

1. INTRODUCCIÓN

En el Ecuador actualmente se está construyendo el Nuevo Aeropuerto Internacional de Quito, es una obra muy importante para el país y para la ciudad. Los aeropuertos son las conexiones turísticas y de comercio fundamentales que tenemos entre países. Un aeropuerto es la carta de presentación para las personas extranjeras que visitan por primera vez nuestra ciudad y es primordial causar una excelente primera impresión.

El Aeropuerto Internacional de Quito “Mariscal Sucre” se ha visto en la necesidad de planificar para dejar sus instalaciones actuales, ya que no brinda seguridad a la gente que vive en los alrededores y su ubicación lastimosamente no le permite crecer.

La construcción del Nuevo Aeropuerto está a cargo de un consorcio internacional, constituido por 40 empresas subcontratistas. La obra da trabajo a casi 2000 personas en la ciudad. Por ser una obra con estándares altos de calidad, ambiente, salud ocupacional y seguridad se tiene que realizar periódicamente entrenamientos a las personas que laboran en el proyecto.

En el pasado el control de la asistencia a los entrenamientos se lo realizaba mediante una hoja impresa, los trabajadores escribían sus nombres, firma y la empresa para la que trabajan. Estos datos se registraban de manera manual en un archivo de Excel, pero se empezó a tener problemas ya que el volumen de trabajadores fue aumentando y se espera que siga creciendo.

Después de observar el proceso manual y de hacer un levantamiento de requerimientos se planteó una solución de acuerdo a las necesidades del consorcio. La solución planteada fue el desarrollo de una aplicación que permita al departamento de entrenamiento tener sus datos ordenados, actualizados y accesibles, mediante el registro de asistencias con la ayuda de un lector de código de barras.

1.1 ANTECEDENTES

En la obra era necesario mantener un control de ingreso del personal al lugar de trabajo, por lo que se implementó un sistema que permite registrar la entrada y salida de los trabajadores mediante lectores de tarjetas de código de barras. El momento que se contrata a una nueva persona se le entrega una tarjeta con el código de barras de su cédula, también consta el nombre completo del trabajador, el tipo de sangre, la empresa para la que trabaja y la foto.

Todas las empresas y los trabajadores conocen el reglamento interno del proyecto, donde se especifica que si un trabajador por cualquier motivo utiliza la tarjeta de otra persona será inmediatamente despedido y la empresa a la que pertenece será multada. Para evitar que esto suceda los inspectores y guardias de seguridad realizan controles diarios.

Al tener implementado el uso de tarjetas con código de barras para el ingreso del personal, se facilita el plan de realizar un sistema para las asistencias a los entrenamientos, que ocupe las mismas tarjetas y los lectores que ya la empresa posee.

1.1.2 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La construcción del Nuevo Aeropuerto Internacional de Quito tiene aproximadamente 2000 trabajadores, todas las personas que forman parte de este proyecto deben ser capacitadas periódicamente en temas como ambiente, seguridad, calidad y salud ocupacional.

El registro de la asistencia a los entrenamientos se lo realiza de manera manual, los trabajadores llenan una hoja con su nombre, firma y la empresa a la que pertenecen. (Ver Anexo 1) Mensualmente se generan alrededor de 100 listas. Una persona del departamento está encargada de pasar esos datos a una hoja en Excel. En caso de que una hoja se pierda, se tiene que volver a llenar de nuevo el documento, y esto significa pérdida de tiempo para el departamento, ya que se tendría que reunir de nuevo a los trabajadores para que firmen la hoja y volver a llenar los datos.

Son actividades que a simple vista no resultan complicadas, el problema se da por el volumen de información que se necesita procesar mensualmente en el proyecto y el tiempo que demanda realizarlo. Las actividades importantes del departamento se las lleva a cabo en 150 horas al mes.

La persona que está encargada de revisar y actualizar la nómina de empleados; registrar las listas de asistencia y generar reportes puede cometer errores por lo tedioso que resulta revisar 2000 empleados uno por uno; o por revisar las asistencias de 100 hojas. Se tiene que revisar el nombre del empleado y el entrenamiento que recibió para poder digitar

en una hoja de Excel. (Ver Anexo 2) Si la persona encargada de esta actividad no logra entender el nombre del trabajador, lo que es muy común porque la mayoría de trabajadores tienen un nivel de educación básico y algunos son analfabetos funcionales, no puede actualizar su entrenamiento en el archivo y en los registros es como si no ha recibido capacitación.

Por el volumen de los datos la nómina de los trabajadores solo se revisa una vez al mes. Esto también produce conflictos al momento de actualizar las listas de asistencias, ya que si no existe el trabajador no se le registra las capacitaciones que recibió. Es un problema serio porque la información deja de ser fiable.

Otro asunto que tiene complicaciones es la elaboración de reportes. Los reportes se demoran mucho en ser emitidos, porque se tiene que revisar las 100 listas mensuales para hacerlos y existen otros departamentos que requieren esos datos y al tener que esperar mucho tiempo para obtenerlos el ambiente laboral se torna tenso, creando conflictos entre los empleados de los departamentos.

1.2 SISTEMATIZACIÓN

1.2.1 DIAGNÓSTICO

El departamento de entrenamiento del consorcio constructor del Nuevo Aeropuerto Internacional de Quito está encargado de capacitar a 2000 personas aproximadamente, que se encuentran laborando en la obra. Además de la capacitación tiene 2 tareas que son primordiales. La una es llevar un registro de las asistencias y la otra es elaborar reportes de los entrenamientos dados.

El tiempo aproximado que toma realizar esas dos tareas mensualmente se lo puede observar en la siguiente tabla:

ACTIVIDAD	TIEMPO (aproximado)
Llenar listas de asistencia. (100 listas mensuales x 20 minutos)	30 horas
Registrar listas de asistencia. (100 listas mensuales x 20 minutos)	30 horas
Actualización mensual de nómina de 2000 trabajadores	50 horas
Elaborar un cuadro mensual de análisis de entrenamientos	40 horas
Realizar reportes de entrenamientos en base a los temas dados	6 horas

Tabla 1 Tabla de Actividades importantes del departamento

TOTAL: 156 horas mensuales

Estos datos son el resultado obtenido de un análisis realizado sobre las actividades del departamento de entrenamiento durante un periodo aproximado de 6 meses.

Como se puede notar en la tabla el mayor problema es el tiempo que toma llevar a cabo estas actividades, los procesos parecen sencillos pero el volumen de datos que se genera mensualmente dificulta mucho las tareas.

En el siguiente cuadro se puede observar la cantidad de entrenamientos impartidos en un mes, el número de personas que asistió y el tema del entrenamiento.

