El sector de hidrocarburos cuenta con tres grandes fases, siendo estas *upstream*, la cual abarca las actividades de exploración y producción, *midstream*, que se encarga del transporte y *downstream*, cuyas tareas principales son las de refinación y la comercialización.

Colombia a pesar de no ser uno de los grandes países del sector petrolero a nivel mundial, cuenta con más de 100 años de experiencia y una producción diaria de petróleo de aproximadamente 749.000 barriles de acuerdo con lo informado por la Agencia Nacional de Hidrocarburos ANH el pasado 16 de mayo del 2022 (Agencia Nacional de Hidrocarburos, 2022), aportando con esta actividad aproximadamente un 3,5% al PIB del país.

Para poder llevar a cabo cada uno de los proyectos del sector, se requiere contar con mano de obra calificada, para lo cual se debe llevar a cabo el proceso de búsqueda y contratación del personal regido por el decreto 1668 del 2016 (Decreto 1668 de 2016, 2016), que determina las acciones para la apertura de las vacantes y cuyo proceso se presenta de manera desglosada a continuación:

- Se deberá realizar el registro de las vacantes como mínimo en las agencias públicas de gestión (Servicio Nacional de Aprendizaje (SENA)) y las cajas de compensación familiar del municipio donde se desarrollará la actividad.

Dicha publicación de la vacante seguirá los siguientes niveles de priorización:

1. Área de influencia: Municipio(s) que corresponden al área de influencia del proyecto
2. Municipios limítrofes: Municipio(s) que limite(n) con el área de influencia.
3. Departamental: Departamento o departamentos al que pertenecen el área de influencia y los municipios limítrofes.
4. Nacional: Todos los departamentos a nivel Nacional

La vacante en el primer nivel, área de influencia, deberá permanecer publicada un mínimo de 3 días hábiles, mientras que en los demás niveles estará publicada un día como mínimo.

- Selección del profesional en el aplicativo en caso de encontrarse y reportarlo a las empresas prestadoras, así mismo como reportar la no selección de profesionales.

El procedimiento ha evidenciado dificultad para proporcionar fechas reales que permitan al cliente y a la compañía tener un estimado de los tiempos de contratación, debido a que el proceso contiene diversas posibilidades dentro de las actividades que se deben llevar a cabo para encontrar a los profesionales y en los procesos que se pueden dar o no en los diferentes niveles de las vacantes.

Para ello se tomará como punto de partida la planificación para definir, secuenciar y estimar las duraciones de las actividades que componen el proceso de contratación de profesionales, lo cual representa el conjunto de pasos basados en la gestión del cronograma del PMBOK (*Project Management Body of Knowledge*) (Project Management Institute, 2017) como área de conocimiento.

Los procesos que se llevarán a cabo serán:

- 1. Planificar la Gestión del Cronograma:** Proceso de establecer las políticas, los procedimientos y la documentación para planificar, desarrollar, gestionar, ejecutar y controlar el cronograma del proyecto.
- 2. Definir las Actividades:** proceso de identificar y documentar las acciones específicas que se deben realizar para elaborar los entregables del proyecto.
- 3. Secuenciar las Actividades:** Proceso de identificar y documentar las relaciones entre las actividades del proyecto.
- 4. Estimar la Duración de las Actividades:** Proceso de realizar una estimación de la cantidad de períodos de trabajo necesarios para finalizar las actividades individuales con los recursos estimados.
- 5. Desarrollar el Cronograma:** Proceso de analizar secuencias de actividades, duraciones, requisitos de recursos y restricciones del cronograma para crear el modelo del cronograma del proyecto para la ejecución, el monitoreo y el control del proyecto.
- 6. Controlar el Cronograma** Proceso de monitorear el estado del proyecto para actualizar el cronograma del proyecto y gestionar cambios a la línea base del cronograma.

1.1 Planificar la Gestión del Cronograma

La búsqueda y consecución de los profesionales se tratará como un proyecto, por lo que la planificación de la gestión del cronograma estará basada en la guía para la dirección de proyectos del PMBoK, 6ª edición. (Project Management Institute, 2017), con lo cual se pretende brindar la información necesaria de la forma y el momento en que cada una de las actividades que conforman el proyecto terminará, especificando las etapas y las actividades planificadas.

1.2 Definir las Actividades

La consecución de profesionales lleva a cabo una serie de actividades que van desde el requerimiento de la vacante por parte del cliente hasta la contratación, actividades que serán enlistadas y a las cuales se les asignarán un ID que servirá de referencia como se muestra en la tabla 1.1. Listado de actividades.

Tabla 1.1. Listado de actividades

(1) ID	(2) ACTIVIDAD
1	Requerimiento de nueva vacante
A	VACANTE ÁREA DE INFLUENCIA

(1)	(2)
ID	ACTIVIDAD
2	Apertura vacante Caja de Compensación Familiar
3	Apertura vacante Agencia Pública de Gestión (SENA)
4	Vigencia Publicación vacante Caja de Compensación Familiar. Nivel: Área de Influencia{
5	Vigencia Publicación vacante Agencia Pública de Gestión (SENA) Nivel: Área de Influencia
6	Remisión Hojas de vida vacante Caja de Compensación Familiar. Nivel: Área de Influencia
7	Remisión Hojas de vida vacante Agencia Pública de Gestión (SENA) Nivel: Área de Influencia
8	Revisión Hojas de Vida vacante Caja de Compensación Familiar. Nivel: Área de Influencia
9	Revisión Hojas de Vida vacante Agencia Pública de Gestión (SENA) Nivel: Área de Influencia
B VACANTE MUNICIPIOS LIMITROFES	
10	Solicitud apertura vacante Caja de Compensación Familiar. Nivel: Municipios Limítrofes
11	Solicitud apertura vacante Agencia Pública de Gestión (SENA) Nivel: Municipios Limítrofes
12	Vigencia Publicación vacante Caja de Compensación Familiar. Nivel: Municipios Limítrofes
13	Vigencia Publicación vacante Agencia Pública de Gestión (SENA) Nivel: Municipios Limítrofes
14	Remisión Hojas de vida vacante Caja de Compensación Familiar. Nivel: Área de Influencia
15	Remisión Hojas de vida vacante Agencia Pública de Gestión (SENA) Nivel: Área de Influencia
16	Revisión Hojas de Vida vacante Caja de Compensación Familiar. Nivel: Municipios Limítrofes
17	Revisión Hojas de Vida vacante Agencia Pública de Gestión (SENA) Nivel: Municipios Limítrofes
C VACANTE DEPARTAMENTAL	
18	Solicitud apertura vacante Caja de Compensación Familiar. Nivel: Departamental
19	Solicitud apertura vacante Agencia Pública de Gestión (SENA) Nivel: Departamental
20	Vigencia Publicación vacante Caja de Compensación Familiar. Nivel: Departamental
21	Vigencia Publicación vacante Agencia Pública de Gestión (SENA) Nivel: Departamental
22	Remisión Hojas de vida vacante Caja de Compensación Familiar. Nivel: Departamental
23	Remisión Hojas de vida vacante Agencia Pública de Gestión (SENA) Nivel: Departamental

(1)	(2)
ID	ACTIVIDAD
24	Revisión Hojas de Vida vacante Caja de Compensación Familiar. Nivel: Departamental
25	Revisión Hojas de Vida vacante Agencia Pública de Gestión (SENA) Nivel: Departamental
D VACANTE NACIONAL	
26	Solicitud apertura vacante Caja de Compensación Familiar. Nivel: Nacional
27	Solicitud apertura vacante Agencia Pública de Gestión (SENA) Nivel: Nacional
28	Vigencia Publicación vacante Caja de Compensación Familiar. Nivel: Nacional
29	Vigencia Publicación vacante Agencia Pública de Gestión (SENA) Nivel: Nacional
30	Remisión Hojas de vida vacante Caja de Compensación Familiar. Nivel: Nacional
31	Remisión Hojas de vida vacante Agencia Pública de Gestión (SENA) Nivel: Nacional
32	Revisión Hojas de Vida vacante Caja de Compensación Familiar. Nivel: Nacional
33	Revisión Hojas de Vida vacante Agencia Pública de Gestión (SENA) Nivel: Nacional
34	Consecución Vacante. Nivel: nacional
35	Solicitud revisión referencias del profesional seleccionado
36	Programación examen de ingreso
37	Resultado examen ingreso
38	Alistamiento dotación
39	Alistamiento computador
40	Inducción HSEQ
41	Envío dotación y computador
42	Contratación
43	FIN

1.3 Secuenciar las actividades

Las actividades definidas en la tabla 1.1. se clasificaron de acuerdo con el nivel de consecución al que pertenecen, esto siguiendo lo planteado por el decreto 1668 del 2016 en cuanto a los cuatro (4) Niveles de priorización:

- A. Área de influencia:** Municipio(s) que corresponden al área de influencia del proyecto. Este tipo de vacante se describe a continuación en la tabla 1.2 con las actividades de la 2 a la 9

Tabla 1.2. Actividades pertenecientes al Nivel A

(1)	(2)
A VACANTE ÁREA DE INFLUENCIA	
2	Apertura vacante Caja de Compensación Familiar
3	Apertura vacante Agencia Pública de Gestión (SENA)
4	Vigencia Publicación vacante Caja de Compensación Familiar. Nivel: Área de Influencia
5	Vigencia Publicación vacante Agencia Pública de Gestión (SENA) Nivel: Área de Influencia
6	Remisión Hojas de vida vacante Caja de Compensación Familiar. Nivel: Área de Influencia
7	Remisión Hojas de vida vacante Agencia Pública de Gestión (SENA) Nivel: Área de Influencia
8	Revisión Hojas de Vida vacante Caja de Compensación Familiar. Nivel: Área de Influencia
9	Revisión Hojas de Vida vacante Agencia Pública de Gestión (SENA) Nivel: Área de Influencia

- B. Municipios limítrofes:** Municipio(s) que limite(n) con el área de influencia. En la tabla 1.3 se presenta este tipo de vacantes Actividades de la 10 a la 17

Tabla 1.3. Actividades pertenecientes al Nivel B

(1)	(2)
B VACANTE MUNICIPIOS LIMITROFES	
10	Solicitud apertura vacante Caja de Compensación Familiar. Nivel: Municipios Limítrofes
11	Solicitud apertura vacante Agencia Pública de Gestión (SENA) Nivel: Municipios Limítrofes
12	Vigencia Publicación vacante Caja de Compensación Familiar. Nivel: Municipios Limítrofes
13	Vigencia Publicación vacante Agencia Pública de Gestión (SENA) Nivel: Municipios Limítrofes
14	Remisión Hojas de vida vacante Caja de Compensación Familiar. Nivel: Área de Influencia

(1)	(2)
15	Remisión Hojas de vida vacante Agencia Pública de Gestión (SENA) Nivel: Área de Influencia
16	Revisión Hojas de Vida vacante Caja de Compensación Familiar. Nivel: Municipios Limítrofes
17	Revisión Hojas de Vida vacante Agencia Pública de Gestión (SENA) Nivel: Municipios Limítrofes

C. Departamental: Departamento o departamentos al que pertenecen el área de influencia y los municipios limítrofes. En la Tabla 1.4 se presenta este tipo de vacante, Actividades de la 18 a la 25

Tabla 1.4. Actividades pertenecientes al Nivel C

(1)	(2)
C VACANTE DEPARTAMENTAL	
18	Solicitud apertura vacante Caja de Compensación Familiar. Nivel: Departamental
19	Solicitud apertura vacante Agencia Pública de Gestión (SENA) Nivel: Departamental
20	Vigencia Publicación vacante Caja de Compensación Familiar. Nivel: Departamental
21	Vigencia Publicación vacante Agencia Pública de Gestión (SENA) Nivel: Departamental
22	Remisión Hojas de vida vacante Caja de Compensación Familiar. Nivel: Departamental
23	Remisión Hojas de vida vacante Agencia Pública de Gestión (SENA) Nivel: Departamental
24	Revisión Hojas de Vida vacante Caja de Compensación Familiar. Nivel: Departamental
25	Revisión Hojas de Vida vacante Agencia Pública de Gestión (SENA) Nivel: Departamental

D. Nacional: Todos los departamentos a nivel Nacional. En la Tabla 1.5 se presenta este tipo de vacantes. Actividades de la 26 a la 34

Tabla 1.5. Actividades pertenecientes al Nivel D

(1)	(2)
D VACANTE NACIONAL	
26	Solicitud apertura vacante Caja de Compensación Familiar. Nivel: Nacional
27	Solicitud apertura vacante Agencia Pública de Gestión (SENA) Nivel: Nacional
28	Vigencia Publicación vacante Caja de Compensación Familiar. Nivel: Nacional

(1)	(2)
29	Vigencia Publicación vacante Agencia Pública de Gestión (SENA) Nivel: Nacional
30	Remisión Hojas de vida vacante Caja de Compensación Familiar. Nivel: Nacional
31	Remisión Hojas de vida vacante Agencia Pública de Gestión (SENA) Nivel: Nacional
32	Revisión Hojas de Vida vacante Caja de Compensación Familiar. Nivel: Nacional
33	Revisión Hojas de Vida vacante Agencia Pública de Gestión (SENA) Nivel: Nacional
34	Consecución Vacante. Nivel: nacional

La secuenciación de las actividades dependerá de las respuestas encontradas en cada nivel de la vacante. Es decir, las predecesoras variarán dependiendo de la obtención de los profesionales requeridos en cada punto de control. A continuación, en la figura 1.1. se presenta el gráfico que permitiría visualizar las actividades y las tomas de decisiones:



Figura 1.1: Diagrama de flujo de las actividades pertenecientes al proyecto

De esta forma, una vez realizado el requerimiento de la vacante se inicia el proceso con las actividades planteadas en el nivel A hasta llegar a la ejecución de las tareas correspondientes a la revisión de las hojas de vida con cada uno de los prestadores autorizados. En este punto se debe realizar la validación del cumplimiento de los postulados en la vacante de acuerdo con las siguientes dos condiciones:

1. ¿El profesional postulado cuenta con la experiencia requerida para desempeñar el cargo?
2. ¿El profesional postulado reside en el nivel en que se encuentra la vacante?

En caso de que la respuesta a ambas preguntas sea afirmativa, las actividades de los niveles B, C y D no se ejecutarían, pues ya no se requiere ampliar la vacante a otros niveles para encontrar el profesional requerido. En la figura 1.2. se presenta el flujo de las actividades realizadas si esta condición se llega a presentar.

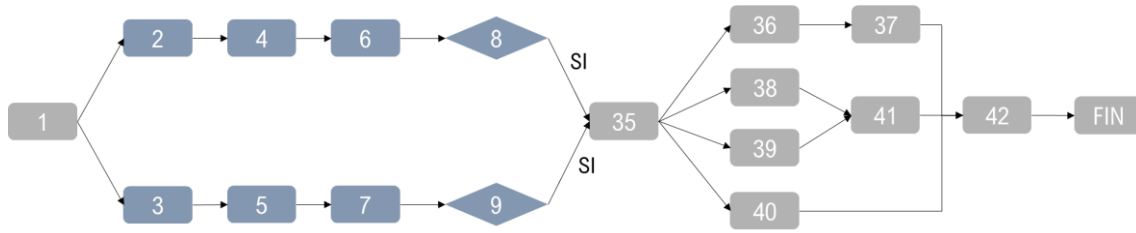


Figura 1.2: Diagrama de flujo de las actividades en caso de encontrar al profesional en el nivel A

En el caso de que no se cumpla alguna de las condiciones planteadas se deberá solicitar a ambos prestadores que se amplié la vacante al siguiente nivel, con lo que se realizarían las actividades tanto del nivel A y B hasta la validación del cumplimiento de los postulados. En la figura 1.3. se muestra el diagrama de flujo de las actividades si los profesionales son encontrados en los municipios limítrofes.

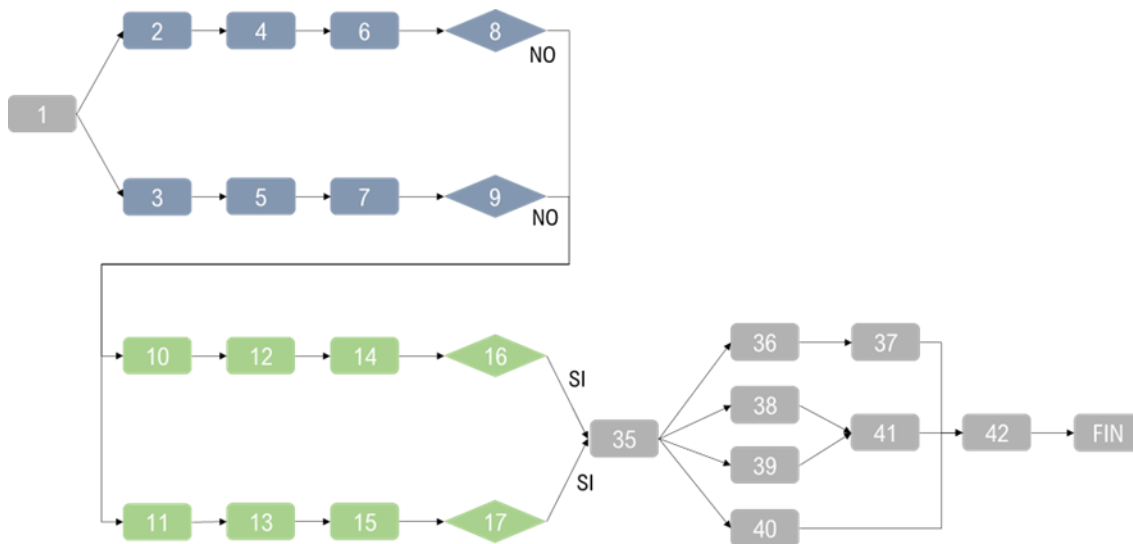


Figura 1.3: Diagrama de flujo de las actividades en caso de encontrar al profesional en el nivel B

Este último procedimiento se realizará nuevamente en caso de que la respuesta sea negativa para el nivel B, teniéndose que ejecutar todas las actividades del nivel A, B y ahora C.

En la tabla 1.6 Secuencia de las actividades se presentan las actividades predecesoras en el caso pesimista en que no se encuentren los profesionales hasta el último nivel de las vacantes, para este caso todas las actividades tendrán relación FC (Fin a comienzo), es decir que deberá finalizar la predecesora para que la sucesora comience:

Tabla 1.6. Secuencia de las actividades

(1) ID	(2) ACTIVIDAD	(3) (4) PREDECESORAS (FC)
1	Requerimiento de nueva vacante	

(1)	(2)	(3)	(4)
ID	ACTIVIDAD	PREDECESORAS	(FC)
A VACANTE ÁREA DE INFLUENCIA			
2	Apertura vacante Caja de Compensación Familiar	1	
3	Apertura vacante Agencia Pública de Gestión (SENA)	1	
4	Vigencia Publicación vacante Caja de Compensación Familiar. Nivel: Área de Influencia	2	
5	Vigencia Publicación vacante Agencia Pública de Gestión (SENA) Nivel: Área de Influencia	3	
6	Remisión Hojas de vida vacante Caja de Compensación Familiar. Nivel: Área de Influencia	4	
7	Remisión Hojas de vida vacante Agencia Pública de Gestión (SENA) Nivel: Área de Influencia	5	
8	Revisión Hojas de Vida vacante Caja de Compensación Familiar. Nivel: Área de Influencia	6	
9	Revisión Hojas de Vida vacante Agencia Pública de Gestión (SENA) Nivel: Área de Influencia	7	
B VACANTE MUNICIPIOS LIMITROFES			
10	Solicitud apertura vacante Caja de Compensación Familiar. Nivel: Municipios limítrofes	8	
11	Solicitud apertura vacante Agencia Pública de Gestión (SENA) Nivel: Municipios limítrofes	9	
12	Vigencia Publicación vacante Caja de Compensación Familiar. Nivel: Municipios limítrofes	10	
13	Vigencia Publicación vacante Agencia Pública de Gestión (SENA) Nivel: Municipios limítrofes	11	
14	Remisión Hojas de vida vacante Caja de Compensación Familiar. Nivel: Área de Influencia	12	
15	Remisión Hojas de vida vacante Agencia Pública de Gestión (SENA) Nivel: Área de Influencia	13	
16	Revisión Hojas de Vida vacante Caja de Compensación Familiar. Nivel: Municipios limítrofes	14	
17	Revisión Hojas de Vida vacante Agencia Pública de Gestión (SENA) Nivel: Municipios limítrofes	15	
C VACANTE DEPARTAMENTAL			
18	Solicitud apertura vacante Caja de Compensación Familiar. Nivel: Departamental	16	
19	Solicitud apertura vacante Agencia Pública de Gestión (SENA) Nivel: Departamental	17	
20	Vigencia Publicación vacante Caja de Compensación Familiar. Nivel: Departamental	18	
21	Vigencia Publicación vacante Agencia Pública de Gestión (SENA) Nivel: Departamental	19	
22	Remisión Hojas de vida vacante Caja de Compensación Familiar. Nivel: Departamental	20	

12 Herramienta para estimar la duración de proyectos basada en redes lógicas con incertidumbre probabilística en duración y resultados. Aplicación a la consecución de profesionales en el sector de hidrocarburos en Colombia.

(1)	(2)	(3)	(4)
ID	ACTIVIDAD	PREDECESORAS (FC)	
23	Remisión Hojas de vida vacante Agencia Pública de Gestión (SENA) Nivel: Departamental	21	
24	Revisión Hojas de Vida vacante Caja de Compensación Familiar. Nivel: Departamental	22	
25	Revisión Hojas de Vida vacante Agencia Pública de Gestión (SENA) Nivel: Departamental	23	
D VACANTE NACIONAL			
26	Solicitud apertura vacante Caja de Compensación Familiar. Nivel: Nacional	24	
27	Solicitud apertura vacante Agencia Pública de Gestión (SENA) Nivel: Nacional	25	
28	Vigencia Publicación vacante Caja de Compensación Familiar. Nivel: Nacional	26	
29	Vigencia Publicación vacante Agencia Pública de Gestión (SENA) Nivel: Nacional	27	
30	Remisión Hojas de vida vacante Caja de Compensación Familiar. Nivel: Nacional	28	
31	Remisión Hojas de vida vacante Agencia Pública de Gestión (SENA) Nivel: Nacional	29	
32	Revisión Hojas de Vida vacante Caja de Compensación Familiar. Nivel: Nacional	30	
33	Revisión Hojas de Vida vacante Agencia Pública de Gestión (SENA) Nivel: Nacional	31	
34	Consecución Vacante. Nivel: nacional	32	33
35	Solicitud revisión referencias del profesional seleccionado	34	
36	Programación examen de ingreso	35	
37	Resultado examen ingreso	36	
38	Alistamiento dotación	35	
39	Alistamiento computador	35	
40	Inducción HSEQ	35	
41	Envío dotación y computador	39	38
42	Contratación	37	41
43	FIN	42	

1.4 Estimar la duración de las actividades

Las duraciones de cada tarea podrán ser de duración fija o duración variable de acuerdo con los históricos de publicaciones reales anteriores. En caso de ser de duración variable se especificarán posibles duraciones mínimas, más probables y máximas determinadas mediante la función de distribución Beta-PERT

1.5 Desarrollar el cronograma:

Una vez definidas las actividades, su secuencia y duraciones se evaluarán todas en conjunto para determinar fechas de comienzo y fin, asumiendo como fecha de inicio el momento 0 y duraciones en días hábiles.

En la tabla 1.7. Programación de las actividades se presenta la información agrupada, la cual será la base para realizar los diferentes modelos que permitan evaluar las diversas posibilidades para resolver la problemática:

Tabla 1.7. Programación de las actividades

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)
ID	ACTIVIDAD	PRED-(FC)	DURACIÓN (DÍAS)	TIPO DE FUNCIÓN	DURACIÓN MÍNIMA	DURACIÓN + PROB.	DURACIÓN MÁX	VALIDACIÓN	FECHA INICIO	FECHA FIN	
1	Requerimiento de nueva vacante		0							0	0
A	VACANTE ÁREA DE INFLUENCIA		7								
2	Apertura vacante Caja de Compensación Familiar	1	1	Determinista						0	1
3	Apertura vacante Agencia Pública de Gestión (SENA)	1	1	Determinista						0	1
4	Vigencia Publicación vacante Caja de Compensación Familiar. Nivel: Área de Influencia	2	3	Determinista						1	4
5	Vigencia Publicación vacante Agencia Pública de Gestión (SENA) Nivel: Área de Influencia	3	3	Determinista						1	4
6	Remisión Hojas de vida vacante Caja de Compensación Familiar. Nivel: Área de Influencia	4	1	Beta-PERT	0	1	2			4	5
7	Remisión Hojas de vida vacante Agencia Pública de Gestión (SENA) Nivel: Área de Influencia	5	1	Beta-PERT	0	1	2			4	5
8	Revisión Hojas de Vida vacante Caja de Compensación Familiar. Nivel: Área de Influencia	6	2	Beta-PERT	1	2	3	NO		5	7
9	Revisión Hojas de Vida vacante Agencia Pública de Gestión (SENA) Nivel: Área de Influencia	7	2	Beta-PERT	1	2	3	NO		5	7
B	VACANTE MUNICIPIOS LIMITROFES		5								
10	Solicitud apertura vacante Caja de Compensación Familiar. Nivel: Municipios Limítrofes	8	1	Determinista						7	8

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)
ID	ACTIVIDAD	PRED-(FC)	DURACIÓN (DÍAS)	TIPO DE FUNCIÓN	DURACIÓN MÍNIMA	DURACIÓN + PROB.	DURACIÓN MÁX	VALIDACIÓN	FECHA INICIO	FECHA FIN	
11	Solicitud apertura vacante Agencia Pública de Gestión (SENA) Nivel: Municipios limítrofes	9	1	Determinista					7	8	
12	Vigencia Publicación vacante Caja de Compensación Familiar. Nivel: Municipios limítrofes	10	1	Determinista					8	9	
13	Vigencia Publicación vacante Agencia Pública de Gestión (SENA) Nivel: Municipios limítrofes	11	1	Determinista					8	9	
14	Remisión Hojas de vida vacante Caja de Compensación Familiar. Nivel: Área de Influencia	12	1	Beta-PERT	0	1	2		9	10	
15	Remisión Hojas de vida vacante Agencia Pública de Gestión (SENA) Nivel: Área de Influencia	13	1	Beta-PERT	0	1	2		9	10	
16	Revisión Hojas de Vida vacante Caja de Compensación Familiar. Nivel: Municipios limítrofes	14	2	Beta-PERT	1	2	3	NO	10	12	
17	Revisión Hojas de Vida vacante Agencia Pública de Gestión (SENA) Nivel: Municipios limítrofes	15	2	Beta-PERT	1	2	3	NO	10	12	
C	VACANTE DEPARTAMENTAL		5								
18	Solicitud apertura vacante Caja de Compensación Familiar. Nivel: Departamental	16	1	Determinista					12	13	
19	Solicitud apertura vacante Agencia Pública de Gestión (SENA) Nivel: Departamental	17	1	Determinista					12	13	
20	Vigencia Publicación vacante Caja de Compensación Familiar. Nivel: Departamental	18	1	Determinista					13	14	
21	Vigencia Publicación vacante Agencia Pública de Gestión (SENA) Nivel: Departamental	19	1	Determinista					13	14	

16 Herramienta para estimar la duración de proyectos basada en redes lógicas con incertidumbre probabilística en duración y resultados. Aplicación a la consecución de profesionales en el sector de hidrocarburos en Colombia.

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)
ID	ACTIVIDAD	PRED-(FC)	DURACIÓN (DÍAS)	TIPO DE FUNCIÓN	DURACIÓN MÍNIMA	DURACIÓN + PROB.	DURACIÓN MÁX	VALIDACIÓN	FECHA INICIO	FECHA FIN	
22	Remisión Hojas de vida vacante Caja de Compensación Familiar. Nivel: Departamental	20	1	Beta-PERT	0	1	2		14	15	
23	Remisión Hojas de vida vacante Agencia Pública de Gestión (SENA) Nivel: Departamental	21	1	Beta-PERT	0	1	2		14	15	
24	Revisión Hojas de Vida vacante Caja de Compensación Familiar. Nivel: Departamental	22	2	Beta-PERT	1	2	3	NO	15	17	
25	Revisión Hojas de Vida vacante Agencia Pública de Gestión (SENA) Nivel: Departamental	23	2	Beta-PERT	1	2	3	NO	15	17	
D	VACANTE NACIONAL		6								
26	Solicitud apertura vacante Caja de Compensación Familiar. Nivel: Nacional	24	1	Determinista					17	18	
27	Solicitud apertura vacante Agencia Pública de Gestión (SENA) Nivel: Nacional	25	1	Determinista					17	18	
28	Vigencia Publicación vacante Caja de Compensación Familiar. Nivel: Nacional	26	1	Determinista					18	19	
29	Vigencia Publicación vacante Agencia Pública de Gestión (SENA) Nivel: Nacional	27	1	Determinista					18	19	
30	Remisión Hojas de vida vacante Caja de Compensación Familiar. Nivel: Nacional	28	1	Beta-PERT	0	1	2		19	20	
31	Remisión Hojas de vida vacante Agencia Pública de Gestión (SENA) Nivel: Nacional	29	1	Beta-PERT	0	1	2		19	20	
32	Revisión Hojas de Vida vacante Caja de Compensación Familiar. Nivel: Nacional	30	3	Beta-PERT	1	3	4		20	23	

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)
ID	ACTIVIDAD	PRED-(FC)	DURACIÓN (DÍAS)	TIPO DE FUNCIÓN	DURACIÓN MÍNIMA	DURACIÓN + PROB.	DURACIÓN MÁX	VALIDACIÓN	FECHA INICIO	FECHA FIN	
33	Revisión Hojas de Vida vacante Agencia Pública de Gestión (SENA) Nivel: Nacional	31	3	Beta-PERT	1	3	4		20	23	
34	Consecución Vacante. Nivel: nacional	32 33	1	Determinista					23	24	
35	Solicitud revisión referencias del profesional seleccionado	34	1	Determinista					24	25	
36	Programación examen de ingreso	35	1	Determinista					25	26	
37	Resultado examen ingreso	36	1	Determinista					26	27	
38	Alistamiento dotación	35	3	Beta-PERT	2	3	4		25	28	
39	Alistamiento computador	35	3	Beta-PERT	2	3	4		25	28	
40	Inducción HSEQ	35	1	Determinista					25	26	
41	Envío dotación y computador	39 38	1	Determinista					28	29	
42	Contratación	37 41	1	Determinista					29	30	
43	FIN	42	0						30	30	

En la tabla 1.7 se asume que los profesionales se consiguen por medio de la vacante abierta a nivel nacional. En consecuencia, se deberán realizar todas las actividades que contemplan los grupos A, B, C y D, para lo cual se especificará que el resultado de las validaciones en las actividades 8, 9, 16, 17, 24 y 25 es “NO”.

En caso de que se consiga el profesional en otro nivel de la vacante se deberá colocar “SI” en la actividad de validación correspondiente, en cuyo caso las actividades de los niveles posteriores no aportarían duración para las fechas de inicio y fin en las columnas 11 y 12

1.6 Controlar el Cronograma

En este proceso se realizarán procesos de monitorización y replanteo a lo largo de la ejecución del proyecto en función del desempeño real de sus actividades, recalculando la fecha de finalización eliminando la incertidumbre de las actividades que ya se han realizado.

Capítulo 2 BASE METODOLÓGICA

La estimación de las duraciones para proyectos que cuentan con incertidumbre tanto por la duración de sus actividades y por la posibilidad de ocurrencia de estas, estará soportada por medio de herramientas de programación de proyectos, al ser capaces de contribuir por medio de sus tratamientos probabilísticos y estadísticos a proyectos con las particularidades que este posee, pues como se vio en el capítulo anterior se cuentan con actividades de duración variable, que a su vez pueden estar sujetas a validaciones para determinar sus sucesoras y predecesoras. Es el caso de los niveles en los que pueden estar abiertas las vacantes y que podrán no ser ejecutados si se llega a terminar el proceso de búsqueda de profesionales en un nivel anterior.

Teniendo en cuenta que se tratan actividades con duraciones con variables aleatorias que pueden o no suceder se definirán por medio de la distribución de probabilidad Beta y método GERT (“*Tropical Evaluation & Review Technique*”), también conocido como método de Técnica de Evaluación Gráfica y Revisión, el cual tendría utilidad por su tratamiento probabilístico que funciona para actividades que puedan presentar alternativas de ocurrencia (Felix Antonio Villafañez Cardeñoso, 2014). Adicionalmente y vinculando lo comentado anteriormente se hará uso de la simulación de Montecarlo, al ser este un método utilizado para resolver problemas matemáticos complejos con variables aleatorias.

2.1 Beta-PERT con actividades de duración aleatoria

Basados en lo planteado en el capítulo 1 se determinaron dos tipos de actividades, clasificadas por su duración, el primero definido como determinista por contar con una duración fija, es decir, que se tendría la certeza de cuanto tardaría en llevarse a cabo la actividad y la segunda con duración variable descrita por una función de distribución Beta.

La distribución Beta se usa frecuentemente en las técnicas PERT *Program Evaluation and Review Techniques*, los cuales suponen que las duraciones de las actividades que componen un proyecto son variables aleatorias que obedecen a la distribución Beta. (López Casuso, 2006)

Para programar el proyecto se deberá estimar la duración media y la varianza de las actividades que lo componen, por lo que se utilizarán los tres valores que se consideran conocidos:

- Tiempo más probable (m): Tiempo normal que se podría tardar la actividad en finalizarse.
- Tiempo pesimista (b): Tiempo que se podría tardar la actividad en llevarse a cabo cuando la actividad se realiza de manera deficiente o los riesgos se materializan.
- Tiempo optimista (a): Tiempo que tarda la actividad en llevarse a cabo si esta transcurre de manera perfecta.

Con estos valores es posible determinar el tiempo estimado siguiendo la siguiente ecuación:

$$T_e = (a+4m+b) / 6 \quad (1)$$

Y de la misma forma la varianza:

$$\text{Varianza} = ((b-a) / 6)^2 \quad (2)$$

Con esta información es posible calcular el tiempo y la varianza que aporta cada actividad al proyecto.

2.2 GERT

El método GERT llamado así por sus siglas *Graphical Evaluation and Review Techique* fue presentado en 1966 por A.A.B. Pristker y W.W. Happ y es una herramienta que permite integrar proyectos con características especiales como actividades con duraciones sujetas a variación, ciclos de retroalimentación, probabilidad de ocurrencia y ocurrencias múltiples de un evento.

Este tipo de método tiene aplicación en proyectos de pruebas de prototipos, estudios de factibilidad, planificación de nuevos productos, I+D+i, entre otros. (Roberts, Vallejo and Leñero, 1979)

El método GERT permite también graficar diversos tipos de nodos de acuerdo con las posibles relaciones lógicas de entrada y salida. Las condiciones de entrada definen los requerimientos que deben cumplir las predecesoras para que se puedan ejecutar las actividades de este nodo. Las condiciones de salida determinan el tipo de red que continuarán al finalizarlo.

El presente proyecto encaja en este método al contar con actividades que tienen incertidumbre en sus duraciones y la posibilidad de ejecutarse o no de acuerdo con condiciones en la salida. Tal como se evidenció en los capítulos anteriores algunas actividades estarán determinadas por la función de distribución c con los tres parámetros de duración mínima, más probable y máxima.

Las actividades que condicionarán la realización de las siguientes serán aquellas que requieren de una validación para ser llevadas a cabo, en este caso nos referimos a las presentadas en la tabla a continuación

Tabla 2.1. Actividades de validación

A VACANTE ÁREA DE INFLUENCIA	
8	Revisión Hojas de Vida vacante Caja de Compensación Familiar. Nivel: Área de Influencia
9	Revisión Hojas de Vida vacante Agencia Publica de Gestión (SENA) Nivel: Área de Influencia
B VACANTE MUNICIPIOS LIMITROFES	
16	Revisión Hojas de Vida vacante Caja de Compensación Familiar. Nivel: Municipios Limítrofes

17	Revisión Hojas de Vida vacante Agencia Pública de Gestión (SENA) Nivel: Municipios Limítrofes
C VACANTE DEPARTAMENTAL	
24	Revisión Hojas de Vida vacante Caja de Compensación Familiar. Nivel: Departamental
25	Revisión Hojas de Vida vacante Agencia Pública de Gestión (SENA) Nivel: Departamental

Si el resultado de alguna de estas llega a ser “SI” las actividades en los niveles siguientes no se realizarían.