	No. PERSONAS	DURACIÓN (HORAS)	ENTRENAMIENTO
1	5	40	HAZOP
2	70	0,75	Fauna dentro del proyecto /Lobos
3	33	0,75	Fauna dentro del proyecto /Lobos
4	34	0,75	Fauna dentro del proyecto /Lobos
5	60	0,75	Fauna dentro del proyecto /Lobos
6	12	2	EMERGENCIAS AMBIENTALES
7	7	0,25	SEGURIDAD Y AMBIENTE
8	7	0,33	Seguridad/Manholes /Escaleras/Accidentes /Incidentes
9	84	0,5	Espacios confinados y métodos de evacuación
10	5	0,25	NOCIONES BASICAS DE SEGURDAD
11	30	0,25	RIESGOS DE TRABAJO
12	7	0,5	ACTIVIDADES NEVO

			AÑO
13	10	1	MANEJO DE DESECHOS Y CONTROL DE DERRAMES
14	10	1	PO NQIA 520-11
15	10	1	PO NQIA 690-24
16	30	0,25	Seguridad Ocupacional Básica
17	12	0,25	Seguridad Ocupacional Básica
18	13	0,25	Seguridad Ocupacional Básica
19	6	0,25	Seguridad Ocupacional Básica
20	1	1,5	Tratamiento de aguas residuales
21	36	0,75	Levantamiento de cargas /desechos químicos
22	12	0,75	Levantamiento de cargas /desechos químicos
23	74	0,33	EPP(arnés)/motivación inicio de año
24	48	0,33	EPP(arnés)/motivación inicio de año
25	11	0,75	Trabajo en alturas
26	19	0,25	Charlas básicas de inicio de año
27	19	0,25	Manejo de basura y reciclaje de desechos
28	6	0,33	Señalización/ Revisión de maquinaria
29	1	8	hp storage works/storage mirroring
30	1	24	Data protector
31	7	0,33	Seguridad y Salud
32	31	0,5	Trabajo de excavación y relleno/exámenes médicos

33	8	0,25	Zanjas/inspección PTB
34	12	0,75	Derrame de hidrocarburos/manejo de basura/áreas protegidas/reciclaje
35	7	20	OPERACION DE DENCIMETRO NUCLEAR
36	22	0,5	Orden y limpieza
37	16	0,5	Velocidades Volquetas
38	3	0,5	Seguridad en Zanjas
39	6	0,33	Revisión de maquinaria pesada
40	83	0,5	Cargas Suspendidas/Actividades con grúas
41	21	0,5	EPP/uso obligatorio
42	48	0,5	Uso de Radios
43	23	1	Manejo de basura y control de derrames
44	6	0,33	Verificación licencias tipo G
45	1	0,25	Manejo de basura/derrames y áreas protegidas
46	3	1	Sistema de Gestión
47	6	0,5	Avance de Obra/programación de trabajos
48	6	0,5	Avance de Obra/programación de trabajos
49	18	0,5	Instrucciones de seguridad y obra
50	16	1,5	F1
51	14	1,75	Instrucciones de obra, seguridad, ambiente

52	19	0,75	Instrucciones de seguridad y obra
53	18	1	Instrucciones de obra, seguridad, ambiente
54	29	0,5	Trabajo en alturas/examen medico
55	6	0,5	PO NQIA 690-24 transporte y descarga de tubería de hormigón armado
56	6	0,5	PO NQIA 520-11/Suministro e instalación tuberías
57	7	1,25	PLE NQIA 690 04 03 Identificación y evaluación de riesgos
58	36	0,5	PO 765 01 Levantamiento Mampostería
59	1	0,25	No conformidades/reporte
60	7	0,6	Velocidad del viento/alarmas sonoras y seguridad en torres grúas
61	89	1,25	EPP/Manipulación y etiquetado de productos químicos/ manipulación de herramientas/manejo de derrames/desechos sólidos de basura
62	14	0,25	EPP/Zona franca
63	1	0,5	Pre-inducción
64	3	0,333	Luces en operación de grúas/Pozos
65	133	2,25	PS NQIA22 Investigación de accidentes e incidentes/Manejo de desechos sólidos/Usos de Radios/Envase para almacenamiento de químicos

66	42	1,25	SGI
67	9	0,25	Trabajo en andamios
68	19	8	SGI
69	23	0,5	Responsabilidad de los trabajadores
70	13	0,75	Accidentes de trabajo
71	6	1	SGI
72	41	0,5	Formula 1
73	2	1	Planta de tratamiento de agua potable
74	12	3	Izaje de cargas
75	37	1	Prevención de incendios
76	1	0,25	PPE
77	6	1,5	Notificación de accidentes e incidentes
78	50	0,5	Orden y limpieza/montaje andamios/EPP/Herramientas/Almacenamiento de materiales.
79	9	0,5	Bloqueo y etiquetado
80	99	1	Maneja de químicos/MSDS/ Rombo de seguridad/Compatibilidad/almacenamiento/etiquetado
81	14	1	Maneja de químicos / MSDS / Rombo de seguridad / Compatibilidad / almacenamiento / etiquetado

82	32	0,5	Sistema de alcantarillado pluvial para lado tierra aire
83	40	0,5	Sistema de alcantarillado pluvial para lado tierra aire
84	24	0,666	Responsabilidades del trabajador
85	5	6	SGI
86	6	1,5	Seguridad y Calidad
87	22	0,5	Clasificación de accidentes
88	41	0,5	Sistema de alcantarillado pluvial para lado tierra aire
89	24	0,33	USO EPP en zona industrial
90	9	0,33	Seguridad antes de la liberación
91	139	0,5	Interacción con lobos y búhos
92	18	0,25	Manejo de derrames/Reciclaje y clasificación de basura
93	9	4	Desarrollo de documentación
94	33	0,666	Seguridad en el transporte dentro del NQIA
95	4	4	Desarrollo de documentación
96	130	0,5	Interacción con lobos y búhos
97	9	0,5	Control de derrames
98	13	0,5	Motivación pre-auditoria
99	8	0,5	Coordinación de actividades/ING/QEHS
100	26	0,5	Excavaciones profundas y relleno/Pos /Salud e higiene

Tabla 2 Tabla de entrenamientos por mes

El número de entrenamientos y las personas que asisten varía mensualmente. En el siguiente cuadro podemos observar la información de 3 meses.

MES	NÚMERO TOTAL DE ENTRENAMIENTOS	NÚMERO TOTAL DE PERSONAS ASISTENTES
AGOSTO	67	2833
SEPTIEMBRE	121	4820
OCTUBRE	73	2539

Tabla 3 Muestra de entrenamientos en un Trimestre

Al tener que registrar su asistencia a los entrenamientos los trabajadores pueden escribir información no correcta en la lista de asistencia o la información puede ser no legible, además hay personas que no saben leer y escribir por lo que se les dificulta este proceso.

Cuando son entrenamientos a muchas personas, se colocan varias listas de asistencia para agilizar el registro y no se puede tener un control del material, por lo que se pierden las listas y los esferos.

Cuando se van a realizar cursos se comunica a todo el personal involucrado mediante el canal de radio o notificaciones a los supervisores, pero no existe una coordinación con las empresas. No se tiene conocimiento previo del número de personas que van a asistir y por esa razón no se puede verificar que el número de gente que asistió era el planificado.

No existe un control de la salida de los trabajadores de las capacitaciones, por lo que ellos firman y pueden salir después de poco tiempo, sin asistir al curso completo y aun así recibir certificado de asistencia y participación.

La persona que digita la información de las listas puede cometer errores por la cantidad de datos que tiene que revisar diariamente, eso le quita fidelidad al archivo y al departamento. Si se extravía una lista de asistencia no se puede actualizar el archivo de Excel y queda en el archivo como que no se dio la capacitación. Otro inconveniente que también se tiene es el no poder tener reportes de manera rápida, se tiene que esperar a que se digite toda la información para empezar a realizar los reportes que requieren los otros departamentos de la construcción.

1.2.2 PRONÓSTICO

De continuar el departamento de Entrenamiento realizando todas sus tareas y actividades de forma manual, persistirá el problema de no tener la información actualizada a tiempo; los reportes seguirán sin ser oportunos y se puede generar pérdida o errores en los datos, así como pérdida de los materiales. Estos problemas van ir creciendo proporcionalmente con el ingreso de más gente a la obra.

Si una persona no recibe el entrenamiento necesario para su cargo, como por ejemplo un electricista necesita ser capacitado en riesgos eléctricos, puede sufrir accidentes que pudieron ser prevenidos con una buena preparación por parte del departamento de Entrenamiento.

Al no tener un control de asistencia de la salida del personal estos pueden obtener su certificado de participación en el curso con solo haber estado 5 minutos y firmar el registro a la entrada.

El hecho de que el personal haya asistido a un curso no quiere decir que asimiló toda la información impartida y este apto para realizar actividades de riesgo por lo que si no se realiza una evaluación no se puede controlar esto.

Además se seguirá teniendo inconvenientes con otros departamentos de la obra por no poder presentar los informes de entrenamientos que requieran a tiempo.

1.2.3 CONTROL DE PRÓNOSTICO

Al implementar un sistema de registro de asistencias por medio de un lector de código de barras para el departamento de Entrenamiento, se estaría ahorrando más de 100 horas al mes. Estas horas se las puede utilizar en otras actividades que ayuden a mejorar el desempeño del departamento.

El proceso de registrar asistencias a entrenamientos se lo haría por medio del lector de código de barras, las personas solo pasarían por el lector y la aplicación inmediatamente almacenaría la lista de asistentes a las capacitaciones.

El sistema le ayudaría al departamento a tener un mejor control de las asistencias, se almacenarían los datos y en cualquier momento se pueden realizar consultas o reportes, sin mucha demora.

La solución planteada le beneficiaría al departamento de Entrenamiento, porque con los resultados esperados las tareas se las ejecutarían en menos tiempo y le daría mayor confianza a la información almacenada.

Para demostrar esto se realizó una pequeña prueba con un sistema de almacenamiento de datos para ver el tiempo que se demorarían en realizar las mismas actividades pero ya no de manera manual.

En el siguiente cuadro podemos observar los resultados obtenidos:

ACTIVIDAD	TIEMPO
Llenar listas de asistencia. (100 listas mensuales x 5 minutos)	8 horas
Registrar listas de asistencia. (100 listas mensuales x 2 minutos)	3 horas
Actualización mensual de nómina de 2000 trabajadores	2 horas
Elaborar un cuadro mensual de análisis de entrenamientos	10 minutos
Realizar reportes de entrenamientos en base a los temas dados	1 hora

**Tabla 4 Tabla de Resultados de las actividades importantes
TOTAL: 14 HORAS MENSUALES**

Al contar el departamento de entrenamiento con un sistema de registro de asistencias automatizado el tiempo que ahorraría es de alrededor de 120 horas mensuales.

1.3 OBJETIVOS

1.3.1 OBJETIVO GENERAL

Construir un sistema de información, que permita registrar asistencias a entrenamientos por medio de un lector de código de barras para el departamento de Entrenamiento del consorcio constructor del Nuevo Aeropuerto Internacional de Quito.

1.3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Realizar un estudio de los procesos del departamento de Entrenamiento para automatizarlos.
- Crear un sistema que permita disminuir el tiempo utilizado en la realización de registro de asistencia a cursos, actualización de listas del departamento de Entrenamiento.
- Demostrar que el software desarrollado disminuye el tiempo empleado en el registro de asistencia a cursos, emisión de reportes, actualización de listas del departamento de Entrenamiento.
- Realizar investigación científica y de campo sobre entrenamientos, seguridad industrial y código de barras para la elaboración del proyecto.

1.4 JUSTIFICACIÓN DEL TEMA

1.4.1 JUSTIFICACIÓN TEÓRICA

Basándose en los códigos de barras que se utilizan en las tarjetas de identificación de todos los empleados de la construcción del Nuevo Aeropuerto Internacional de Quito se espera realizar una aplicación que se conecte con un dispositivo lector de códigos de barras para almacenar el control de asistencias a las capacitaciones dadas por el departamento de Entrenamiento.

Otras teorías en las que se basará el desarrollo de la aplicación son: Redes LAN, aplicaciones distribuidas, programación orientada a objetos, UML, RUP, teoría del color para el diseño de pantallas, motivación personal y oratoria para poder realizar exitosamente las presentaciones del producto final.

Utilizando estas teorías se espera obtener una aplicación de calidad que cumpla las expectativas del departamento de Entrenamiento y las expectativas personales de la desarrolladora.

1.4.2 JUSTIFICACIÓN METODOLÓGICA

La recopilación de datos para el levantamiento de requerimientos para el desarrollo de la aplicación es muy importante por lo que se ha decidido elaborar un análisis de los procesos que realiza el departamento de Entrenamiento, también se mantendrán reuniones con el coordinador para obtener la mayor cantidad de información necesaria para empezar a

desarrollar una aplicación que cumpla con sus expectativas. Además se efectuará una pequeña investigación sobre los siguientes temas: entrenamientos; seguridad industrial y códigos de barras para comprender mejor los procesos del departamento y poder implementar una solución adecuada.

La metodología que se utilizará en el desarrollo de este sistema se basará en prototipos incrementales. Luego de mantener una entrevista con el principal usuario de la aplicación se identificó que sería necesario realizar prototipos para ir mejorando la aplicación y aumentar o corregir funcionalidades.

1.4.3 JUSTIFICACIÓN PRÁCTICA

Aprovechando la tecnología que existe en la actualidad se desea desarrollar una aplicación que registre las asistencias a los entrenamientos por medio de un lector de código de barras. De este modo se automatizarán procesos manuales ya establecidos, brindándole al departamento un mejor desempeño en sus actividades, en cuanto a tiempo se refiere. Además la aplicación permitirá obtener reportes de manera inmediata y evitará problemas como la pérdida de información.

1.5 ALCANCE

La aplicación para el registro de asistencias a entrenamientos por medio de un lector de código de barras les permitirá a los usuarios:

- Ingresar datos de: empresas; instructores; salas; cursos; cursos programados.
- Migrar datos desde Excel para llenar la tabla de trabajadores, asistencia e inscritos.
- Tendrá una interfaz que permitirá ir registrando las asistencias a los entrenamientos por medio del lector de código de barras.
- Generar un reporte de análisis de entrenamientos en base a las listas de asistencias almacenadas.
- Realizar consultas de entrenamientos dados por empresa, curso, trabajador.
- Las consultas se las podrá imprimir o enviar a un archivo de Excel.
- Planificar los cursos y autorizar la participación de los trabajadores.
- Registrar notas obtenidas por los trabajadores en los cursos asistidos para poder obtener el certificado de aprobación.
- Validar el tiempo de asistencia al curso para obtener el correspondiente certificado.

1.6 ESTUDIO DE FACTIBILIDAD

1.6.1 FACTIBILIDAD TÉCNICA

Para la consecución del presente proyecto, se estipula la utilización de diferentes herramientas. Luego de un análisis se elegirán las más adecuadas y óptimas para el desarrollo de este sistema.

- **Factibilidad de Hardware**
- **Hardware del servidor**

Para la ejecución y funcionamiento del sistema, se debe implementar un servidor de datos, el mismo que mantenga en ejecución la aplicación permitiendo almacenar los datos e irlos modificando de acuerdo a las acciones que realicen los usuarios del sistema a través del dispositivo lector de códigos de barras.