Con esta información realizaremos el gráfico general, siguiendo las siguientes hipótesis:

- No se consiguen los profesionales en los niveles A, B y C, llegando así al nivel nacional.
- Se asumen duraciones deterministas, en el caso de aquellas que no lo sean se tomará el valor de la duración más probable.
- En cada nodo se representa la duración de la actividad.
- En el nodo “FIN” se calcula la duración total de acuerdo con el camino tomado.

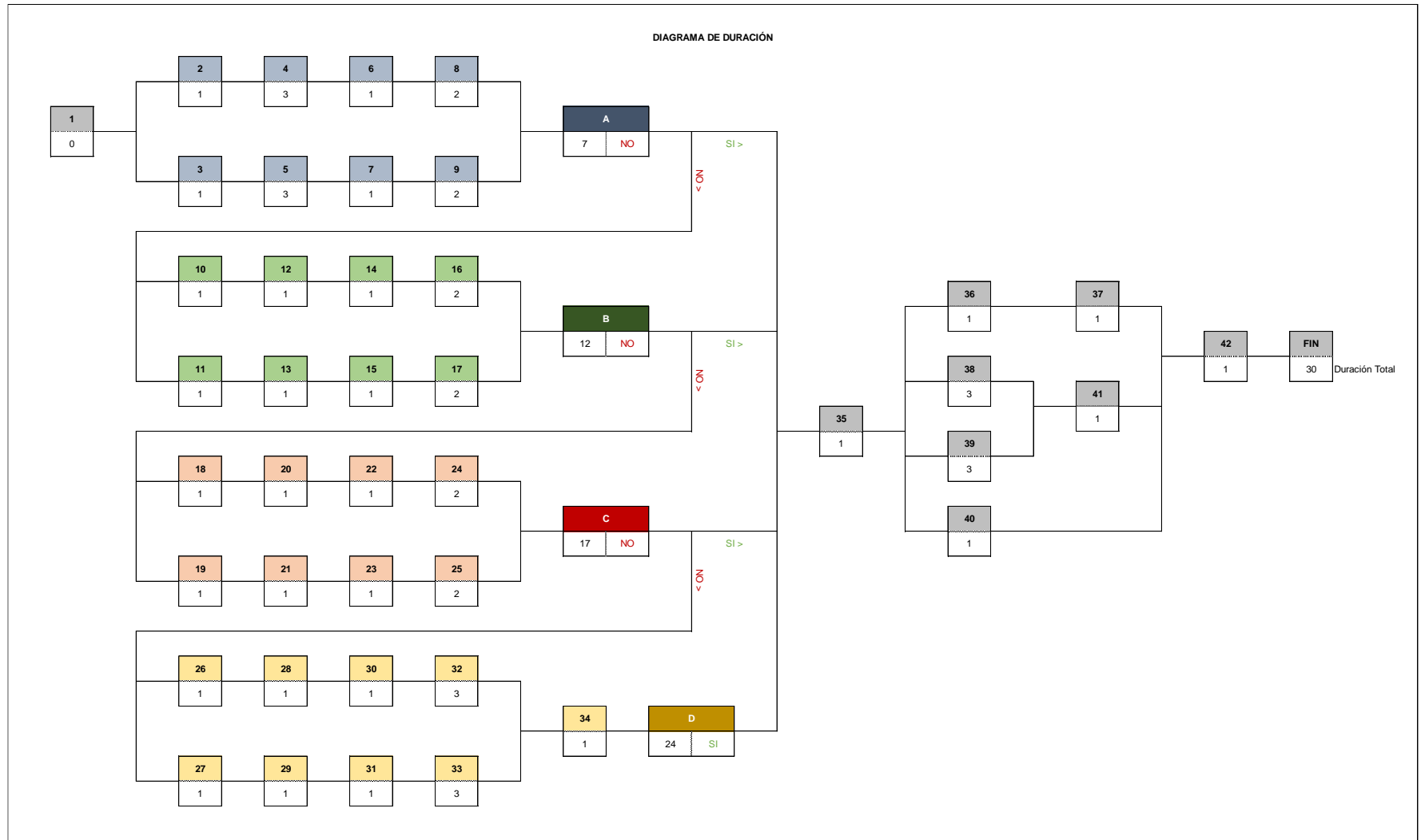


Figura 2.1: Diagrama GERT consecución vacante en el nivel D

De manera específica se presentarán a continuación los gráficos para cada una de las posibilidades de acuerdo con los niveles a los que puede llevar la vacante:

2.2.1. Consecución vacante en el nivel A

Para este primer caso se ejemplifica la situación de encontrar el profesional requerido en el nivel A, correspondiente al área de influencia. Para ello se asume que la validación en las actividades 8 o 9 es afirmativa dependiendo del prestador por medio del cual se consiga, de esta forma las actividades que componen los niveles B, C y D, no se realizarían y se saltaría directamente a la actividad 35, esto se puede visualizar en la figura 2.2.

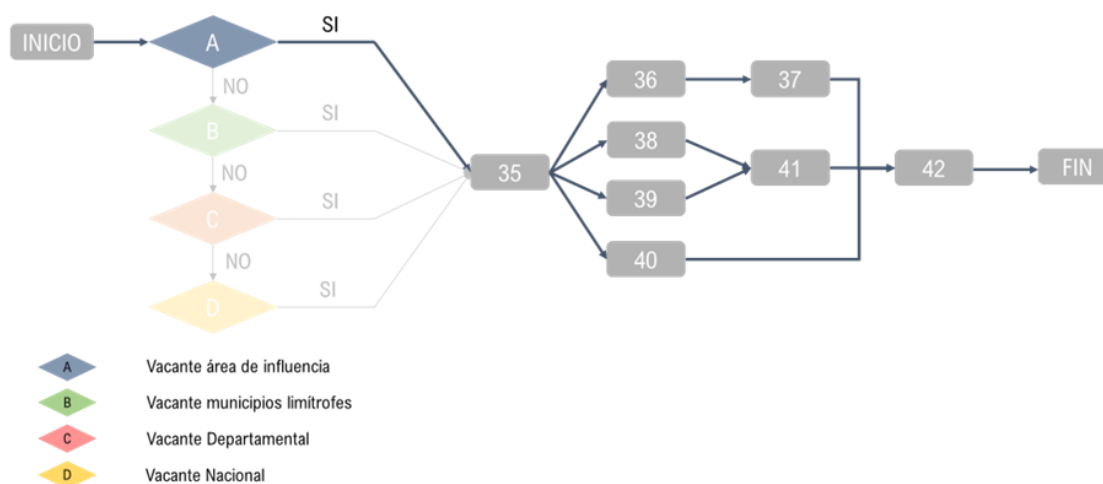


Figura 2.2: Diagrama de flujo consecución vacante en el nivel A

2.2.2. Consecución vacante en el nivel B

Este segundo caso ejemplifica la situación de encontrar el profesional requerido en el nivel B, correspondiente a la vacante en municipios limítrofes. Para este caso la validación de las actividades 8 y 9 sería negativa, pero afirmativa para las actividades 16 o 17 dependiendo del prestador por medio del cual se consiga, de esta forma las actividades que componen los niveles C y D, no se realizarían y se saltaría directamente a la actividad 35, esto se puede visualizar en la figura 2.3

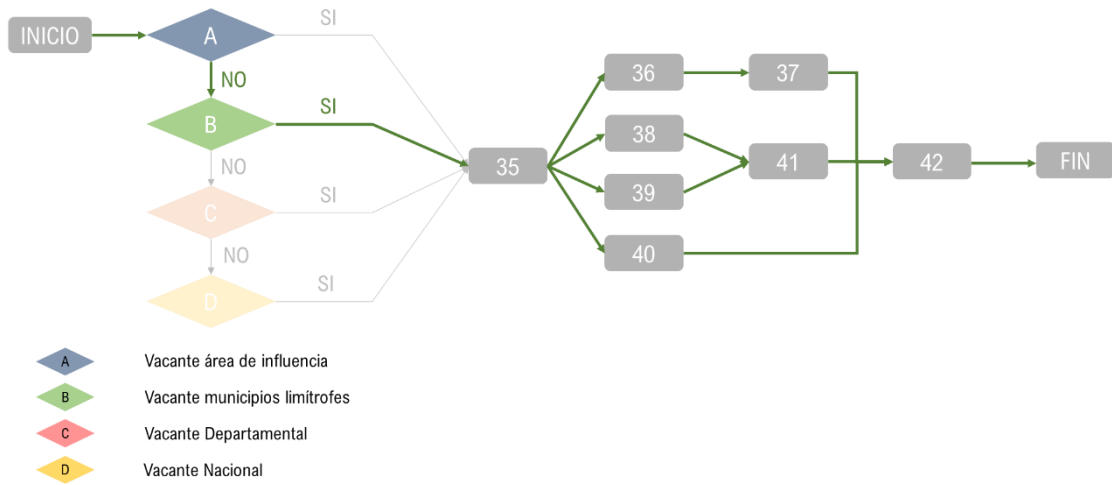


Figura 2.3: Diagrama de flujo consecución vacante en el nivel B

2.2.3. Consecución vacante en el nivel C

Este tercer caso ejemplifica la situación de encontrar el profesional requerido en el nivel C, correspondiente a la vacante departamental. Para este caso la validación de las actividades 8, 9, 16 y 17 descartando así el primer y segundo nivel y afirmativa en las actividades 24 o 25 dependiendo del prestador por medio del cual se consiga, de esta forma las actividades que componen el nivel D, no se realizarían y se saltaría directamente a la actividad 35, esto se puede visualizar en la figura 2.4

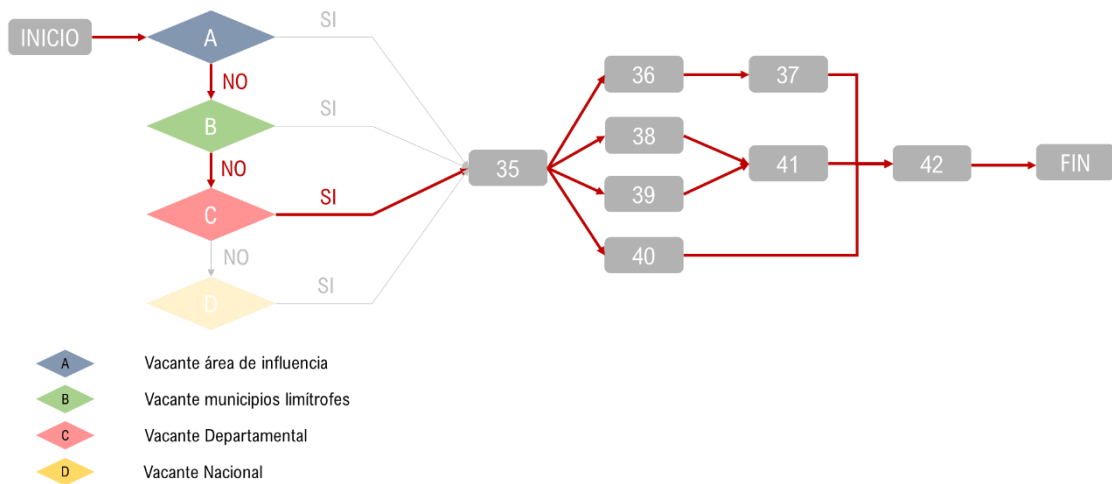


Figura 2.4: Diagrama de flujo consecución vacante en el nivel C

2.2.4. Consecución vacante en el nivel D

El cuarto caso ejemplifica la situación de encontrar el profesional requerido en el nivel D, correspondiente a la vacante nacional. Para este caso a validación de las actividades 8, 9, 16, 17, 24 y 25 descartando así del primer al tercer nivel, en este último se deben conseguir los profesionales, para posteriormente continuar con la actividad 35, esto se puede visualizar en la figura 2.5

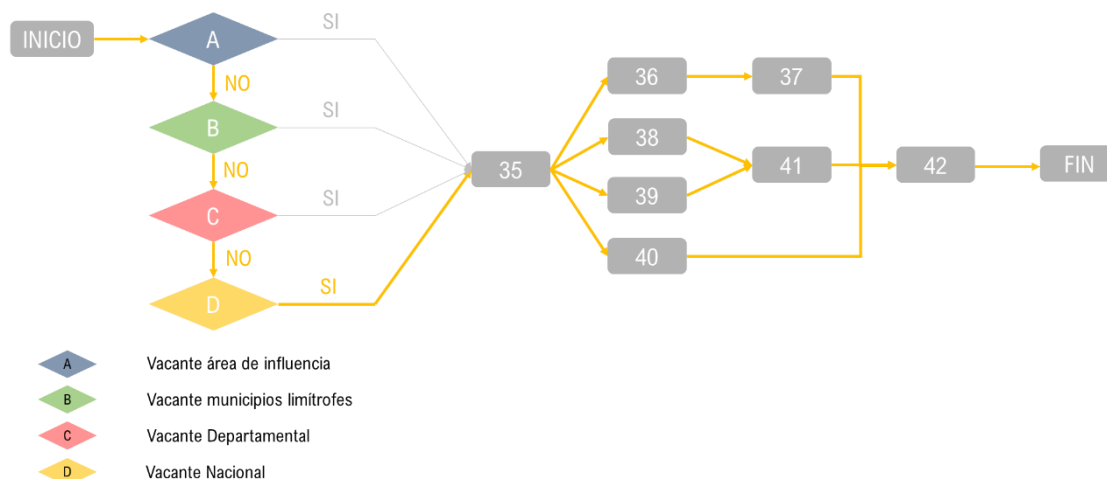


Figura 2.5: Diagrama de flujo consecución vacante en el nivel D

2.3 Simulación de Montecarlo

La simulación de Montecarlo es un método que utiliza números aleatorios para generar modelos de procesos y estudiarlos con ayuda de ordenadores, que permite resolver problemas matemáticos complejos por medio de la repetición de características y comportamientos de variables reales para el análisis y predicción de la evolución de sus resultados (Francisco López, 2017).

Su nombre hace alusión al Casino de Montecarlo famoso por ser un sistema de juegos de azar y uno de los atractivos turísticos del Principado de Mónaco. La ruleta es uno de los juegos de azar más famosos y además un ejemplo claro de la generación de números aleatorios pues cualquiera de los resultados cuenta con la misma probabilidad de ocurrir.

La simulación de Montecarlo permite hacer estimaciones en escenarios de difícil predicción, para ello se proporcionan datos que imiten el comportamiento de las acciones, las cuales con un número estimado de repeticiones y datos aleatorios ofrecen resultados con un grado de confianza para diferentes situaciones, que permitan evaluar el riesgo y como consecuencia contribuir a la toma de decisiones.

Su utilidad se encuentra en el sector económico, en carteras de inversión, proyectos de gestión de riesgo, entre otros. En el caso de los proyectos contribuye en la determinación de variables como el

plazo y el coste, los cuales son pilares para la ejecución y control de los mismos, pues con base en el grado de confianza que se desee adoptar se decidirán los valores aceptables para el cronograma y presupuesto.

Existen programas por medio de los cuales es posible sistematizar el método de Montecarlo, algunos de los más conocidos son @Risk y Cristal Ball, los cuales funcionan como complementos de Excel y Gold Sim, programa de análisis aplicable al sector de los negocios e ingeniería. (Martín, 2017)

La simulación de Montecarlo será de utilidad en el presente proyecto para simular las condiciones variables de las actividades, como lo son las duraciones y la posibilidad de ocurrencia de las mismas conforme a lo definido en el capítulo anterior. Este método permitirá estimar las duraciones totales con cierto grado de probabilidad que permita entregar al cliente una certeza de la información proporcionada.

Capítulo 3 IMPLEMENTACIÓN

Con lo revisado en los capítulos anteriores es posible desarrollar el cronograma y ejecutar la herramienta atendiendo las necesidades del cliente que van desde conocer la duración total asumiendo encontrar los profesionales en cada uno de los niveles hasta la duración en puntos de control al conocer las duraciones reales en las actividades pasadas.

El desarrollo del cronograma además de brindar una herramienta capaz de proporcionar la duración total del proyecto, duraciones parciales de las actividades con las fechas estimadas de inicio y fin, pretende también presentar herramientas capaces de reflejar el impacto de las actividades visualmente, para esto se hará uso del Diagrama de Gantt.

3.1 Diagrama de Gantt

El diagrama de Gantt es una de las técnicas gráficas más conocidas, su nombre surgió en honor al ingeniero mecánico estadounidense Henry Laurence Gantt quien lo diseñó en el año 1910 al colocar en una pizarra actividades y fechas para cumplir compromisos de reparaciones en un taller.

Con base en la información ya recopilada de las actividades, secuenciación y estimación de duraciones se desarrollará el Diagrama de Gantt para este proyecto, en el que se tendrán como punto de partida las siguientes premisas:

- La fecha de inicio es el día 0
- Las duraciones estimadas para las actividades que no son deterministas serán las duraciones más probables.
- Se estimarán las duraciones evaluando cada una de las posibilidades de encontrar a los profesionales en cada uno de los niveles.

3.1.1. Consecución vacante en el nivel A

Siguiendo el flujo presentado en el capítulo 2.2.1. y tomando duraciones fijas para las actividades se graficará la situación de encontrar el profesional requerido en el nivel A.

El primer caso ejemplifica la situación de encontrar el profesional requerido en el área de influencia. Como respuesta en la herramienta se colocará un “SI” en la validación las actividades 8 o 9 dependiendo del prestador por medio del cual se consiga, de esta forma las actividades que componen los niveles B, C y D, no se realizarían y se saltaría directamente a la actividad 35, esto se puede visualizar en la figura 3.1 mostrando así que la duración total sería de 13 días.