En tal virtud, el servidor deberá estar compuesto por:

Main board	Intel S775
Procesador	Core 2 Duo 3.0 GHz
Memoria	2 GB RAM PC-667 GHz
Disco Duro	2 Discos Duros 320 GB c/u
DVD-RW	Samsung doble capa
Monitor	Samsun 17''

Tabla 5 Propuesta de Servidor para la implantación de la aplicación

- **Hardware para Clientes**

Al desarrollar un sistema para el control de asistencia mediante dispositivos lectores de códigos de barras, los clientes en este caso los obreros, no interactúan directamente con el sistema desarrollado, puesto que únicamente pasan su tarjeta de identificación frente al lector y este ya ingresa la hora de ingreso a la capacitación, la única persona que interactúa con el sistema es el administrador del mismo, el cual se encarga de establecer el plan de capacitación así como asignar los trabajadores para el mismo.

- **Factibilidad de Software**

Para definir una plataforma de desarrollo para el presente proyecto se tendrá tomar en cuenta que requerimientos tiene la aplicación para poder comparar las plataformas y después elegir cual utilizaremos, por lo que se plante la siguiente matriz de pesos.

Necesidad	1 -Inutil	2-Innecesario	3-Aceptable	4-Necesario	5-Indispensable
Multiplataforma	X				
Fiabilidad					X
Seguridades					X
Escalable					X
Herramientas de desarrollo					X

Tabla 6 Cuadro de riesgos

De acuerdo a lo obtenido en la tabla anterior, podemos concluir entre las cualidades de las plataformas de desarrollo una de las que menos peso tiene es que sea multiplataforma puesto que el Consorcio Constructor del Nuevo Aeropuerto Internacional de Quito posee las licencias tanto de Windows XP como de Microsoft Visual Studio 2005 y Microsoft SQL server 2005.

Características	Ponderación		Java		Visual Studio C#		PHP	
	#	%	#	%	#	%	#	%
Multiplataforma	5	10	5	10	3	6	5	10
Fiabilidad	5	20	5	20	5	20	4	16
Seguridades	5	20	5	20	5	20	4	16
Escalabilidad	5	20	5	20	5	20	5	20
Herramientas de desarrollo	5	20	5	20	5	20	4	16
Portabilidad	5	10	5	10	4	8	5	10
Total	25	100	24	100	23	94	22	88

Tabla 7 Tabla comparativa para el software de desarrollo

De acuerdo a la presente tabla, el lenguaje de desarrollo que debería utilizarse para desarrollar el presente proyecto será JAVA pero como requerimiento del cliente se desarrollara en Visual Studio C# 2005 ya que el consorcio constructor del nuevo aeropuerto de quito posee las licencias Microsoft del visual estudio y del SQL Server 2005.

Características	Ponderación		Windows XP		Windows 2003		Fedora	
	#	%	#	%	#	%	#	%
Compatibilidad con la BDD	5	30	5	30	5	30	0	0
Seguridad	5	30	4,5	27	5	30	5	30
Escalabilidad	5	5	5	5	3	3	5	5
Soporte técnico	5	5	5	5	4	4	4	4
Facilidad de manejo	5	20	5	20	4	14	3	3
Compatibilidad con lectores de barras	5	10	5	10	5	10	5	5
Total	30	100	29,5	97	21	91	17	47

Tabla 8 Tabla comparativa para el Sistema Operativo Base para el software a desarrollar

De acuerdo a la presente tabla se plantea la utilización del sistema operativo Microsoft Windows XP Service pack 3.

El sistema se ejecutará constantemente en un equipo del departamento de calidad y el consorcio constructor del nuevo Aeropuerto Internacional de Quito no está de acuerdo con adquirir una licencia de Windows 2003 server y se decidió en junta directiva que el sistema se ejecutará sobre una máquina con Windows Xp profesional con Service pack 3.

Características	Ponderación		Oracle 10g		SQL server 2005		PostgreSQL	
	#	%	#	%	#	%	#	%
Multiplataforma	5	10	5	10	3	6	5	10
Orientación a objetos	5	30	5	30	5	30	4	24
Velocidad de respuesta	5	30	5	30	4	24	5	30
Costos de licenciamiento	5	20	2	8	3	12	5	20
Soporte técnico certificado	5	10	5	10	4	8	4	8
Total	25	100	22	88	20	84	23	92

Tabla 9 Tabla comparativa de servidores y motores de bases de datos.

De acuerdo a la presente tabla, se debería utilizar como gestor de base de datos a Oracle 10g, pero por motivos de presupuesto y costos de licenciamiento se decidió desarrollar el sistema con SQL server 2005 como su motor de base de datos, ya que el consorcio constructor es poseedor de las licencias Microsoft de SQL server 2005 y visual Studio 2005.

1.6.2 FACTIBILIDAD ECONÓMICA

En la siguiente tabla se puede observar el listado de los recursos que se utilizarán en el desarrollo del proyecto.

RECURSO	COSTO UNIDAD	CANTIDAD	TOTAL
<i>Impresora tarjetas PVC Carnets. Marca Zebra. Modelo P100i</i>	\$1600	1	\$1600
<i>Tarjetas PVC</i>	\$0,13	2000	\$260
<i>Cartucho a color</i>	\$75	10	\$750
Lector de código de barras	\$159	4	\$636
Computadores portátiles	\$400	3	\$1200
<i>Ponchadora 3 en 1 para tarjetas PVC</i>	\$112	1	\$112

<i>Computador de escritorio</i>	\$600	1	\$600
Servidor	\$1400	1	\$1400
TOTAL	\$6558		

Tabla 10 Costos de equipos y materiales

CARGO	CANTIDAD	SALARIO MENSUAL (PROMEDIO)	DÉCIMO CUARTO	DÉCIMO TERCERO	TOTAL
Programador	1	\$750	\$218	\$750	\$9968
Asistente de Calidad	2	\$850	\$218	\$850	\$22536
TOTAL					\$32504

Tabla 11 Costos de recursos humanos

RESUMEN DE COSTOS	
Costos de equipos y materiales	\$6558
Costos de recursos humanos	\$32504
TOTAL	\$39062

Tabla 12 Resumen de costos

En la construcción del Nuevo Aeropuerto Internacional de Quito existe ya el uso de tarjetas para registrar la entrada y salida de los trabajadores, así como el registro de la alimentación. Pero cada compañía subcontratista cuenta con un sistema para su registro. Por lo que a la inversión inicial se le debe quitar el costo de la impresión de tarjetas y los materiales relacionados a esta actividad.

Al tener una aplicación que registre la asistencia a los entrenamientos ya no será necesario tener 2 asistentes de calidad para esta tarea.

ANÁLISIS DE ALTERNATIVAS DE INVERSIÓN

MESES	INGRESOS	EGRESOS	FEN (Flujo efectivo neto)
1	\$1878	\$7388.67	\$-5510.67
2	\$1878	\$830.67	\$1047.33
3	\$1878	\$830.67	\$1047.33
4	\$1878	\$830.67	\$1047.33
5	\$1878	\$830.67	\$1047.33
6	\$1878	\$830.67	\$1047.33
7	\$1878		\$1878
8	\$1878		\$1878
9	\$1878		\$1878
10	\$1878		\$1878
11	\$1878		\$1878
12	\$1878		\$1878
TOTAL	\$22536	\$11542.02	

Tabla 13 : Cálculo del Flujo Efectivo Neto (FEN)

VAN	TIR
\$ 7280,78	21%

Tabla 14 Cálculo de VAN y TIR

Para el análisis de inversión se utilizaron métodos dinámicos como la Tasa Interna de Retorno (TIR) y el Valor Actual Neto (VAN). El valor que se utilizó para la tasa pasiva es del 5.19% que es el valor fijado por el Banco Central del Ecuador en febrero del 2009.

Como conclusión se pudo obtener que el proyecto económicamente es viable, puesto que el cálculo del TIR es mayor a la tasa de interés fijada para los préstamos y el VAN es positivo.