El diagrama de Gantt se genera en Microsoft Excel condicionado para que las actividades que conforman los niveles B, C y D no aporten duración para la estimación de fecha de inicio, ni fecha de fin, con lo cual se sigue la secuencia general desde el inicio hasta la actividad 8 o 9, y

posteriormente se salta a la actividad 35 que tendría como predecesora a cualquier de estas dos últimas, en adelante las actividades son administrativas y siguen el curso general como se visualiza en la figura 3.1.

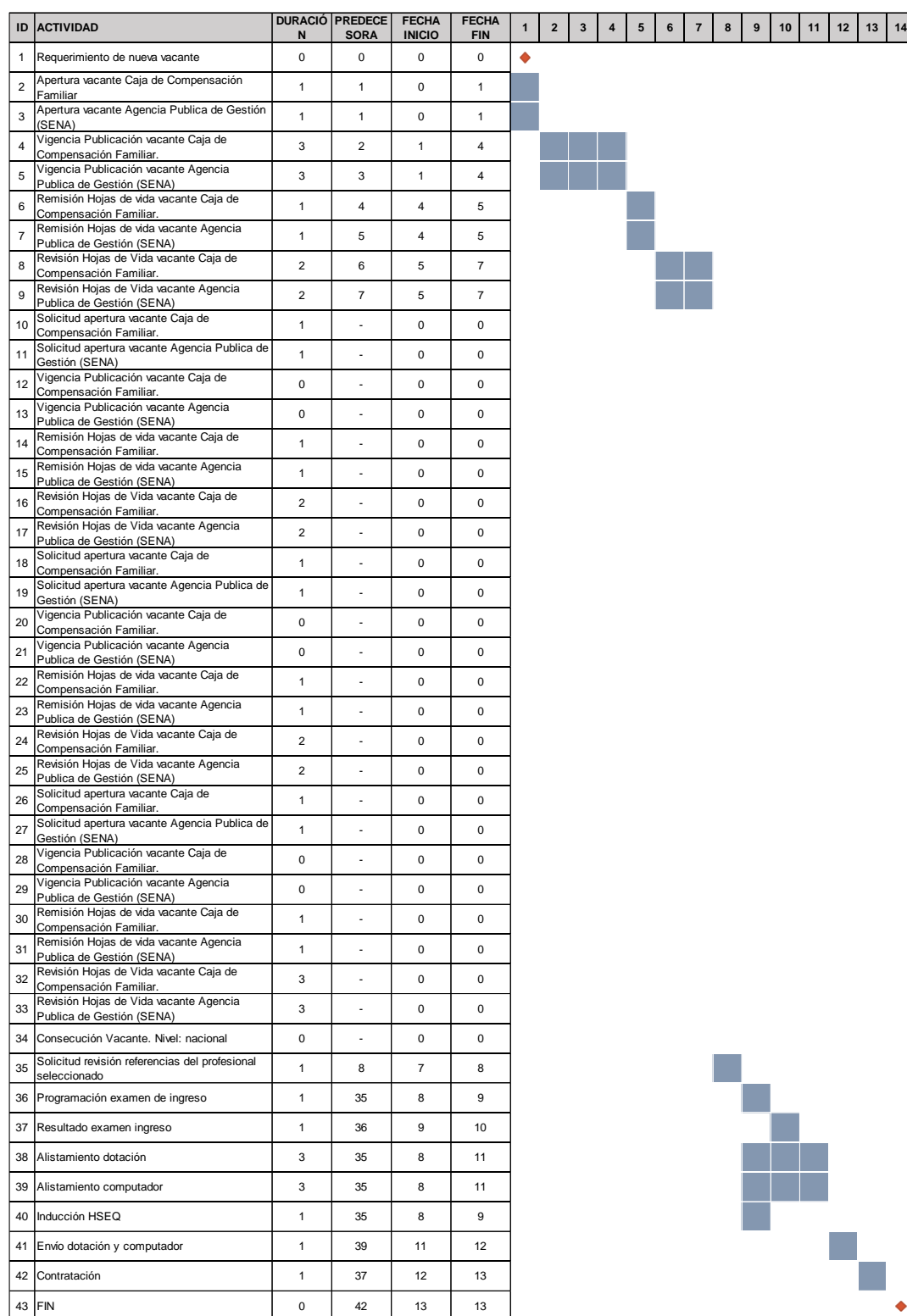


Figura 3.1: Diagrama de Gantt consecución vacante en el nivel A

3.1.2. Consecución vacante en el nivel B

Siguiendo el flujo presentado en el capítulo 2.2.2. y tomando duraciones fijas para las actividades se graficará la situación de encontrar el profesional requerido en el nivel B.

El segundo caso ejemplifica la situación de encontrar el profesional requerido en los municipios limítrofes. Como respuesta en la herramienta se colocará un “NO” en la validación de las actividades 8 y 9 descartando así el primer nivel y “SI” en las actividades 16 o 17 dependiendo del prestador por medio del cual se consiga, de esta forma las actividades que componen los niveles C y D, no se realizarían y se saltaría directamente a la actividad 35, esto se puede visualizar en la figura 3.2 donde se evidencia una duración total ahora de 18 días.

El diagrama de Gantt se genera en Microsoft Excel condicionado para que las actividades que conforman los niveles C y D no aporten duración para la estimación de fecha de inicio, ni fecha de fin, con lo cual se sigue la secuencia general desde el inicio hasta la actividad 16 o 17, y posteriormente se salta a la actividad 35 que tendría como predecesora a cualquiera de estas dos últimas, en adelante las actividades son administrativas y siguen el curso general como se visualiza en la figura 3.2.

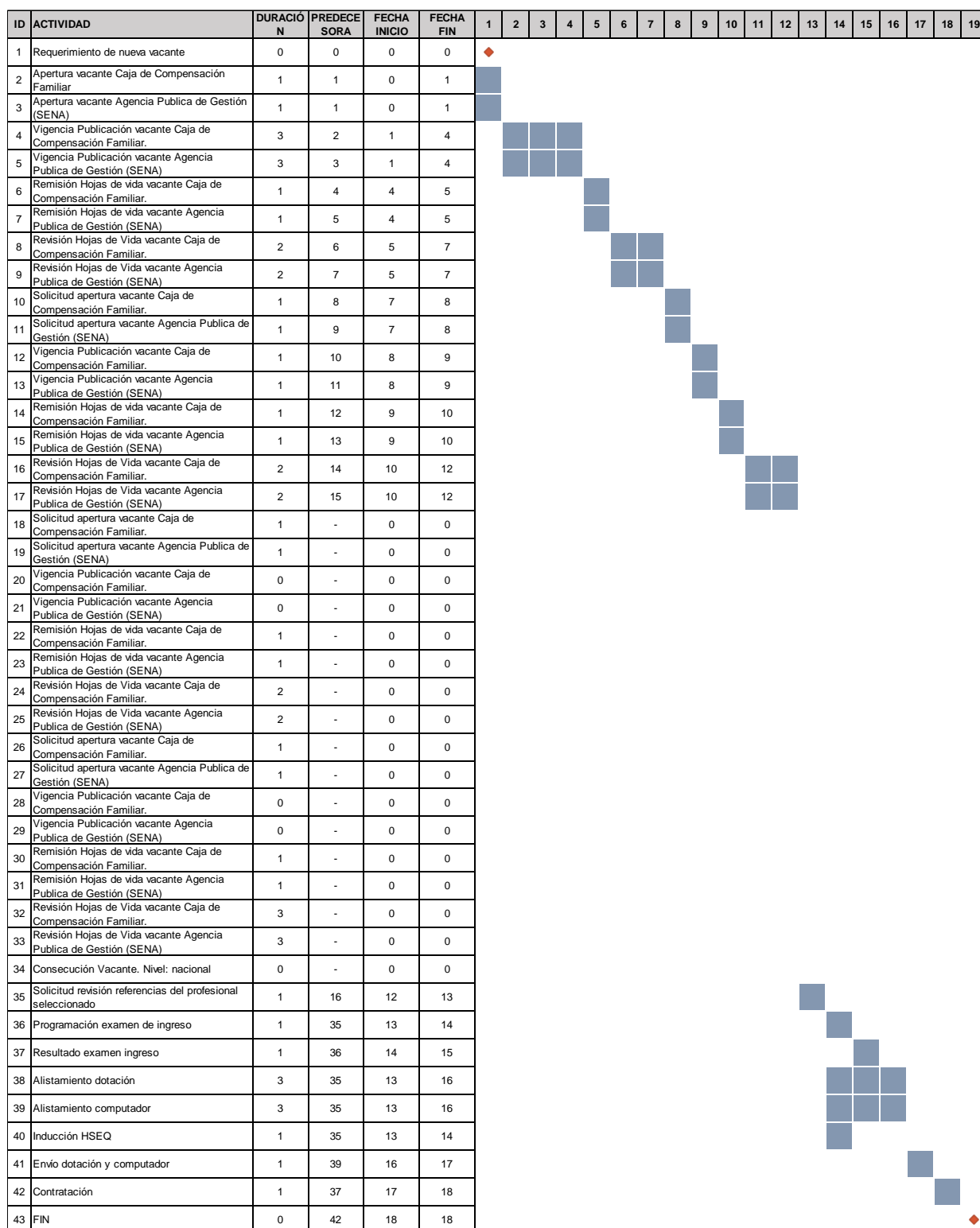


Figura 3.2: Diagrama de Gantt consecución vacante en el nivel B

3.1.3. Consecución vacante en el nivel C

Siguiendo el flujo presentado en el capítulo 2.2.3. y tomando duraciones fijas para las actividades se graficará la situación de encontrar el profesional requerido en el nivel C.

El tercer caso ejemplifica la situación de encontrar el profesional requerido a nivel departamental. Como respuesta en la herramienta se colocará un “NO” en la validación de las actividades 8, 9, 16 y 17 descartando así el primer y segundo nivel y “SI” en las actividades 24 o 25 dependiendo del prestador por medio del cual se consiga, de esta forma las actividades que componen el nivel D, no se realizarían y se saltaría directamente a la actividad 35, esto se puede visualizar en la figura 3.3 donde se evidencia una duración total ahora de 23 días.

El diagrama de Gantt se genera en Microsoft Excel condicionado para que las actividades que conforman el nivel D no aporten duración para la estimación de fecha de inicio, ni fecha de fin, con lo cual se sigue la secuencia general desde el inicio hasta la actividad 24 o 25, y posteriormente se salta a la actividad 35 que tendría como predecesora a estas dos últimas, en adelante las actividades son administrativas y siguen el curso general como se visualiza en la figura 3.3.

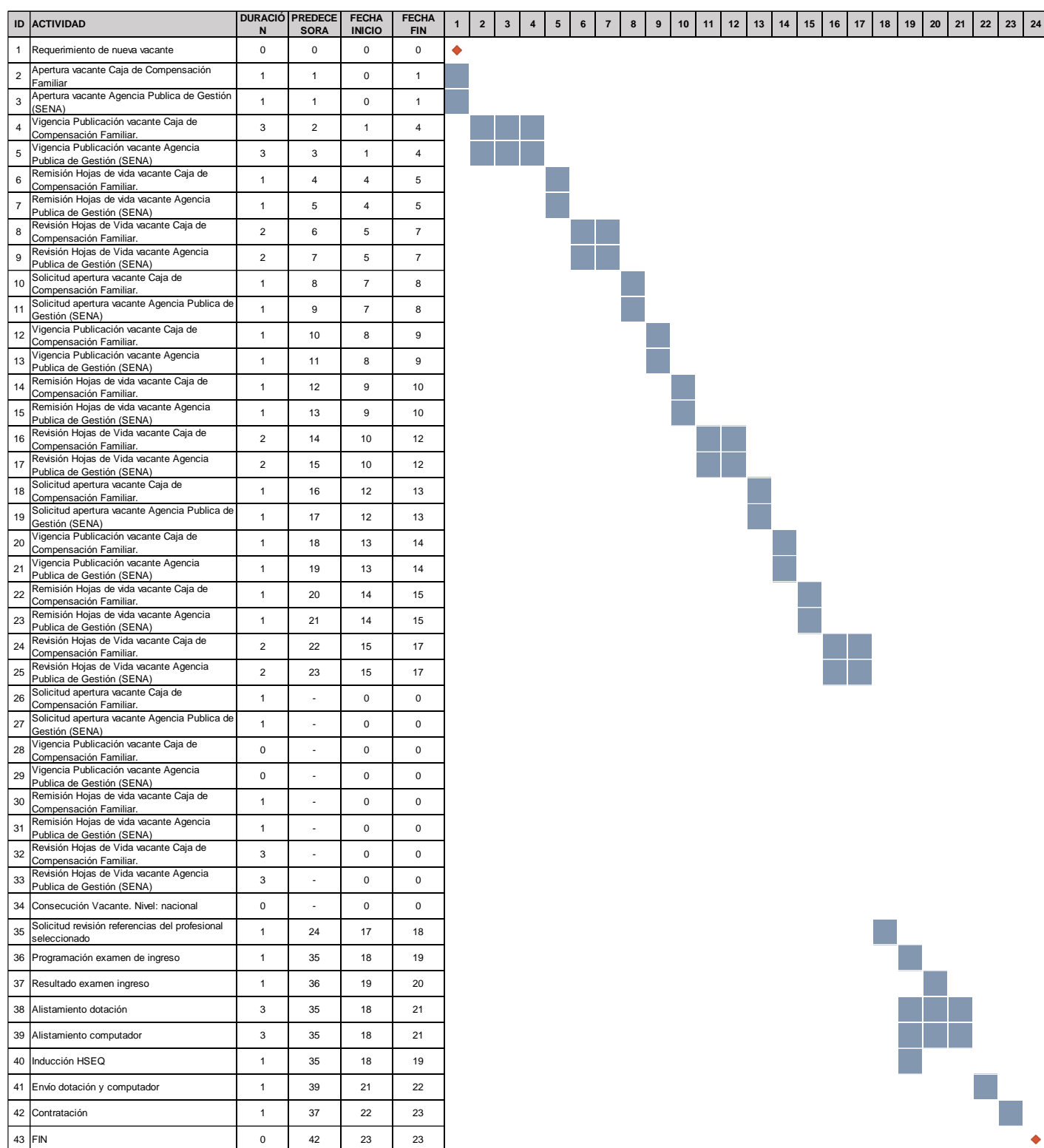


Figura 3.3: Diagrama de Gantt consecución vacante en el nivel C

3.1.4. Consecución vacante en el nivel D

Siguiendo el flujo presentado en el capítulo 2.2.4. y tomando duraciones fijas para las actividades se graficará la situación de encontrar el profesional requerido en el nivel B.

El cuarto caso ejemplifica la situación de encontrar el profesional requerido a nivel nacional. Como respuesta en la herramienta se colocará un “NO” en la validación de las actividades 8, 9, 16, 17, 24 y 25 descartando así del primer al tercer nivel, en este último se deben conseguir los profesionales, para posteriormente continuar con la actividad 35, esto se puede visualizar en la figura 3.4. donde se evidencia una duración total ahora de 30 días.

El diagrama de Gantt se genera en Microsoft Excel de tal forma que todas las actividades de los niveles A, B, C y D se realizan en su totalidad como se visualiza en la figura 3.4.

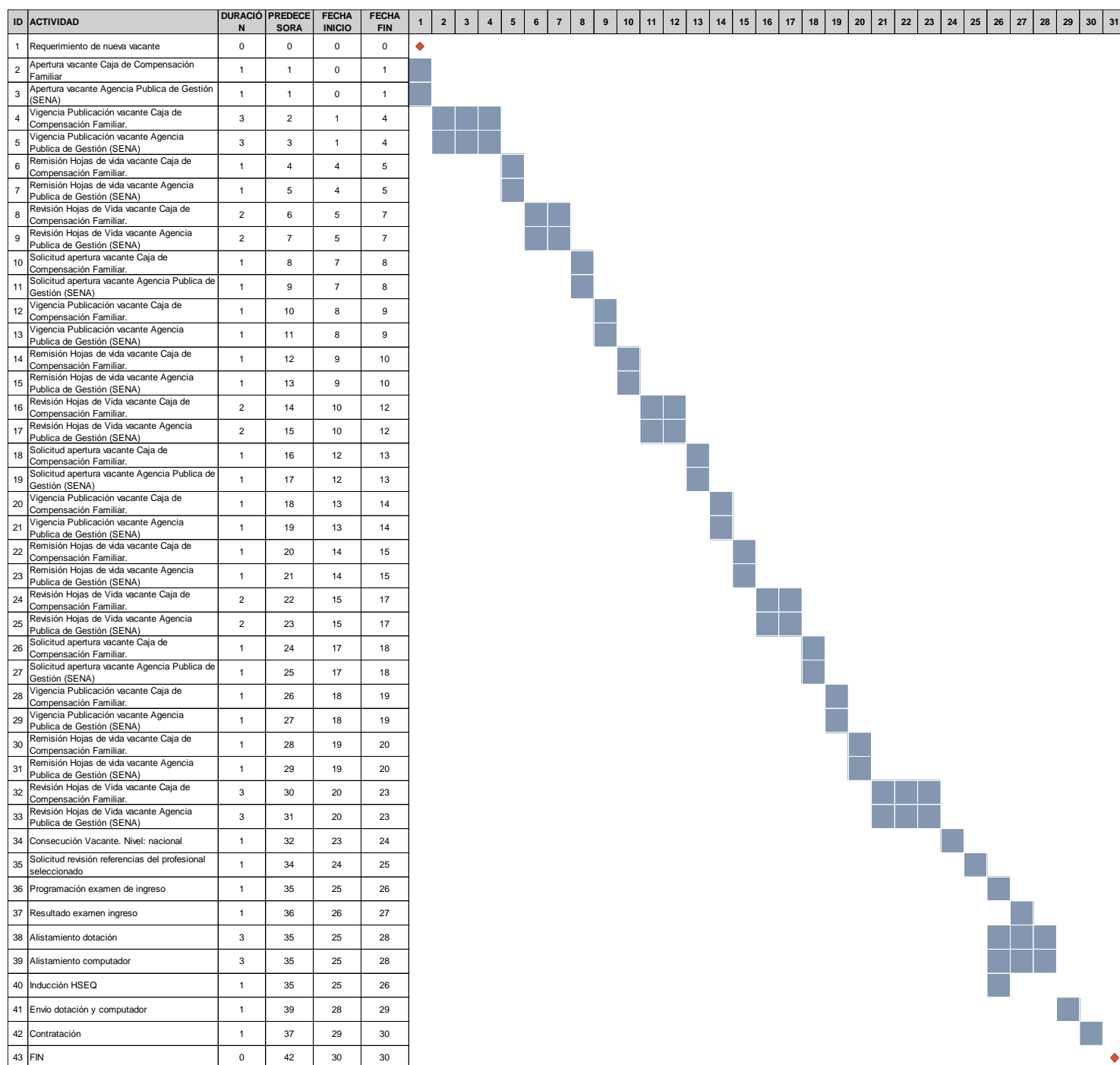


Figura 3.4: Diagrama de Gantt consecución vacante en el nivel D

3.2 Herramienta

Tal como se ha evidenciado en los capítulos anteriores la herramienta se implementará en Microsoft Excel, haciendo uso de sus funciones básicas para los casos ya expuestos. Ahora, con el objetivo de dar respuesta a las posibles solicitudes del cliente se usará como complemento @Risk, el cual, por medio de la simulación de Montecarlo permitirá definir los valores de entrada, que para este caso serán las duraciones resultantes de aplicar la función de distribución Beta-PERT y la función de salida que corresponde a la duración total del proceso de selección de candidatos.

Se asignan como valores de entrada las duraciones con la función de distribución beta-PERT de @Risk, en esta se definen los valores mínimos, más probables y máximos para las actividades que tienen duración variable especificadas en la Tabla 3.1.

Tabla 3.1. Actividades con duración definida por la función de distribución Beta-PERT

ID	ACTIVIDAD	TIPO DE FUNCIÓN	DURACIÓN MÍNIMA	DURACIÓN + PROB.	DURACIÓN MÁX
A VACANTE ÁREA DE INFLUENCIA					
6	Remisión Hojas de vida vacante Caja de Compensación Familiar. Nivel: Área de Influencia	Beta-PERT	0	1	2
7	Remisión Hojas de vida vacante Agencia Pública de Gestión (SENA) Nivel: Área de Influencia	Beta-PERT	0	1	2
8	Revisión Hojas de Vida vacante Caja de Compensación Familiar. Nivel: Área de Influencia	Beta-PERT	1	2	3
9	Revisión Hojas de Vida vacante Agencia Pública de Gestión (SENA) Nivel: Área de Influencia	Beta-PERT	1	2	3
B VACANTE MUNICIPIOS LIMITROFES					
14	Remisión Hojas de vida vacante Caja de Compensación Familiar. Nivel: Área de Influencia	Beta-PERT	0	1	2
15	Remisión Hojas de vida vacante Agencia Pública de Gestión (SENA) Nivel: Área de Influencia	Beta-PERT	0	1	2
16	Revisión Hojas de Vida vacante Caja de Compensación Familiar. Nivel: Municipios limítrofes	Beta-PERT	1	2	3
17	Revisión Hojas de Vida vacante Agencia Pública de Gestión (SENA) Nivel: Municipios limítrofes	Beta-PERT	1	2	3
C VACANTE DEPARTAMENTAL					
22	Remisión Hojas de vida vacante Caja de Compensación Familiar. Nivel: Departamental	Beta-PERT	0	1	2

ID	ACTIVIDAD	TIPO DE FUNCIÓN	DURACIÓN MÍNIMA	DURACIÓN + PROB.	DURACIÓN MÁX
23	Remisión Hojas de vida vacante Agencia Pública de Gestión (SENA) Nivel: Departamental	Beta-PERT	0	1	2
24	Revisión Hojas de Vida vacante Caja de Compensación Familiar. Nivel: Departamental	Beta-PERT	1	2	3
25	Revisión Hojas de Vida vacante Agencia Pública de Gestión (SENA) Nivel: Departamental	Beta-PERT	1	2	3
D VACANTE NACIONAL					
30	Remisión Hojas de vida vacante Caja de Compensación Familiar. Nivel: Nacional	Beta-PERT	0	1	2
31	Remisión Hojas de vida vacante Agencia Pública de Gestión (SENA) Nivel: Nacional	Beta-PERT	0	1	2
32	Revisión Hojas de Vida vacante Caja de Compensación Familiar. Nivel: Nacional	Beta-PERT	1	3	4
33	Revisión Hojas de Vida vacante Agencia Pública de Gestión (SENA) Nivel: Nacional	Beta-PERT	1	3	4
38	Alistamiento dotación	Beta-PERT	2	3	4
39	Alistamiento computador	Beta-PERT	2	3	4

A modo de ejemplo, la figura 3.5 presenta los parámetros ingresados para la primera actividad “6. Remisión Hojas de vida vacante Caja de Compensación Familiar. Nivel: Área de Influencia”, este procedimiento se repite con las demás actividades relacionadas en Tabla 3.1.

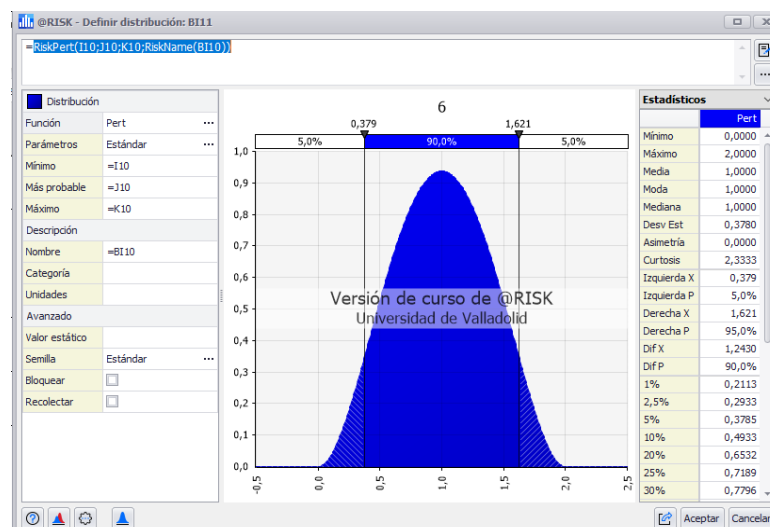


Figura 3.5: Asignación parámetros función distribución beta-Pert. Actividad 6

Capítulo 4 CASOS DE ESTUDIO

Con base en la herramienta elaborada, la cual aplica los criterios comentados en la base metodológica, realizaremos los complementos necesarios para atender los tres casos de estudio planteados inicialmente en el objeto del presente proyecto, utilizando un total de 50.000 iteraciones dentro de la simulación:

- Caso No. 01. ¿Cuál sería la duración del proceso de contratación asumiendo que se encuentre al profesional en cada uno de los siguientes niveles:
 - Nivel A: Área de influencia
 - Nivel B: Municipios limítrofes
 - Nivel C: Departamental
 - Nivel D: Nacional

- Caso No. 02. ¿Cuál sería la duración del proceso de contratación teniendo en cuenta la probabilidad de encontrar los profesionales en cada nivel según los datos históricos?

- Caso No. 03. ¿Cuál sería la duración faltante si se realizan periodos de control una vez finalizado cada uno de los siguientes niveles:
 - Nivel A: Área de influencia
 - Nivel B: Municipios limítrofes
 - Nivel C: Departamental
 - Nivel D: Nacional

4.1 Caso No. 01

El primer caso responde a la pregunta ¿Cuál sería la duración del proceso de contratación asumiendo que se encuentre al profesional en cada uno de los siguientes niveles?

- Nivel A: Área de influencia
- Nivel B: Municipios limítrofes
- Nivel C: Departamental
- Nivel D: Nacional

Con esto lo que se busca es conocer la duración del proceso de consecución de profesionales en el sector de hidrocarburos partiendo de las cuatro opciones planteadas, las cuales corresponden a cada uno de los niveles, por lo que las actividades que se realizarán para cada nivel serán específicas y la única variable con la que se contará tiene que ver con las duraciones de tipo beta-Pert.

En todos los casos se iniciará con la actividad 1. Requerimiento de nueva vacante y esta seguirá el curso hasta llegar a la validación del primer nivel en las actividades 8 y 9 de la tabla 4.1., donde se

revisará el cumplimiento de las hojas de vida recibidas para el Nivel A. Área de influencia, basta con que se haya encontrado en la Caja de compensación o bien en el SENA (con que se encuentre en uno de los dos el proceso de búsqueda se detiene en el nivel correspondiente) para continuar con la actividad 35 que corresponde al inicio de las actividades administrativas.

Dado que se estudiarán los casos partiendo de la suposición de finalización en cada uno de los niveles, se revisarán las actividades que lo conforman para realizar las respectivas simulaciones.

4.1.1. Nivel A: Área de influencia

Para el Nivel A: Área de influencia las actividades que harán parte del proceso se presentan en la tabla 4.1. A modo de ejemplo se valida la actividad 8 como si el profesional se hubiera conseguido por medio de la caja de compensación, sin embargo, el resultado sería el mismo si fuera por medio del SENA.

Tabla 4.1. Actividades realizadas consecución profesional Nivel A

ID	ACTIVIDAD	PRED (FC)	TIPO DE FUNCIÓN	DURACIÓN MÍNIMA	DURACIÓN + PROBABLE	DURACIÓN MÁXIMA	SI/NO
1	Requerimiento de nueva vacante						
A	VACANTE ÁREA DE INFLUENCIA						
2	Apertura vacante Caja de Compensación Familiar	1	Determinista		1		
3	Apertura vacante Agencia Pública de Gestión (SENA)	1	Determinista		1		
4	Vigencia Publicación vacante Caja de Compensación Familiar. Nivel: Área de Influencia	2	Determinista		3		
5	Vigencia Publicación vacante Agencia Pública de Gestión (SENA) Nivel: Área de Influencia	3	Determinista		3		
6	Remisión Hojas de vida vacante Caja de Compensación Familiar. Nivel: Área de Influencia	4	BetaPert	0	1	2	
7	Remisión Hojas de vida vacante Agencia Pública de Gestión (SENA) Nivel: Área de Influencia	5	BetaPert	0	1	2	
8	Revisión Hojas de Vida vacante Caja de	6	BetaPert	1	2	3	SI

ID	ACTIVIDAD	PRED (FC)	TIPO DE FUNCIÓN	DURACIÓN MÍNIMA	DURACIÓN + PROBABLE	DURACIÓN MÁXIMA	SI/NO
	Compensación Familiar. Nivel: Área de Influencia						
9	Revisión Hojas de Vida vacante Agencia Pública de Gestión (SENA) Nivel: Área de Influencia	7	BetaPert	1	2	3	NO
35	Solicitud revisión referencias del profesional seleccionado	8	Determinista		1		
36	Programación examen de ingreso	35	Determinista		1		
37	Resultado examen ingreso	36	Determinista		1		
38	Alistamiento dotación	35	BetaPert	2	3	4	
39	Alistamiento computador	35	BetaPert	2	3	4	
40	Inducción HSEQ	35	Determinista		1		
41	Envío dotación y computador	39 38	Determinista		1		
42	Contratación	37 41	Determinista		1		
43	FIN	42			0		

Teniendo en cuenta que para este primer caso se conoce de entrada las actividades que harán parte del proyecto, el método GERT no tendría utilidad por no existir variabilidad en que las actividades sucedan o no, es decir, no habría saltos en las actividades por no existir aleatoriedad en las relaciones de precedencia, con lo que se evaluarán únicamente las variables de entrada y salida por medio de la aplicación de la simulación de Montecarlo.

En la figura 4.1 se presenta el gráfico resultante de la primera simulación correspondiente a las actividades de la Tabla 4.1., a pesar de presentarse en este las duraciones de las actividades correspondientes a los niveles B, C y D estas no aportan a la duración total, pues el proceso se da por terminado en el nivel A. Área de influencia, con lo que la duración total para esta simulación es de 13,133 días, valor que se aproxima a 14 días para efectos prácticos de respuesta al cliente.

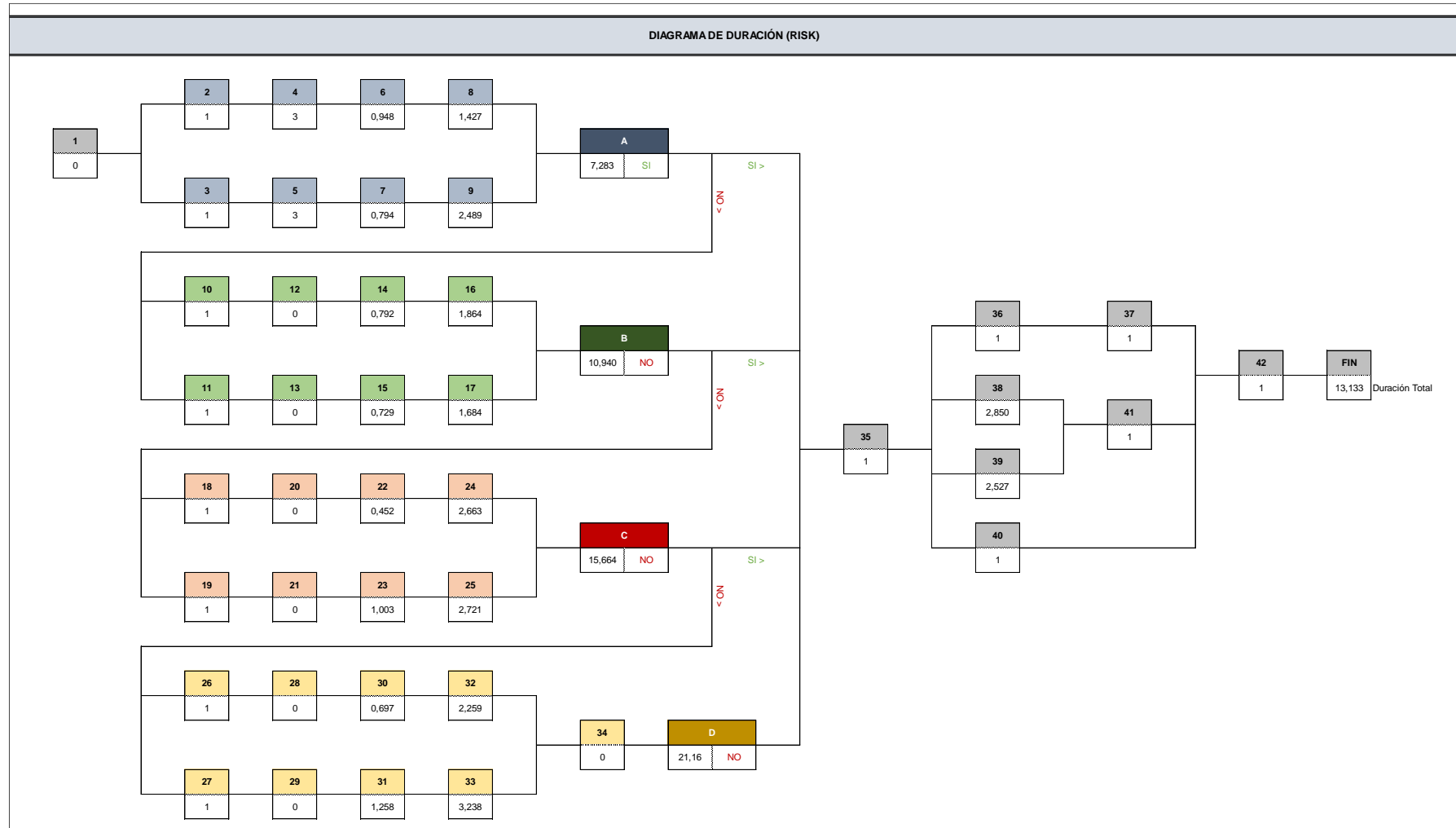


Figura 4.1: Diagrama usando Simulación de Montecarlo. Nivel A: Área de influencia

4.1.2. Nivel B: Municipios limítrofes

La duración del proceso de contratación asumiendo que se encuentra el profesional en el nivel B. Municipios limítrofes, estará compuesto por las actividades presentadas en la tabla 4.2. iniciando con la actividad 1. Requerimiento de nueva vacante, continuando con las actividades del nivel A y B hasta llegar a la validación del segundo nivel en las actividades 16 y 17, donde suponemos como ejemplo que se encuentra el profesional requerido en la caja de compensación, sin embargo, el resultado sería el mismo si fuera con el otro prestador autorizado (SENA).

Finalizada la actividad 16 se continua con la actividad 35 que corresponde al inicio de las actividades administrativas, con lo que se omite la ejecución de las actividades que componen el nivel C y D, que corresponden a los niveles Departamental y Nacional respectivamente.