1.6.3 FACTIBILIDAD OPERACIONAL

El sistema que se plantea implementar fue analizado por el señor Gabriel Secaira, coordinador del departamento de Entrenamiento y fue aprobado, dando el visto bueno para el desarrollo del mismo.

Se identificaron los posibles usuarios del sistema. En el siguiente cuadro podemos observar el rol que tienen, el porcentaje del uso que le van a dar a la aplicación y las actividades que van a realizar.

Roles del sistema	% de uso	Actividades
Administrador	70%	Ingresar datos de empresas, cursos, instructores, salas y gráficos; gestionar perfiles de usuarios y permisos; migrar datos de asistencias y trabajadores, realizar el análisis de entrenamiento y los gráficos mensuales.
Usuario	30%	Ingresar datos de cursos programados; registrar asistencias; realizar consultas; revisar reportes.

Tabla 15 Cuadro de porcentajes de los roles del sistema

Otros usuarios que se identificaron son los trabajadores en general, porque las asistencias a los entrenamientos se les registrarán por medio del lector de código de barras, pero estos usuarios no tendrán contacto con la aplicación.

2. MARCO DE REFERENCIA

2.1 MARCO TEÓRICO

El departamento de entrenamiento del consorcio constructor del Nuevo Aeropuerto Internacional de Quito tiene una función importante, que es la de capacitar alrededor de 2000 trabajadores en temas como: seguridad industrial, medio ambiente y calidad. No en muchas empresas existen este tipo de departamentos, que den continuamente charlas para preparar a las personas en temas específicos.

La seguridad industrial son normas que los trabajadores tienen que seguir para realizar su trabajo de manera adecuada y segura y de esta manera prevenir accidentes laborales. La seguridad industrial trata de minimizar los riesgos que existen en el trabajo.

Para la investigación y obtención de requerimientos se establece el uso de la investigación científica, utilizando artefactos de la investigación como son las encuestas y la observación.

La Observación, es el método empírico utilizado por excelencia por todas las investigaciones científicas y consiste en la percepción y registro planificado y sistemático del comportamiento del objeto en su medio. La observación científica se emplea en cualquier etapa de la actividad y es siempre orientada a un fin, para lo cual el investigador elabora previamente un instrumento que le permite registrar aquellos aspectos que son el objeto de observación. La objetividad de los datos de la observación es esencial por lo que se deben tomar medidas para no afectarla con la apreciación individual del observador.

La Encuesta, es una técnica de investigación que se aplica cuando el muestreo se realiza a un grupo numeroso, la misma que consiste en entregar un cuestionario para que sea llenado por los implicados, en las encuestas es recomendado para una mejor tabulación el uso de preguntas cerradas para obtener una muestra más clara y específica.

Para la implementación de este proyecto se plantea hacerlo bajo una arquitectura de tres capas cliente, lógica de negocio y gestor de base de datos, lo que le permite al sistema ser escalable y mejorar según la necesidad que aparezca en el transcurso del tiempo.

Por ser una aplicación de tipo distribuida se utilizará la red LAN del consorcio para que los involucrados en el uso del sistema puedan acceder de manera segura e inmediata a este.

Se utilizará una base de datos para almacenar toda la información del registro de asistencias de los trabajadores a los entrenamientos, brindándole fidelidad a los archivos.

El lenguaje que se utilizara, es C# bajo la plataforma de .net puesto que permite la conexión con los dispositivos lectores de códigos de barras de una manera más sencilla en cuanto a la programación, de la misma manera al poseer un entorno gráfico permite que las aplicaciones sean más simplificadas y explícitas para el trabajo que se realizará.

Para el desarrollo se aplica un modelo de procesos iterativo e incremental, como es el que posee y propone el Proceso Unificado de Desarrollo, cuyo objetivo principal es elaborar un software de calidad dentro de los presupuestos planteados, así como en un plazo de tiempo establecido por el cliente.

Con la ayuda de dispositivos lectores de código de barras, con conexión USB para las computadoras, se espera poder registrar de manera instantánea las asistencias a los entrenamientos. Los trabajadores cuentan con tarjetas que tienen códigos de barras de sus cédulas y el lector procede a leerlos como números y registrarlos en la base de datos de la aplicación.

2.2 MARCO CONCEPTUAL

2.2.1 ENTRENAMIENTO

La capacitación constante permite que los trabajadores estén al día en conocimientos sobre seguridad industrial, ambiente y calidad, al tener entrenamientos periódicos se espera que realicen de mejor manera su trabajo. Los instructores también deben ser capacitados, se les enseña técnicas de vocalización, programación neurolingüística para que logren comunicar de manera eficaz lo que están pensando.

Algunos temas que se dan de seguridad industrial son: uso y mantenimiento de equipos de protección personal, riesgos importantes, trabajo en zanjas, trabajo en alturas, trabajo en espacios confinados, manejo de desechos, manejo y almacenamiento de materiales peligrosos.

Las charlas de ambiente se enfocan en el monitoreo biológico y el manejo de desechos. Se les explica como armar cubetos para almacenar la basura y como clasificarla, se dan charlas sobre los animales que existen en la meseta y que es lo que deben hacer los trabajadores en caso de verlos.

2.2.2 APLICACIONES DISTRIBUIDAS

La arquitectura de una aplicación, se organiza o distribuye en niveles o capas. El nivel del cliente, se encarga de entregar o visualizar una interfaz para el usuario en la misma que se ingresan y visualizan datos. En el nivel intermedio, se encuentra la lógica del negocio, la misma que realiza el proceso crítico que se desea automatizar mediante el uso de la aplicación. Y finalmente en el último nivel se encuentra el acceso a datos, el mismo que se encarga de manejar y administrar los datos del proceso automatizado.

Para la construcción de nuevas aplicaciones, hay que tener muy en claro los requerimientos del cliente, puesto que la mayor cantidad de proyectos concluidos no son exactamente lo que el cliente pide, dado este precedente, las aplicaciones han sido divididas en capas, como son la capa de presentación, la capa de lógica de negocios y la de acceso a datos, cada una de estas posee la información y los parámetros necesarios para hacer que una aplicación funcione de acuerdo a lo que ha sido creada.¹

La capa de presentación es la máscara del programa, es la parte del sistema que interactúa con el usuario, mediante esta capa ingresan y se muestran datos desde y hacia el usuario.

La capa de la lógica del negocio es la capa central del sistema, es el corazón de la aplicación maneja todos los procesos para los que fue concebido el sistema, aquí se realizan

¹ Fuente: Arquitectura de Aplicaciones distribuidas

todos los cálculos evaluaciones o modificaciones, así como el ingreso de datos y salida de los mismos desde y hacia la base de datos.

La capa de acceso a datos, es la encargada de almacenar la información que le envía la lógica del negocio, esta capa permite manejar y almacenar los datos de una forma relacional para salvaguardar la información.