Tabla 4.2. Actividades realizadas consecución profesional Nivel B

ID	ACTIVIDAD	PRED (FC)	TIPO DE FUNCIÓN	DURACIÓN MÍNIMA	DURACIÓN + PROBABLE	DURACIÓN MÁXIMA	SI/NO
1	Requerimiento de nueva vacante						
A	VACANTE ÁREA DE INFLUENCIA						
2	Apertura vacante Caja de Compensación Familiar	1	Determinista		1		
3	Apertura vacante Agencia Pública de Gestión (SENA)	1	Determinista		1		
4	Vigencia Publicación vacante Caja de Compensación Familiar. Nivel: Área de Influencia	2	Determinista		3		
5	Vigencia Publicación vacante Agencia Pública de Gestión (SENA) Nivel: Área de Influencia	3	Determinista		3		
6	Remisión Hojas de vida vacante Caja de Compensación Familiar. Nivel: Área de Influencia	4	BetaPert	0	1	2	
7	Remisión Hojas de vida vacante Agencia Pública de Gestión (SENA) Nivel: Área de Influencia	5	BetaPert	0	1	2	
8	Revisión Hojas de Vida vacante Caja de Compensación Familiar. Nivel: Área de Influencia	6	BetaPert	1	2	3	NO
9	Revisión Hojas de Vida vacante Agencia Pública de Gestión (SENA) Nivel: Área de Influencia	7	BetaPert	1	2	3	NO

44 Herramienta para la estimación de la duración de proyectos basada en redes lógicas con incertidumbre probabilística en duración y resultados. Aplicación a la consecución de profesionales en el sector de hidrocarburos en Colombia

ID	ACTIVIDAD	PRED (FC)	TIPO DE FUNCIÓN	DURACIÓN MÍNIMA	DURACIÓN + PROBABLE	DURACIÓN MÁXIMA	SI/NO
B	VACANTE MUNICIPIOS LIMITROFES						
10	Solicitud apertura vacante Caja de Compensación Familiar. Nivel: Municipios Limítrofes	8	Determinista				
11	Solicitud apertura vacante Agencia Pública de Gestión (SENA) Nivel: Municipios Limítrofes	9	Determinista				
12	Vigencia Publicación vacante Caja de Compensación Familiar. Nivel: Municipios Limítrofes	10	Determinista				
13	Vigencia Publicación vacante Agencia Pública de Gestión (SENA) Nivel: Municipios Limítrofes	11	Determinista				
14	Remisión Hojas de vida vacante Caja de Compensación Familiar. Nivel: Área de Influencia	12	BetaPert	0	1	2	
15	Remisión Hojas de vida vacante Agencia Pública de Gestión (SENA) Nivel: Área de Influencia	13	BetaPert	0	1	2	
16	Revisión Hojas de Vida vacante Caja de Compensación Familiar. Nivel: Municipios Limítrofes	14	BetaPert	1	2	3	SI
17	Revisión Hojas de Vida vacante Agencia Pública de Gestión (SENA) Nivel: Municipios Limítrofes	15	BetaPert	1	2	3	NO
35	Solicitud revisión referencias del profesional seleccionado	16	Determinista		1		
36	Programación examen de ingreso	35	Determinista		1		
37	Resultado examen ingreso	36	Determinista		1		
38	Alistamiento dotación	35	BetaPert	2	3	4	
39	Alistamiento computador	35	BetaPert	2	3	4	
40	Inducción HSEQ	35	Determinista		1		

ID	ACTIVIDAD	PRED (FC)	TIPO DE FUNCIÓN	DURACIÓN MÍNIMA	DURACIÓN + PROBABLE	DURACIÓN MÁXIMA	SI/NO
41	Envío dotación y computador	39 38	Determinista		1		
42	Contratación	37 41	Determinista		1		
43	FIN	42			0		

4.1.3. Nivel C: Departamental

La duración del proceso de contratación asumiendo que se encuentra el profesional en el nivel C. Departamental, estará compuesto por las actividades presentadas en la tabla 4.3. iniciando, al igual que los niveles anteriores, con la actividad 1. Requerimiento de nueva vacante, continuando con las actividades del nivel A, B y C hasta llegar a la validación del tercer nivel en las actividades 24 y 25, donde suponemos como ejemplo nuevamente que se encuentra el profesional requerido en la caja de compensación.

Finalizada la actividad 24 se continua con la actividad 35 que corresponde al inicio de las actividades administrativas, con lo que se omite la ejecución de las actividades que componen el nivel D Nacional.

Tabla 4.3. Actividades realizadas consecución profesional Nivel C

ID	ACTIVIDAD	PRED (FC)	TIPO DE FUNCIÓN	DURACIÓN MÍNIMA	DURACIÓN + PROBABLE	DURACIÓN MÁXIMA	SI/NO
1	Requerimiento de nueva vacante						
A	VACANTE ÁREA DE INFLUENCIA						
2	Apertura vacante Caja de Compensación Familiar	1	Determinista		1		
3	Apertura vacante Agencia Pública de Gestión (SENA)	1	Determinista		1		
4	Vigencia Publicación vacante Caja de Compensación Familiar. Nivel: Área de Influencia	2	Determinista		3		
5	Vigencia Publicación vacante Agencia Pública de Gestión (SENA) Nivel: Área de Influencia	3	Determinista		3		
6	Remisión Hojas de vida vacante Caja de Compensación Familiar. Nivel: Área de Influencia	4	BetaPert	0	1	2	

ID	ACTIVIDAD	PRED (FC)	TIPO DE FUNCIÓN	DURACIÓN MÍNIMA	DURACIÓN + PROBABLE	DURACIÓN MÁXIMA	SI/NO
7	Remisión Hojas de vida vacante Agencia Pública de Gestión (SENA) Nivel: Área de Influencia	5	BetaPert	0	1	2	
8	Revisión Hojas de Vida vacante Caja de Compensación Familiar. Nivel: Área de Influencia	6	BetaPert	1	2	3	NO
9	Revisión Hojas de Vida vacante Agencia Pública de Gestión (SENA) Nivel: Área de Influencia	7	BetaPert	1	2	3	NO
B	VACANTE MUNICIPIOS LIMITROFES						
10	Solicitud apertura vacante Caja de Compensación Familiar. Nivel: Municipios Limítrofes	8	Determinista				
11	Solicitud apertura vacante Agencia Pública de Gestión (SENA) Nivel: Municipios Limítrofes	9	Determinista				
12	Vigencia Publicación vacante Caja de Compensación Familiar. Nivel: Municipios Limítrofes	10	Determinista				
13	Vigencia Publicación vacante Agencia Pública de Gestión (SENA) Nivel: Municipios Limítrofes	11	Determinista				
14	Remisión Hojas de vida vacante Caja de Compensación Familiar. Nivel: Área de Influencia	12	BetaPert	0	1	2	
15	Remisión Hojas de vida vacante Agencia Pública de Gestión (SENA) Nivel: Área de Influencia	13	BetaPert	0	1	2	
16	Revisión Hojas de Vida vacante Caja de Compensación Familiar. Nivel: Municipios Limítrofes	14	BetaPert	1	2	3	NO
17	Revisión Hojas de Vida vacante Agencia Pública de Gestión (SENA) Nivel: Municipios Limítrofes	15	BetaPert	1	2	3	NO
C	VACANTE DEPARTAMENTAL						
18	Solicitud apertura vacante Caja de Compensación	16	Determinista		1		

ID	ACTIVIDAD	PRED (FC)	TIPO DE FUNCIÓN	DURACIÓN MÍNIMA	DURACIÓN + PROBABLE	DURACIÓN MÁXIMA	SI/NO
	Familiar. Nivel: Departamental						
19	Solicitud apertura vacante Agencia Pública de Gestión (SENA) Nivel: Departamental	17	Determinista		1		
20	Vigencia Publicación vacante Caja de Compensación Familiar. Nivel: Departamental	18	Determinista		0		
21	Vigencia Publicación vacante Agencia Pública de Gestión (SENA) Nivel: Departamental	19	Determinista		0		
22	Remisión Hojas de vida vacante Caja de Compensación Familiar. Nivel: Departamental	20	BetaPert	0	1	2	
23	Remisión Hojas de vida vacante Agencia Pública de Gestión (SENA) Nivel: Departamental	21	BetaPert	0	1	2	
24	Revisión Hojas de Vida vacante Caja de Compensación Familiar. Nivel: Departamental	22	BetaPert	1	2	3	SI
25	Revisión Hojas de Vida vacante Agencia Pública de Gestión (SENA) Nivel: Departamental	23	BetaPert	1	2	3	NO
35	Solicitud revisión referencias del profesional seleccionado	24	Determinista		1		
36	Programación examen de ingreso	35	Determinista		1		
37	Resultado examen ingreso	36	Determinista		1		
38	Alistamiento dotación	35	BetaPert	2	3	4	
39	Alistamiento computador	35	BetaPert	2	3	4	
40	Inducción HSEQ	35	Determinista		1		
41	Envío dotación y computador	39 38	Determinista		1		
42	Contratación	37 41	Determinista		1		
43	FIN	42			0		

4.1.4. Nivel D: Nacional

La duración del proceso de contratación asumiendo que se encuentra el profesional en el nivel D. Nacional, estará compuesto por las actividades presentadas en la tabla 4.4. iniciando, al igual que los niveles anteriores, con la actividad 1. Requerimiento de nueva vacante, continuando con las actividades de los niveles A, B, C y D. En este caso no se requiere de ninguna validación pues los profesionales siempre se encontrarán en el nivel Nacional de la vacante.

Suponemos como ejemplo nuevamente que se encuentra el profesional requerido en la caja de compensación. Finalizada la actividad 24 se continua con la actividad 35 que corresponde al inicio de las actividades administrativas.

Tabla 4.4. Actividades realizadas consecución profesional Nivel A

ID	ACTIVIDAD	PRED (FC)	TIPO DE FUNCIÓN	DURACIÓN MÍNIMA	DURACIÓN + PROBABLE	DURACIÓN MÁXIMA	SI/NO
1	Requerimiento de nueva vacante						
A	VACANTE ÁREA DE INFLUENCIA						
2	Apertura vacante Caja de Compensación Familiar	1	Determinista		1		
3	Apertura vacante Agencia Pública de Gestión (SENA)	1	Determinista		1		
4	Vigencia Publicación vacante Caja de Compensación Familiar. Nivel: Área de Influencia	2	Determinista		3		
5	Vigencia Publicación vacante Agencia Pública de Gestión (SENA) Nivel: Área de Influencia	3	Determinista		3		
6	Remisión Hojas de vida vacante Caja de Compensación Familiar. Nivel: Área de Influencia	4	BetaPert	0	1	2	
7	Remisión Hojas de vida vacante Agencia Pública de Gestión (SENA) Nivel: Área de Influencia	5	BetaPert	0	1	2	
8	Revisión Hojas de Vida vacante Caja de Compensación Familiar. Nivel: Área de Influencia	6	BetaPert	1	2	3	NO
9	Revisión Hojas de Vida vacante Agencia Pública de	7	BetaPert	1	2	3	NO

ID	ACTIVIDAD	PRED (FC)	TIPO DE FUNCIÓN	DURACIÓN MÍNIMA	DURACIÓN + PROBABLE	DURACIÓN MÁXIMA	SI/NO
	Gestión (SENA) Nivel: Área de Influencia						
B	VACANTE MUNICIPIOS LIMITROFES						
10	Solicitud apertura vacante Caja de Compensación Familiar. Nivel: Municipios Limítrofes	8	Determinista				
11	Solicitud apertura vacante Agencia Pública de Gestión (SENA) Nivel: Municipios Limítrofes	9	Determinista				
12	Vigencia Publicación vacante Caja de Compensación Familiar. Nivel: Municipios Limítrofes	10	Determinista				
13	Vigencia Publicación vacante Agencia Pública de Gestión (SENA) Nivel: Municipios Limítrofes	11	Determinista				
14	Remisión Hojas de vida vacante Caja de Compensación Familiar. Nivel: Área de Influencia	12	BetaPert	0	1	2	
15	Remisión Hojas de vida vacante Agencia Pública de Gestión (SENA) Nivel: Área de Influencia	13	BetaPert	0	1	2	
16	Revisión Hojas de Vida vacante Caja de Compensación Familiar. Nivel: Municipios Limítrofes	14	BetaPert	1	2	3	NO
17	Revisión Hojas de Vida vacante Agencia Pública de Gestión (SENA) Nivel: Municipios Limítrofes	15	BetaPert	1	2	3	NO
C	VACANTE DEPARTAMENTAL						
18	Solicitud apertura vacante Caja de Compensación Familiar. Nivel: Departamental	16	Determinista		1		
19	Solicitud apertura vacante Agencia Pública de Gestión (SENA) Nivel: Departamental	17	Determinista		1		
20	Vigencia Publicación vacante Caja de Compensación Familiar. Nivel: Departamental	18	Determinista		0		

ID	ACTIVIDAD	PRED (FC)	TIPO DE FUNCIÓN	DURACIÓN MÍNIMA	DURACIÓN + PROBABLE	DURACIÓN MÁXIMA	SI/NO
21	Vigencia Publicación vacante Agencia Pública de Gestión (SENA) Nivel: Departamental	19	Determinista		0		
22	Remisión Hojas de vida vacante Caja de Compensación Familiar. Nivel: Departamental	20	BetaPert	0	1	2	
23	Remisión Hojas de vida vacante Agencia Pública de Gestión (SENA) Nivel: Departamental	21	BetaPert	0	1	2	
24	Revisión Hojas de Vida vacante Caja de Compensación Familiar. Nivel: Departamental	22	BetaPert	1	2	3	NO
25	Revisión Hojas de Vida vacante Agencia Pública de Gestión (SENA) Nivel: Departamental	23	BetaPert	1	2	3	NO
D VACANTE NACIONAL							
26	Solicitud apertura vacante Caja de Compensación Familiar. Nivel: Nacional	24	Determinista		1		
27	Solicitud apertura vacante Agencia Pública de Gestión (SENA) Nivel: Nacional	25	Determinista		1		
28	Vigencia Publicación vacante Caja de Compensación Familiar. Nivel: Nacional	26	Determinista		0		
29	Vigencia Publicación vacante Agencia Pública de Gestión (SENA) Nivel: Nacional	27	Determinista		0		
30	Remisión Hojas de vida vacante Caja de Compensación Familiar. Nivel: Nacional	28	BetaPert	0	1	2	
31	Remisión Hojas de vida vacante Agencia Pública de Gestión (SENA) Nivel: Nacional	29	BetaPert	0	1	2	
32	Revisión Hojas de Vida vacante Caja de Compensación Familiar. Nivel: Nacional	30	BetaPert	1	3	4	

ID	ACTIVIDAD	PRED (FC)	TIPO DE FUNCIÓN	DURACIÓN MÍNIMA	DURACIÓN + PROBABLE	DURACIÓN MÁXIMA	SI/NO
33	Revisión Hojas de Vida vacante Agencia Pública de Gestión (SENA) Nivel: Nacional	31	BetaPert	1	3	4	
34	Consecución Vacante. Nivel: nacional	32 33	Determinista		0		
35	Solicitud revisión referencias del profesional seleccionado	34	Determinista		1		
36	Programación examen de ingreso	35	Determinista		1		
37	Resultado examen ingreso	36	Determinista		1		
38	Alistamiento dotación	35	BetaPert	2	3	4	
39	Alistamiento computador	35	BetaPert	2	3	4	
40	Inducción HSEQ	35	Determinista		1		
41	Envío dotación y computador	39 38	Determinista		1		
42	Contratación	37 41	Determinista		1		
43	FIN	42			0		

Cada uno de los escenarios presentados anteriormente son simulados con el objetivo de encontrar valores de duración para diferentes percentiles, obteniendo de esta forma los resultados presentados de manera resumida en la Tabla 4.5.

Tabla 4.5. Duraciones Caso No. 01

NIVEL VACANTE	NIVEL A. ÁREA DE INFLUENCIA	NIVEL B. MUNICIPIOS LIMITROFES	NIVEL C. DEPARTAMENTAL	NIVEL D. NACIONAL
DURACIÓN	13,133	19,542	24,235	30,213
VARIANZA	0,290	0,487	0,675	0,951
DURACIÓN				
10%	12,821	17,927	23,067	30,074
20%	13,061	18,231	23,438	30,516
30%	13,234	18,455	23,702	30,831
40%	13,384	18,644	23,930	31,100
50%	13,521	18,822	24,134	31,352
60%	13,662	19,000	24,343	31,597
70%	13,810	19,193	24,568	31,861
80%	13,979	19,417	24,831	32,175
90%	14,215	19,727	25,190	32,589
95%	14,400	19,975	25,482	32,922

Con los resultados obtenidos se cumple el propósito del primer caso, que es ofrecer al cliente un tiempo de duración más confiable en el proceso de contratación, asumiendo que se encuentra al profesional en cada uno de los niveles posibles:

- Nivel A: Área de influencia
- Nivel B: Municipios limítrofes
- Nivel C: Departamental
- Nivel D: Nacional

En la tabla 4.5. se evidencia que la varianza incrementa al ir ampliando los niveles de las vacantes, esto se debe a la incertidumbre que aporta cada una de las actividades, las cuales aumentan con cada ampliación, pues el primer nivel cuenta con 6 actividades con duración beta-PERT, el segundo con 10, el tercero con 14 y el último con 18.

Asimismo, es importante resaltar que las duraciones varían de manera considerable para cada nivel, por lo que se debe especificar los posibles tiempos que podría tardar el proceso al cliente en cada uno de los niveles con un grado de probabilidad.

En la situación optimista de encontrar el profesional en el área de influencia el tiempo que podría tomar contratarlo sería de 14,4 días, valor que se aproxima a 15 días hábiles con una probabilidad de ocurrencia del 95% teniendo en cuenta que el resultado se entregaría en número entero para no generar confusiones.

En los casos intermedios en que el perfil solicitado se encuentre en los niveles de municipios limítrofes y departamental se tendría una duración estimada de 19,975 y 25,482 días hábiles, que se aproximarían por efectos prácticos a 20 y 26 días respectivamente con una probabilidad del 95%.

Finalmente, en la situación pesimista se tendrá una duración total de 32,922 días hábiles, aproximado a 33 días con la misma probabilidad de ocurrencia del 95%.

En la figura 4.2 se presentan las duraciones en cada nivel para los percentiles de la tabla 4.5, eso permite evidenciar visualmente las demoras adicionales que tomaría contratar los profesionales en un nivel u otro.

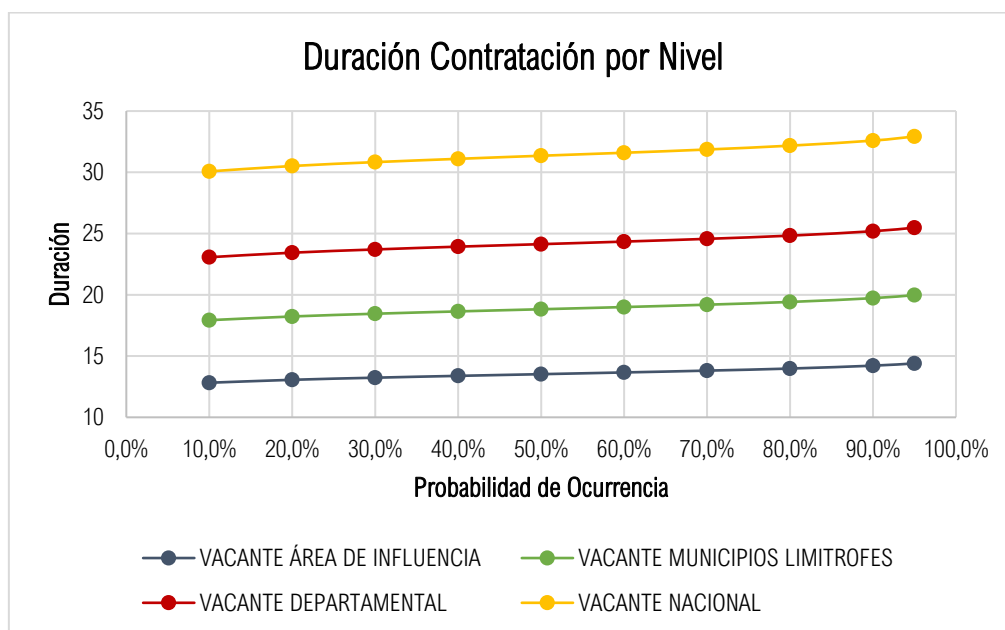
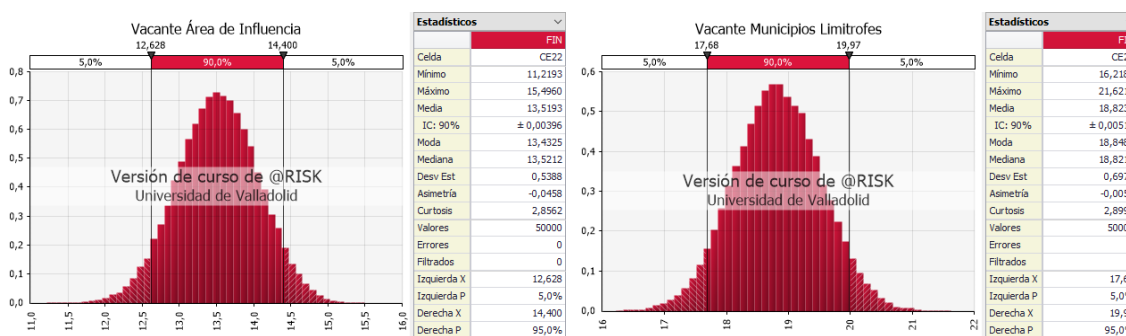


Figura 4.2: Diagrama duración contratación por cada nivel. Caso 01

Conclusiones similares a las presentadas en la tabla 4.5. podrán extraerse a partir de la figura 4.3



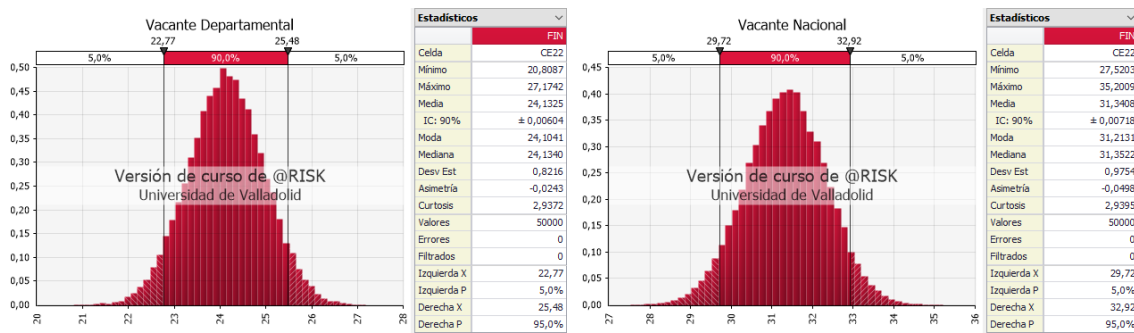


Figura 4.3: Resultados simulación cada nivel. Caso 01

4.2 Caso No. 02

El segundo caso responde a la pregunta ¿Cuál sería la duración del proceso de contratación Teniendo en cuenta la probabilidad de encontrar los profesionales en cada nivel según los datos históricos?

A diferencia del caso No. 01, ahora se contará con la aleatoriedad en las relaciones de precedencia, para esto se calculará la probabilidad de haber encontrado en el pasado un candidato en cada uno de los 4 niveles para los prestadores autorizados (Caja de compensación y SENA). La probabilidad obtenida para cada nivel y prestador se les asignarán a los saltos, siendo estos las actividades presentadas en la tabla 4.6.

Con los valores obtenidos de las probabilidades de ocurrencia para cada caso se simulará el nuevo escenario con lo que se pretende entregar un valor de duración total del proceso de contratación.

Tabla 4.6. Actividades de validación

A VACANTE ÁREA DE INFLUENCIA	
8	Revisión Hojas de Vida vacante Caja de Compensación Familiar. Nivel: Área de Influencia
9	Revisión Hojas de Vida vacante Agencia Pública de Gestión (SENA) Nivel: Área de Influencia
B VACANTE MUNICIPIOS LIMITROFES	
16	Revisión Hojas de Vida vacante Caja de Compensación Familiar. Nivel: Municipios Limítrofes
17	Revisión Hojas de Vida vacante Agencia Pública de Gestión (SENA) Nivel: Municipios Limítrofes
C VACANTE DEPARTAMENTAL	
24	Revisión Hojas de Vida vacante Caja de Compensación Familiar. Nivel: Departamental

El caso No. 01 pretendía estimar las duraciones en los cuatro escenarios posibles, con lo que la única variable con la que se contaba eran las duraciones de las actividades, ahora a diferencia se incluirán los saltos presentados entre niveles, estos ocasionados por la probabilidad de encontrar a un candidato en cada uno de los cuatro niveles. Los saltos hacen que se contemple el método GERT, pues se cuentan con actividades que tienen incertidumbre en sus duraciones y posibilidad de ejecutarse o no dependiendo de la probabilidad calculada.

Para el cálculo de las probabilidades de encontrar a un candidato en cada uno de los niveles (es decir, la probabilidad de salto en cada punto de decisión en la red GERT) se tomará una muestra de 41 datos históricos y se relacionarán los datos que las identifican como lo son el cargo solicitado, el lugar de contratación y número de vacante tanto para la caja de compensación y el SENA.

Para cada una las vacantes y de acuerdo con el resultado obtenido al conseguir al profesional se relacionará en la tabla el nivel y el prestador por medio del cual se consiguió (Caja de compensación o SENA). Esta información se presenta en la tabla 4.7.

Tabla 4.7. Relación históricos vacantes

CARGO	MUNICIPIO	No. VACANTE		NIVEL				No. VACANTE		NIVEL			
		CAJA DE COMPENSACIÓN		Área de influencia	Municipios limítrofes	Departam.	Nacional	SENA	Área de influencia	Municipios limítrofes	Departam.	Nacional	
Ingeniero Civil	San Luis de Palenque Trinidad	1626122087-55	NO					2860311	SI			X	
Ingeniero Eléctrico	San Luis de Palenque Trinidad	1626122087-64	NO					2878293	SI		X		
Tecnólogo Civil	Orocue	1626122087-57	NO					2860425	SI		X		
Ingeniero Eléctrico	Guaduas	1626235340-1	SI				X	2911875	NO				
Ingeniero Civil	Puerto Gaitán	1625980670-11	SI			X		2866891	NO				
Ingeniero Mecánico	Puerto Gaitán	1625980670-12	NO					2877978	SI				X
Ingeniero Eléctrico	Puerto Gaitán	1625980670-15	NO					2928297	SI			X	
Ingeniero Civil	Puerto Gaitán	1625980670-16	SI			X		2965368	NO				
Ingeniero Instrumentación	Puerto Gaitán	1625980670-17	SI	X				2965418	NO				
Ingeniero Mecánico	Puerto Gaitán	1625980670-18	SI			X		2982747	NO				
Ingeniero Eléctrico	Puerto Gaitán	1625980670-19	NO					2982750	SI				X

CARGO	MUNICIPIO	No. VACANTE		NIVEL				No. VACANTE		NIVEL			
		CAJA DE COMPENSACIÓN		Área de influencia	Municipios limítrofes	Departam.	Nacional	SENA		Área de influencia	Municipios limítrofes	Departam.	Nacional
Prof. Líder Administrativo II	Puerto Gaitán	1625980670-20	NO					2983669	SI				X
Ingeniero HSE	Puerto Gaitán	1625980670-21	SI			X		3019079	NO				
Inspector Obra	Puerto Gaitán	1625980670-22	NO					3023096	SI			X	
Ingeniero Civil	Puerto Gaitán	1625980670-25	NO					3050336	SI			X	
Ingeniero Civil	Puerto Gaitán	1625980670-32	SI			X		3146732	NO				
Ingeniero Civil	Puerto Gaitán	1625980670-32	SI			X		3146732	NO				
Prof. Líder Administrativo II	Bogotá	1625979917-24	SI	X				2875350	NO				
Gestor Planview	Bogotá	1625979917-38	NO					3024231	SI	X			
Gestor Planview	Bogotá	1625979917-43	SI	X				3055447	NO				
Gestor Planview	Bogotá	1625979917-43	NO					3055447	SI	X			
Gestor Planner	Bogotá	1625979917-46	SI	X				3146552	NO				

58 Herramienta para la estimación de la duración de proyectos basada en redes lógicas con incertidumbre probabilística en duración y resultados.
 Aplicación a la consecución de profesionales en el sector de hidrocarburos en Colombia

CARGO	MUNICIPIO	No. VACANTE		NIVEL				No. VACANTE		NIVEL			
		CAJA DE COMPENSACIÓN		Área de influencia	Municipios limítrofes	Departam.	Nacional	SENA		Área de influencia	Municipios limítrofes	Departam.	Nacional
Ingeniero Civil		1626122087-90	SI	X				2969571	NO				
Ingeniero Ambiental	Orocué Paz de ariporo	1626122087-135	SI			X		3200640	NO				
Ingeniero Civil	Orocué Paz de ariporo	1626122087-134	SI		X			3200617	NO				
Ingeniero Civil	Villanueva	1626122087-133	SI		X			3200569	NO				
Tecnólogo Civil	Monterrey Tauramena	1626122087-95	NO					3008765	SI			X	
Ingeniero Civil	Monterrey Tauramena	1626122087-124	SI			X		3146305	NO				
Ingeniero Mecánico	San Pedro Los palmitos	1626183573-13	NO					2893617	SI				X
Ingeniero Civil	Cabuyaro	1626208255-1	SI			X		2860465	NO				
Ingeniero Eléctrico	Barranca de Upia	1626208281-1	SI		X			2860472	NO				
Ingeniero Ambiental	Cabuyaro	1626208255-3	SI			X			NO				
Ingeniero Ambiental	Cabuyaro	1626208255-3	SI			X			NO				
Ingeniero Civil	Cabuyaro	1626208255-4	SI			X			NO				

CARGO	MUNICIPIO	No. VACANTE		NIVEL				No. VACANTE		NIVEL			
		CAJA DE COMPENSACIÓN		Área de influencia	Municipios limítrofes	Departam.	Nacional	SENA		Área de influencia	Municipios limítrofes	Departam.	Nacional
Ingeniero Eléctrico	Cabuyaro	1626208255-2	SI			X			NO				
Ingeniero Civil	Cabuyaro	1626208255-7	SI				X		NO				
Ingeniero Civil	Ariguaní	1626213851-1	SI			X		2870975	NO				
Ingeniero Eléctrico	Orocue Monterrey	1626122087-65	SI		X			2878197	NO				
Ingeniero Eléctrico	Orocue Monterrey	1626122087-65	NO					2878197	SI				X
Ingeniero Eléctrico	Orito	1626219593-1	NO					2881111	SI				X
Ingeniero Civil	Orito	1626219593-5	NO					2986694	SI				X
TOTAL		25		5	4	14	2	16	2	2	5	7	

De manera resumida se calcula cuántos seleccionados por nivel se obtuvieron y la probabilidad de que este evento suceda con respecto al total para cada nivel:

A modo de ejemplo, se presentan los cálculos realizados para determinar la probabilidad de encontrar al profesional en el nivel A, área de influencia, por medio de la caja de compensación, para esto se toma el total de la cuarta columna de la Tabla 4.7. Relación históricos vacantes, cuyo valor es 5 que corresponden a la cantidad de profesionales encontrados en este nivel con este prestador y con la muestra total de los 41 datos históricos se reemplazan los datos en la ecuación (3) para calcular la probabilidad:

$$\text{Probabilidad Suceda } \text{Área de influencia (CC)} = \text{Número seleccionados} / \text{Total nivel} \quad (3)$$

$$\text{Probabilidad Suceda } \text{Área de influencia (CC)} = 5 / 41$$

$$\text{Probabilidad Suceda } \text{Área de influencia (CC)} = 12,00\%$$

De manera similar se calcula la probabilidad de encontrar al profesional en el nivel B, correspondiente a municipios limítrofes con la caja de compensación, para esto se toma el valor de la quinta columna de la Tabla 4.7. Relación históricos vacantes, cuyo valor es 4 y se divide en el total de vacantes restantes, que sería el total de la muestra (41) menos la cantidad de profesionales encontrados en el Nivel A con los dos prestadores (5+2):

$$\text{Probabilidad Suceda } \text{Municipios Limítrofes (CC)} = \text{Número seleccionados} / \text{Total vacantes restantes} \quad (4)$$

$$\text{Probabilidad Suceda } \text{Municipios Limítrofes (CC)} = 4 / (41 - (5+2))$$

$$\text{Probabilidad Suceda } \text{Municipios Limítrofes (CC)} = 4 / 34$$

$$\text{Probabilidad Suceda } \text{Municipios Limítrofes (CC)} = 12,00\%$$

Este mismo proceso se repite en cada caso, tomando como referencia la información obtenida de la **Tabla 4.7**. Relación históricos vacantes, consiguiendo los resultados presentados en la tabla 4.8.:

Tabla 4.8. Resumen relación de históricos vacantes

NIVEL	CAJA DE COMPENSACIÓN		SENA		Probabilidad NO SUCEDA	TOTAL NIVEL
	Número. Seleccionados	Probabilidad Suceda	Número Seleccionados	Probabilidad Suceda		
Área de influencia	5	12,00%	2	5,00%	83,00%	41
Municipios limítrofes	4	12,00%	2	6,00%	82,00%	34
Departamental	14	50,00%	5	18,00%	32,00%	28
Nacional	2	22,00%	7	78,00%	0,00%	9
TOTAL	25		16			

Las probabilidades obtenidas serán asignadas a cada una de las actividades que requieren validación de los profesionales, como se puede observar en la Tabla 4.9. Relación de actividades con la probabilidad que suceda, por lo que la condición que suceda o no en cada uno de los niveles ya no dependerá de una selección manual, si no que variará de acuerdo con los datos obtenidos en la Tabla 4.8. Resumen relación de históricos vacantes, comparados con números aleatorios asignados a cada fila.

La validación del profesional dependerá de la probabilidad de que suceda (información tomada de la Tabla 4.8. Resumen relación de históricos vacantes) si esta es menor al número aleatorio (dato obtenido desde el programa Microsoft Excel), la respuesta en este nivel será “SI”, en caso contrario será “NO”.

Si las validaciones de las vacantes **A** Área De Influencia, **B** Municipios Limítrofes y **C** Vacante Departamental son “NO”, el profesional se conseguiría por medio de la vacante **D** vacante Nacional.

Uno de los posibles escenarios teniendo la validación profesional anteriormente mencionada se presenta en la tabla 4.9.

Tabla 4.9. Relación de actividades con la probabilidad que suceda

ID	ACTIVIDAD	VALIDACIÓN PROFESIONAL	PROBABILIDAD SUCEDA	ALEATORIOS
A VACANTE ÁREA DE INFLUENCIA				
8	Revisión Hojas de Vida vacante Caja de Compensación Familiar. Nivel: Área de Influencia	NO	12,00%	0,49
9	Revisión Hojas de Vida vacante Agencia Pública de Gestión (SENA) Nivel: Área de Influencia	NO	5,00%	0,86
B VACANTE MUNICIPIOS LIMITROFES				
16	Revisión Hojas de Vida vacante Caja de Compensación Familiar. Nivel: Municipios Limítrofes	NO	12,00%	0,27
17	Revisión Hojas de Vida vacante Agencia Pública de Gestión (SENA) Nivel: Municipios Limítrofes	NO	6,00%	0,85
C VACANTE DEPARTAMENTAL				
24	Revisión Hojas de Vida vacante Caja de Compensación Familiar. Nivel: Departamental	SI	50,00%	0,29
25	Revisión Hojas de Vida vacante Agencia Pública de Gestión (SENA) Nivel: Departamental	NO	18,00%	0,75
D VACANTE NACIONAL				

Ahora, con la validación de las vacantes en los diferentes niveles se simulan las duraciones para el caso No. 2, con lo que se obtienen los resultados presentados en la tabla 4.10.

Tabla 4.10. Duraciones Caso No. 02

DESCRIPCIÓN	Simulación con probabilidades asignadas a cada nivel
DURACIÓN	24,246
VARIANZA	37,652
DURACIÓN	
10%	13,681
20%	18,351
30%	19,904
40%	23,500
50%	24,073
60%	24,607
70%	25,583
80%	30,802
90%	31,701
95%	32,229

El gráfico de la simulación para cada uno de los percentiles obtenidos para este caso se muestra en la figura 4.4.