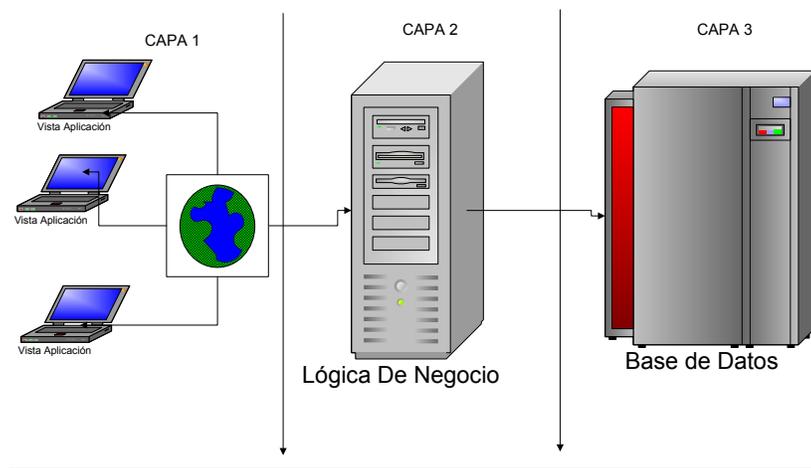


Ilustración 1 Arquitectura Distribuida-Carmen Urbina

Capa de Presentación.- La capa de presentación es la interfaz que permite interactuar al usuario con la aplicación, sea que el usuario ingrese datos como visualice los mismos permitiéndole modificar y validar datos de acuerdo a las necesidades. Las interfaces de usuario no desarrollan ningún proceso de negocio, permitiendo que las mencionadas interfaces sean modificadas de acuerdo a las necesidades actuales del cliente sin afectar la lógica del negocio.

Capa de Negocios.- En toda aplicación, se deben implementar las reglas del negocio, el código y las funciones explícitas para las cuales fue concebida y desarrollada la aplicación, de tal manera que, la capa del negocio se encarga de los procesos importantes de la empresa.

Capa de Datos.- En esta capa, los datos se almacenan en un orden específico, en una base de datos, permitiéndole a la misma crear, leer, modificar, actualizar y eliminar los datos de acuerdo a las necesidades y órdenes del DBA.

2.2.3 LENGUAJE DE MODELADO UNIFICADO

Lenguaje de Modelado Unificado es un modelador orientado a objetos, el mismo que indica el número de diagramas que se deberán utilizar en la consecución del proyecto, dando así diferentes vistas de la aplicación que se desarrollará.

El UML, Lenguaje Unificado de Modelado, no es más que una sucesión de métodos para el análisis y diseño orientados a objetos que aparecieron a fines de los años 80, se le considera un lenguaje de modelado no un método.

UML, tiene como principal meta el avanzar en el estado de la integración institucional proporcionando herramientas de interoperabilidad para el modelado visual de los objetos, para poder lograr un intercambio exitoso de los modelos de información entre herramientas, se requirió que UML defina una semántica y una notación.²

² Fuente: Especificación de sistemas software en UML.

Documentos del UML.

Modelo de Casos de Uso del Negocio

Los diagramas de casos de uso indican las funciones y permiten identificar y establecer el contexto organizacional del sistema, haciendo énfasis en los objetivos del mismo.

Modelo de Casos de Uso

Los casos de uso identifican los actores que interactúan con el sistema, las funciones que el brinda el mencionado sistema.

Visión

Se define la visión del proyecto desde la perspectiva del cliente, especificando las necesidades y características del sistema, constituye una base de acuerdo a los requisitos del sistema.

Especificaciones de Casos de Uso

La especificación de los casos de uso, evidencian claramente la funcionalidad del sistema, en la especificación de casos de uso, se detalla de manera narrativa la funcionalidad del mismo.

Modelo de Datos

Muestra claramente la información del sistema que será almacenada en una base de datos relacional, mediante el uso de este modelo se puede describir la representación lógica de los datos. Para utilizar este modelo, se utilizan los diagramas de clases, los mismos que pueden representar claramente las tablas, claves etc.

Lista de Riesgos

Mediante este documento, se revisan los diferentes riesgos que pueden afectar al desarrollo del proyecto, ordenándolos de manera descendente de importancia con los caminos posibles para mitigar los mismos, permitiendo una mejor conclusión del proyecto sabiendo que de presentarse estos riesgos, los mismos pueden ser mitigados con prontitud.

2.2.4 PROGRAMACIÓN ORIENTADA A OBJETOS

La programación orientada a objetos, es una metodología de programación avanzada, en la que los sistemas se modelan y crean de acuerdo al uso de clases, herencia, polimorfismo, permitiendo al programador reutilizar código para hacerlo de una manera más simple y ordenada. Este tipo de programación favorece el desarrollo iterativo de una aplicación.

La programación orientada a objetos, consiste en abstraer el mundo real a través del significado de objetos que contiene características y funciones. Los lenguaje orientados a objetos se los conocen con lenguajes de quinta generación.

Como su nombre lo indica, la programación orientada a objetos se basa en la idea de un objeto, que no es más que una combinación de variables locales y procedimientos llamados métodos que juntos conforman una entidad.

La encapsulación se utiliza para describir la combinación de estructuras de datos y de métodos que son manejados por el objeto.

En la programación orientada a objetos, encapsular significa, reunir y controlar el grupo resultante como un todo y no individualmente.

En la programación orientada a objetos la modularidad se considera de como que un programa grande siempre será más complicado que la suma de varios programas pequeños, con lo que se considera ventajoso el dividir un gran sistema en diversos módulos.

En la programación orientada a objetos tenemos la jerarquía, la misma que consiste en una clasificación y organización de las abstracciones según su naturaleza. El más claro ejemplo de jerarquía es la herencia.

Se define a la herencia como una jerarquía de extracciones, relación entre clases, donde se comparte la estructura y el comportamiento de una o más clases, considerada como clases superiores o una superclase.³

³ Fuente: Object Oriented Software Engineering Using UML

2.2.5 REDES LAN

El consorcio constructor del Nuevo Aeropuerto Internacional de Quito cuenta con una Red LAN, que permite compartir archivos, conectarse a Internet, entre otras cosas. Una Red LAN para aplicaciones distribuidas es importante porque permite tener las capas en distintas máquinas y acceder a ellas remotamente.

Por ejemplo se puede tener un servidor de base de datos y en otros computadores ejecutar la aplicación.

2.2.6 BASE DE DATOS Y LENGUAJE DE PROGRAMACIÓN

Al momento de elegir una base de datos y un lenguaje de programación para el proyecto se tomó mucho en cuenta el precio, como la empresa ya contaba con SQL 2005 y Visual.net 2005 se decidió trabajar con la misma base de datos y con C#. Estos dos productos pertenecen a Microsoft.⁴

Una de las características por las cuales se optó por desarrollar una aplicación fue la fidelidad que los archivos iban a tener al estar almacenados en una base de datos que se encontraría en un servidor, donde periódicamente se sacarían respaldos de la misma. Y la rapidez con la que se podrían realizar consultas.

⁴ Fuente Programming SQL Server.

C# permite crear interfaces gráficas muy similares a las de Windows, esto es una ventaja porque así el usuario no sufre mucho impacto con la transición de implementar un nuevo sistema.

2.2.7 CÓDIGO DE BARRAS

Todos los trabajadores de la construcción del Nuevo Aeropuerto Internacional de Quito cuentan con credenciales que tienen códigos de barras de sus cédulas, los mismos que almacenan la información del tiempo de trabajo de cada trabajador así como las funciones que desempeña, esto permite un mejor control de qué tipo de entrenamiento requiere cada trabajador.

Al pasar la credencial por un lector de código de barras que está conectado a un computador a través del puerto USB, este lee automáticamente el número de cédula de la credencial y así se podrá almacenar los entrenamientos recibidos de los empleados.

Los **códigos de barras** son un conjunto de líneas de barras verticales, de diferentes espacios y grosores.

Un código de barras contiene información de determinado artículo: sus características, precio o modelo, entre otros detalles. Así, se pueden realizar inventarios y tener un mejor control de stock de mercancías.