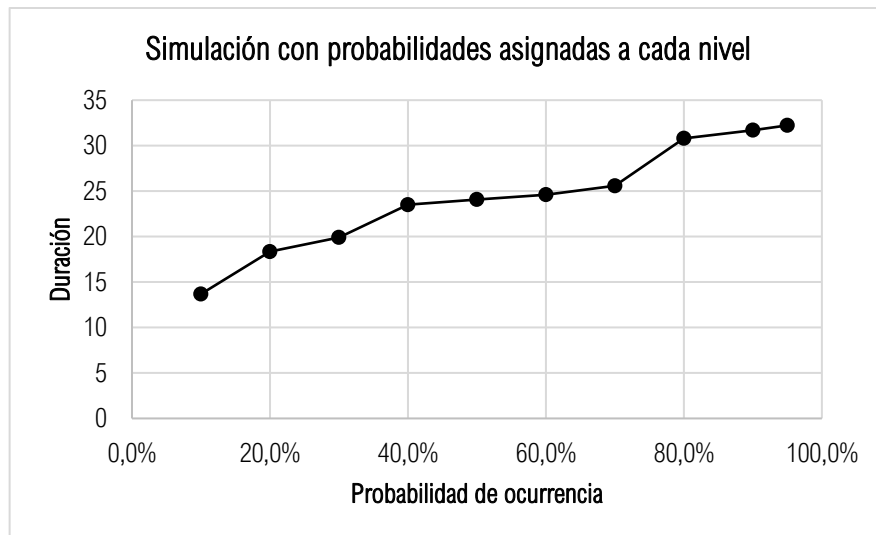


Figura 4.4: Gráfico de simulación con probabilidades asignadas a cada nivel. Caso No. 02

Los resultados reflejan que las variaciones son considerables para cada percentil, por lo que entregar un resultado con una probabilidad de ocurrencia determinada representa en todos los casos al menos un día de variación. Esto mismo se evidencia en el valor obtenido para la varianza, el cual es un valor elevado si se analiza de forma aislada y lo es aún más si se compara con las varianzas halladas en el caso anterior.

Las duraciones obtenidas en la Tabla 4.1. Actividades realizadas consecución profesional Nivel A, responden a una pregunta general de estimación de resultados totales, por lo que si se quisiera ser conservador se podría decir que encontrar los profesionales requeridos tomará al menos 30,802 días hábiles para un 80% de probabilidad, entregar un dato menor a este implicaría comprometerse con fechas que pueden llegar a no cumplirse, aunque tiene una probabilidad de ocurrencia.

La grafica de la simulación se presenta en la figura 4.5. y muestra los picos correspondientes a cada uno de los niveles de la vacante, el primero será área de influencia y le seguirán municipios limítrofes, departamental y nacional, por lo que las variaciones en las duraciones dependen del nivel en que se llegue a encontrar el profesional, una mayor duración representa una mayor probabilidad de ocurrencia en el último nivel de la vacante.

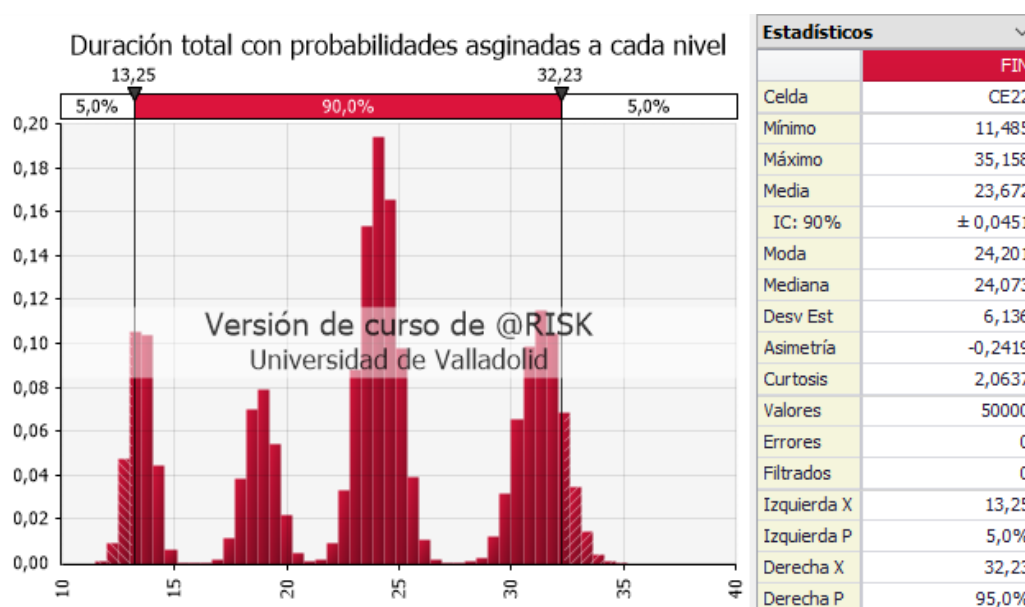


Figura 4.5: Resultados simulación cada nivel. Caso 02

4.3 Caso No. 03

El tercer caso responderá a la pregunta ¿cuál sería la duración faltante si se realizan periodos de control una vez finalizado cada uno de los siguientes niveles:

- Nivel A: Área de influencia
- Nivel B: Municipios limítrofes
- Nivel C: Departamental

- Nivel D: Nacional

Con ello ejemplificaremos la situación de que el cliente, una vez finalizada la validación en cada uno de los niveles y no se haya encontrado el perfil requerido, solicite la estimación de la duración faltante para la contratación del profesional, con lo que se deberá continuar con el proceso de apertura de las vacantes en los siguientes niveles.

Teniendo en cuenta que este cuestionamiento se realiza finalizadas las actividades de validación, presentadas en la tabla 4.6, las actividades pasadas ya habrán ocurrido, con lo que se conoce su duración y se eliminaría la incertidumbre que representaba la duración de sus actividades y la posibilidad de que ocurrieran o no. Por ejemplo, si finalizado el nivel B. Municipios limítrofes, no se consiguió el profesional y el cliente pregunta cuánto tiempo faltaría para poder contratarlo, se deberán tener en cuenta las variables de los niveles posteriores a este (Nivel C Departamental y Nivel D Nacional), pero no de los niveles pasados (A. Área De Influencia y B Municipios Limítrofes), pues sus actividades ya se realizaron y se conoce el resultado tanto en duración como en validación.

El procedimiento que se realizaría para el primer nivel y que se repetiría para los demás sería el siguiente:

1. Se simula para encontrar la duración actual hasta el punto de control.
2. Se fija manualmente “NO” en las actividades de validación, ya presentadas en los capítulos anteriores, pero que para el Nivel A, serían las presentadas en la tabla 4.11

Tabla 4.11. Actividades de validación Nivel A

ID	ACTIVIDAD
8	Revisión Hojas de Vida vacante Caja de Compensación Familiar. Nivel: Área de Influencia
9	Revisión Hojas de Vida vacante Agencia Pública de Gestión (SENA) Nivel: Área de Influencia

3. El punto de control será el nuevo inicio, para esto se fija la primera actividad como si la duración acumulada hasta este momento fuera 0, pues lo pasado solo sumará a la duración total y lo que se requiere ahora es conocer la duración faltante.
4. Se simula nuevamente los siguientes niveles

Realizado este procedimiento para todos los niveles se presenta el resumen de los datos obtenidos en la tabla 4.12

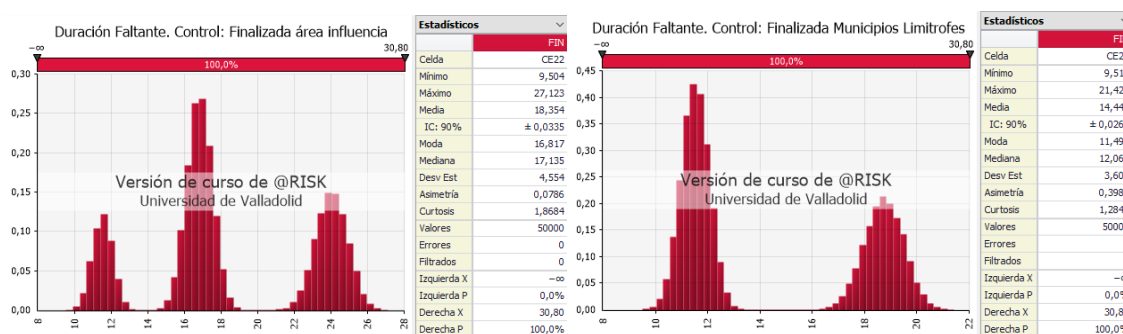
Tabla 4.12. Duraciones Caso No. 03

PERIODO DE CONTROL AL FINALIZAR	3.1.	3.2.	3.3.	3.4.
	VACANTE ÁREA DE INFLUENCIA	VACANTE MUNICIPIOS LIMÍTROFES	VACANTE DEPARTAMENTAL	VACANTE NACIONAL
DURACIÓN ACTUAL	7,194	12,583	18,194	25,699
DURACIÓN FALTANTE	22,927	18,455	13,895	6,726
VARIANZA	20,741	12,958	0,370	0,096
DURACIÓN FALTANTE PARA CONTRATAR AL PROFESIONAL				
10%	11,631	10,999	12,635	5,798
20%	15,700	11,289	12,921	5,944
30%	16,381	11,526	13,119	6,051
40%	16,765	11,763	13,289	6,143
50%	17,135	12,062	13,446	6,229
60%	17,625	17,046	13,604	6,313
70%	22,978	18,248	13,767	6,400
80%	23,847	18,759	13,956	6,496
90%	24,517	19,268	14,212	6,618
95%	24,963	19,607	14,415	6,705

Los resultados obtenidos muestran al igual que el caso anterior una variabilidad considerablemente alta para cada probabilidad de ocurrencia, sin embargo, se evidencia a su vez esta disminuye a medida que se descartan las modificaciones de niveles anteriores, esto se refleja en la figura 4.6, pues se eliminan los picos a medida que se va descartando lo sucedido en los niveles pasados, es decir, para el primer gráfico allí presentado se elimina lo sucedido en el nivel A, quedando únicamente los picos de los niveles B, C y D.

Si el periodo de control se realiza finalizada la validación de la vacante en el área de influencia, aún se tendrían los 3 niveles faltantes en los que se podrían conseguir al profesional por lo que las posibilidades de respuesta dependerá de que tan conservador se quiera ser con los resultados obtenidos, en todos los casos y si se quiere mantener un bajo riesgo se sugiere tomar el valor que mayor certeza proporciona, que sería el contratar a los profesionales por medio de la vacante abierta a nivel nacional.

Conclusiones similares a las presentadas en la tabla 4.12. podrán extraerse a partir de la figura 4.6



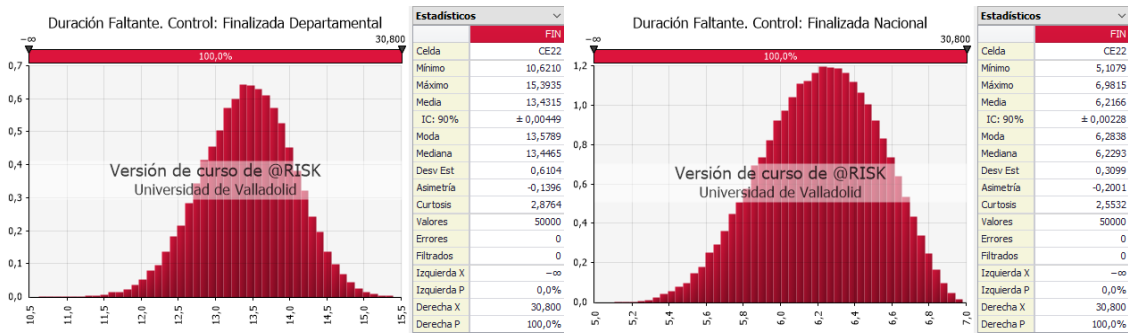


Figura 4.6: Resultados simulación cada nivel. Caso 03

Este procedimiento nos permitirá monitorizar el cronograma, actualizando las duraciones faltantes para finalizar el proceso de contratación.

CONCLUSIONES

El presente trabajo documentó el procedimiento llevado a cabo para desarrollar una herramienta que proporcione duraciones estimadas para la consecución de profesionales en el sector de hidrocarburos en Colombia, siguiendo los requerimientos de contratación de mano de obra local en municipios donde se desarrollen proyectos de exploración y producción basado en el decreto 1668 de 2016. Esto permitiría a las empresas a estimar sus actividades en los diferentes campos teniendo en cuenta las duraciones que tomaría el poder contar con profesionales que suplan las necesidades actuales.

La herramienta además de estructurar el cronograma inicial en el que se estipulan las duraciones parciales para las actividades y totales para el proyecto, permite hacer el seguimiento al mismo en diversos puntos de control, siendo este un instrumento para el control interno de los procesos como también una base capaz de resolver las preguntas más frecuentes realizadas por parte del cliente.

La información proporcionada además de estar basada en datos históricos lo que permite comparar su certeza, ofrece diversas ventajas a los mecanismos que se venían utilizando y es que esta vez las duraciones entregadas en cada uno de los casos se encuentran soportadas con métodos estadísticos y probabilísticos, con lo que a su vez los resultados son soportados con probabilidades de ocurrencia y no ocurrencia conociendo de esta forma el riesgo anticipado de la respuesta dada.

Finalmente, el estudio del presente proyecto permite alinearse con el propósito del decreto y es el de brindar condiciones de transparencia en los procesos de contratación, pues en cualquiera de los casos el escenario más favorable en cuanto a duraciones es el de encontrar a los profesionales en el área de influencia, lo cual contribuye a disminuir el desempleo en los municipios donde se desarrollarán los proyectos, promoviendo el crecimiento de la economía y evitando la migración de los habitantes a otras ciudades por búsqueda de mejores oportunidades.

BIBLIOGRAFÍA

- Agencia Nacional de Hidrocarburos (2022) *Producción diaria de Petróleo BOPD 2022*. Disponible en: <https://www.anh.gov.co/es/operaciones-y-regal%C3%ADAs/datos-y-estadísticas/> (Accessed: July 1, 2022).
- Alonso Revenga, J.M. (2008) *Flujo en redes y gestión de proyectos*. Netbiblo, S.L.
- Francisco López, J. (2017) *Simulación de Montecarlo*. Disponible en: <https://economipedia.com/definiciones/simulacion-de-montecarlo.html> (Accessed: July 2, 2022).
- López Casuso, R. (2006) *Cálculo de probabilidades e Inferencia estadística*. 4th edn. Caracas, Venezuela: Universidad Católica Andrés Bello.
- Martín, J. (2017) ¿CUÁNTO VALE EL RIESGO? EL MÉTODO MONTE CARLO. Disponible en: <https://www.cerem.es/blog/cuanto-vale-el-riesgo-el-metodo-monte-carlo> (Accessed: July 5, 2022).
- Martner, G. (2004) *Planificación y presupuesto por programas*. 22nd edn. Mexico D.F.: Siglo XXI editores.
- Munguía Ulloa, L. and Protti Quesada, M.A. (2004) *Investigación de Operaciones*. 1st edn. Montes de Oca: Editorial Universidad Estatal a Distancia.
- Presidente de la república (2016) *Decreto 1668 de 2016*. Colombia. Disponible en: https://acmineria.com.co/acm/wp-content/uploads/normativas/decreto_1668_del_21_de_octubre_de_2016.pdf (Accessed: July 1, 2022).
- Project Management Institute, Inc. (2017) *A guide to the project Management Body of Knowledge PMBOK GUIDE*. 6a edn. Newtown Square, Pennsylvania: Project Management Institute, Inc.
- Roberts, P., Vallejo, C. and Leñero, J. (1979) *Programa manejo de proyectos*.
- Serpell Bley, A. and Alarcón Cárdenas, L.F. (2015) *Planificación y control de proyectos*. 4th edn. Santiago, Chile: Ediciones Universidad Católica de Chile.
- Villafáñez Cardeñoso, Félix Antonio (2014) *Programación multi-proyecto con restricciones de financiación (f-drcmpsp)*. Universidad de Valladolid.

INDICE DE FIGURAS

Figura 1.1: Diagrama de flujo de las actividades pertenecientes al proyecto	9
Figura 1.2: Diagrama de flujo de las actividades en caso de encontrar al profesional en el nivel A	10
Figura 1.3: Diagrama de flujo de las actividades en caso de encontrar al profesional en el nivel B	10
Figura 2.1: Diagrama GERT consecución vacante en el nivel D	22
Figura 2.2: Diagrama de flujo consecución vacante en el nivel A	23
Figura 2.3: Diagrama de flujo consecución vacante en el nivel B.....	24
Figura 2.4: Diagrama de flujo consecución vacante en el nivel C.....	24
Figura 2.5: Diagrama de flujo consecución vacante en el nivel D	25
Figura 3.1: Diagrama de Gantt consecución vacante en el nivel A	29
Figura 3.2: Diagrama de Gantt consecución vacante en el nivel B	31
Figura 3.3: Diagrama de Gantt consecución vacante en el nivel C	33
Figura 3.4: Diagrama de Gantt consecución vacante en el nivel D	35
Figura 3.5: Asignación parámetros función distribución beta-Pert. Actividad 6.....	37
Figura 4.1: Diagrama usando Simulación de Montecarlo. Nivel A: Área de influencia	42
Figura 4.2: Diagrama duración contratación por cada nivel. Caso 01	53
Figura 4.3: Resultados simulación cada nivel. Caso 01.....	54
Figura 4.4: Grafico de simulación con probabilidades asignadas a cada nivel. Caso No. 02	62
Figura 4.5: Resultados simulación cada nivel. Caso 02.....	63
Figura 4.6: Resultados simulación cada nivel. Caso 03.....	66

INDICE DE TABLAS

Tabla 1.1. Listado de actividades	4
Tabla 1.2. Actividades pertenecientes al Nivel A	7
Tabla 1.3. Actividades pertenecientes al Nivel B	7
Tabla 1.4. Actividades pertenecientes al Nivel C	8
Tabla 1.5. Actividades pertenecientes al Nivel D	8
Tabla 1.6. Secuencia de las actividades	10
Tabla 1.7. Programación de las actividades	14
Tabla 2.1. Actividades de validación	20
Tabla 3.1. Actividades con duración definida por la función de distribución Beta-PERT.....	36
Tabla 4.1. Actividades realizadas consecución profesional Nivel A	40
Tabla 4.2. Actividades realizadas consecución profesional Nivel B.....	43
Tabla 4.3. Actividades realizadas consecución profesional Nivel C.....	45
Tabla 4.4. Actividades realizadas consecución profesional Nivel A	48
Tabla 4.5. Duraciones Caso No. 01	52
Tabla 4.6. Actividades de validación	54
Tabla 4.7. Relación históricos vacantes	56
Tabla 4.8. Resumen relación de históricos vacantes	60
Tabla 4.9. Relación de actividades con la probabilidad que suceda	61
Tabla 4.10. Duraciones Caso No. 02	62
Tabla 4.11. Actividades de validación Nivel A	64
Tabla 4.12. Duraciones Caso No. 03	65