La correspondencia entre el código y la información se llama “simbología”, la que se clasifica en:

-*Simbología continua*: los caracteres comienzan con un espacio y luego con una barra, o al revés.

-*Simbología discreta*: los caracteres empiezan y finalizan con barras. El espacio entre los mismos no cuenta, por su estrechez.

-*Simbología bidimensional*: aquí las barras son anchas o angostas.

-*Simbología multidimensional*: las barras son múltiplos de una anchura determinada.

El primer sistema de código de barras se patentó en 1952. En 1966 comenzó a usarse comercialmente pero fue en 1980 cuando los códigos de barras tuvieron amplia aceptación.

¿Cómo funciona un código de barras?

La información es almacenada en un sistema binario en forma de ceros y unos. Existe un computador electrónico estándar, que es compatible con distintas marcas y modelos de cada país.

“La información puede centralizarse mediante estos equipos que conectan entre sí a sucursales y/o distribuidores. Los códigos de barras son impresos con una impresora de etiquetas.”⁵

2.3 MARCO TEMPORAL

⁵ <http://www.tecnospot.es/codigo-de-barras-definicion-historia-y-algunos-detalles-mas/>

Se espera que el presente proyecto se culmine, así como se implemente en el campamento de la construcción del Nuevo Aeropuerto Internacional de Quito, durante el tiempo que dure la construcción del mismo.

2.4 MARCO ESPACIAL

El presente proyecto se realizará e implementará en las instalaciones de la construcción del Nuevo Aeropuerto Internacional de Quito, que se encuentra ubicado en la vía Tababela, Yaruqui S/N, Zona Franca NAIQ, del cantón Quito, Provincia de Pichincha.



Ilustración 2 Campamento del nuevo Aeropuerto de Quito-Tababela – Carmen Urbina

2.5 MARCO LEGAL

El presente sistema se rige a las normas y estatutos del consorcio Constructor AECON AG, encargado de la construcción del Nuevo Aeropuerto Internacional de Quito para el Distrito Metropolitano Quito de acuerdo al contrato establecido entre CARMEN AUGUSTA URBINA CARRERA y el consorcio, acerca de los derechos de propiedad intelectual sobre sistemas y productos diseñados.

3. PROCESO METODOLÓGICO

3.1 PROCESO METODOLÓGICO DE INVESTIGACIÓN

3.1.1 UNIDAD DE ANÁLISIS

La unidad de análisis a investigar será el Departamento de Entrenamiento del consorcio constructor del Nuevo Aeropuerto Internacional de Quito.

3.1.2 TIPO DE INVESTIGACIÓN

Se realizará una investigación de tipo proyectiva, la cual consiste en detectar un problema en la organización, elaborar un plan, comparar soluciones en base a predicciones y desarrollar una solución.

Para el desarrollo de este proyecto se realizó un análisis de los procesos del departamento de Entrenamiento y se detectó que se requería demasiado tiempo para realizar actividades importantes, por lo que se planteó el desarrollo de una aplicación que le permita reducir el tiempo empleado. Se hizo una comparación de las posibles herramientas a utilizarse y la solución planteada fue en base a las necesidades del departamento con el fin de obtener resultados que le permitan funcionar adecuadamente.

3.1.3 MÉTODO CIENTÍFICO

En el método científico existen 2 maneras de realizar una investigación. Estos son: el método inductivo y el deductivo. En este proyecto se utilizó en primera instancia el método inductivo que permitió conocer la necesidad de implementar un sistema de control automatizado de asistencia a los entrenamientos. Y por deducción se pudo llegar a la conclusión de que implementando esta aplicación se podía ahorrar tiempo y dar fiabilidad a la información.

3.1.4 TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE INVESTIGACIÓN

Las técnicas utilizadas para la recolección de información y requerimientos para el diseño del proyecto fueron: las entrevistas al personal del departamento de entrenamiento. También se observaron los procesos del departamento, se realizó un análisis de los mismos y se elaboraron posibles propuestas de solución.

3.2 METODOLOGÍA INFORMÁTICA

3.2.1 MÉTODO DE DESARROLLO DE SOFTWARE

La metodología que se utilizará para el desarrollo del proyecto es la orientada a objetos. Esta metodología será la guía para la creación de clases y sus respectivos atributos y relaciones.

El método de desarrollo que se utilizará es el Proceso Unificado, porque nos permite en cada fase hacer una revisión del producto para irlo corrigiendo. Esto es una ventaja que tiene este método, que por ser iterativo e incremental permite encontrar errores o añadir requerimientos por parte del cliente.

Este método tiene 4 fases, con sus respectivos flujos.

- En la fase de Inicio podemos encontrar el caso de uso general, el alcance del proyecto, la factibilidad económica y la matriz de roles. Esto nos permite tener una visión de cómo se va a estructurar el proyecto.
- En la fase de Elaboración podemos encontrar el modelo conceptual y físico de la base de datos y los diagramas de secuencia.

- En la fase de Construcción ya se tiene un sistema BETA, hay un manual de usuario que nos permite visualizar la aplicación.
- En la fase final de Transición están los manuales del programador, que contienen diagramas de clases de la aplicación. Y la presentación final del producto.

4. DESARROLLO DEL PROYECTO

4.1 INICIO

4.1.1 ANÁLISIS DE ENTREVISTA

Se realizó una entrevista al Señor Gabriel Secaira, Coordinador del Departamento de Entrenamiento de la Construcción del Nuevo Aeropuerto Internacional de Quito, sobre la situación actual y la problemática existente en relación con el almacenamiento de datos de los entrenamientos realizados por el departamento.

Se eligió al señor Secaira para la entrevista por ser el encargado del departamento y conocer a profundidad la situación actual de los datos, se le realizaron algunas preguntas concretas y conforme se fue dando la entrevista salieron algunos comentarios importantes.

El señor Secaira empezó describiendo la situación actual del manejo de datos de entrenamientos. Las personas que asisten a cursos tienen que registrar su asistencia en una

hoja, donde deben escribir su nombre, cédula, empresa a la que pertenecen y firma; luego estos datos se deben tabular en una hoja de Excel y archivar el registro físico. Estos datos son utilizados por otros departamentos de la obra.

Al terminar de explicar la situación actual del manejo de datos mencionó los problemas que le parecen de mayor importancia y son: el tiempo que se ocupa al realizar el registro y archivo de asistencias, por la cantidad de datos que se manejan se pierde mucho tiempo valioso para la empresa. Existen charlas para 300 empleados, donde tienen que hacer fila para poder registrarse y esas 300 asistencias se las debe digitar en Excel. Otro inconveniente encontrado es que no se puede actualizar de manera ágil los datos y se tiene problemas con otros departamentos que necesitan esta información; una situación que genera dificultad al momento de registrar las asistencias es el nivel de educación de los obreros, muchos de ellos son analfabetos y se les complica escribir su nombre en la lista de asistencia.

Finalmente se llegó a la conclusión que se necesita mejorar de algún modo la manera de manejar los datos, para que sea de manera rápida y confiable.

4.1.2 DIAGRAMAS DE PROCESOS

En los siguientes diagramas de procesos se puede observar las actividades que se realizan por cada tarea importante del departamento.

Diagrama de proceso: Registrar asistencia a entrenamientos

El coordinador del departamento de entrenamiento identifica los cursos que necesitan recibir los trabajadores, con la ayuda de otros departamentos de la obra. Se realiza un cronograma para entrenar a la gente. Cuando los empleados llegan al centro de convenciones para recibir la capacitación tienen que hacer fila para firmar la lista de asistencia, donde deben poner su nombre, la empresa para la que trabajan y la firma. Estas listas son registradas, por la asistente de entrenamiento, en una hoja de Excel. Con estos datos registrados se generan reportes mensuales de entrenamientos que los revisa el jefe del departamento para luego publicarlos y que puedan ser utilizados por otros departamentos.

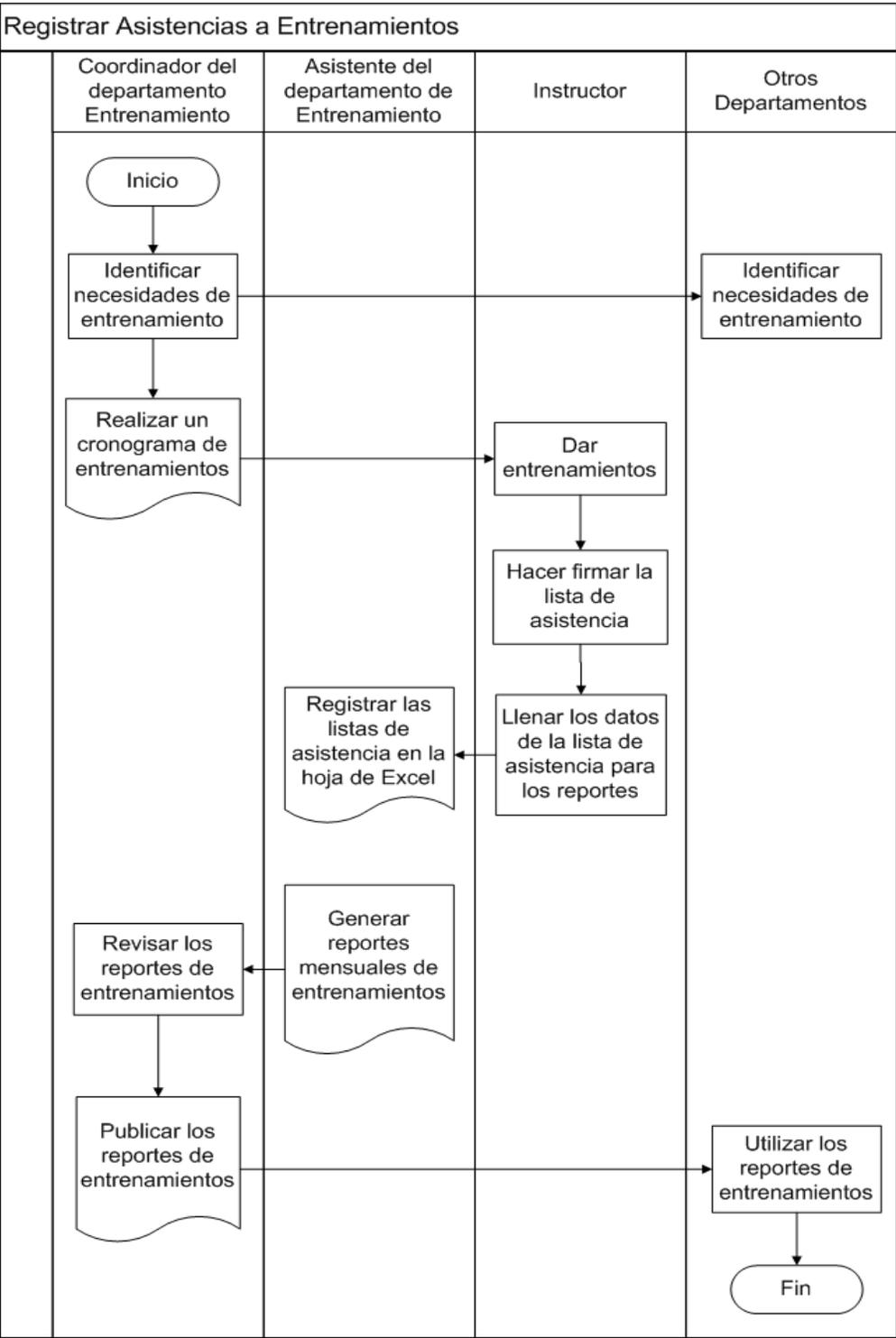


Ilustración 3 Diagrama de Proceso registrar asistencia a entrenamientos-Carmen Urbina

Diagrama de proceso: Emitir reportes

Cuando una persona de otro departamento necesita un reporte de entrenamientos sobre un tema específico acude al departamento y la asistente de entrenamiento busca en las listas y separa los entrenamientos por temas. Digita las personas que asistieron e imprime como reporte para que pueda ser utilizada esta información.

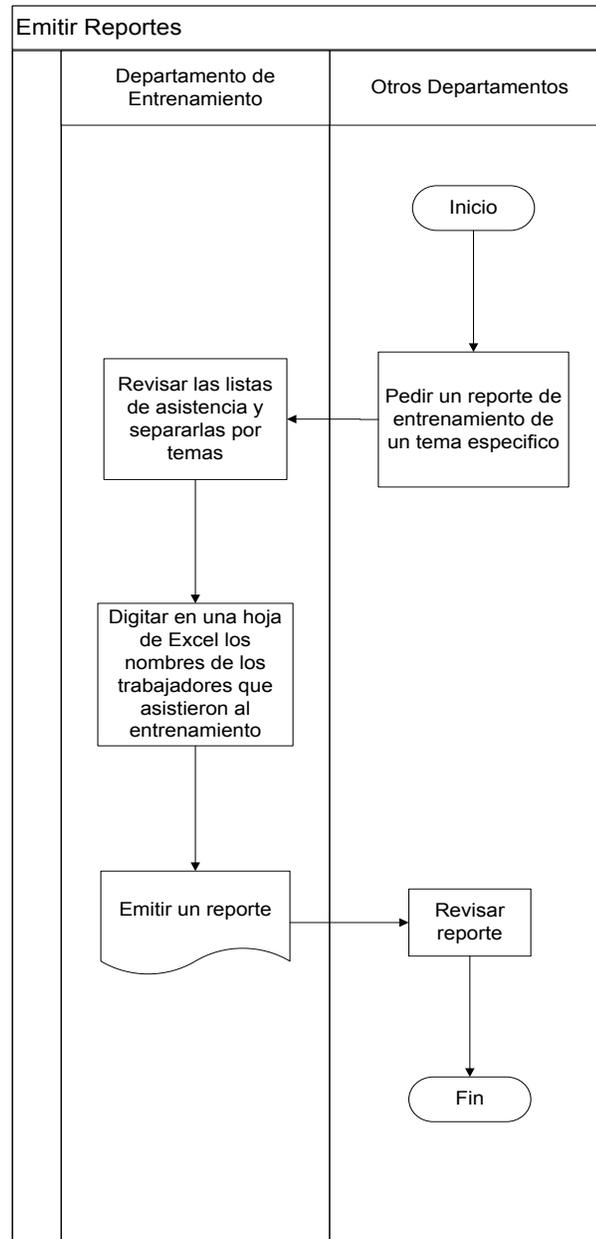


Ilustración 4 Emitir Reportes - Carmen Urbina

Diagramas de Procesos racionalizados

Diagrama de Proceso: Registrar asistencias a entrenamientos

El coordinador del departamento de entrenamiento conjuntamente con otros departamentos de la obra identifica los cursos que necesitan los trabajadores y realiza un cronograma de entrenamientos. Cuando los empleados asisten a los cursos se registra su asistencia en el sistema y esto permite emitir reporte que luego serán utilizados por otras áreas. El sistema permitirá realizar en menor tiempo tareas importantes para el sistema.

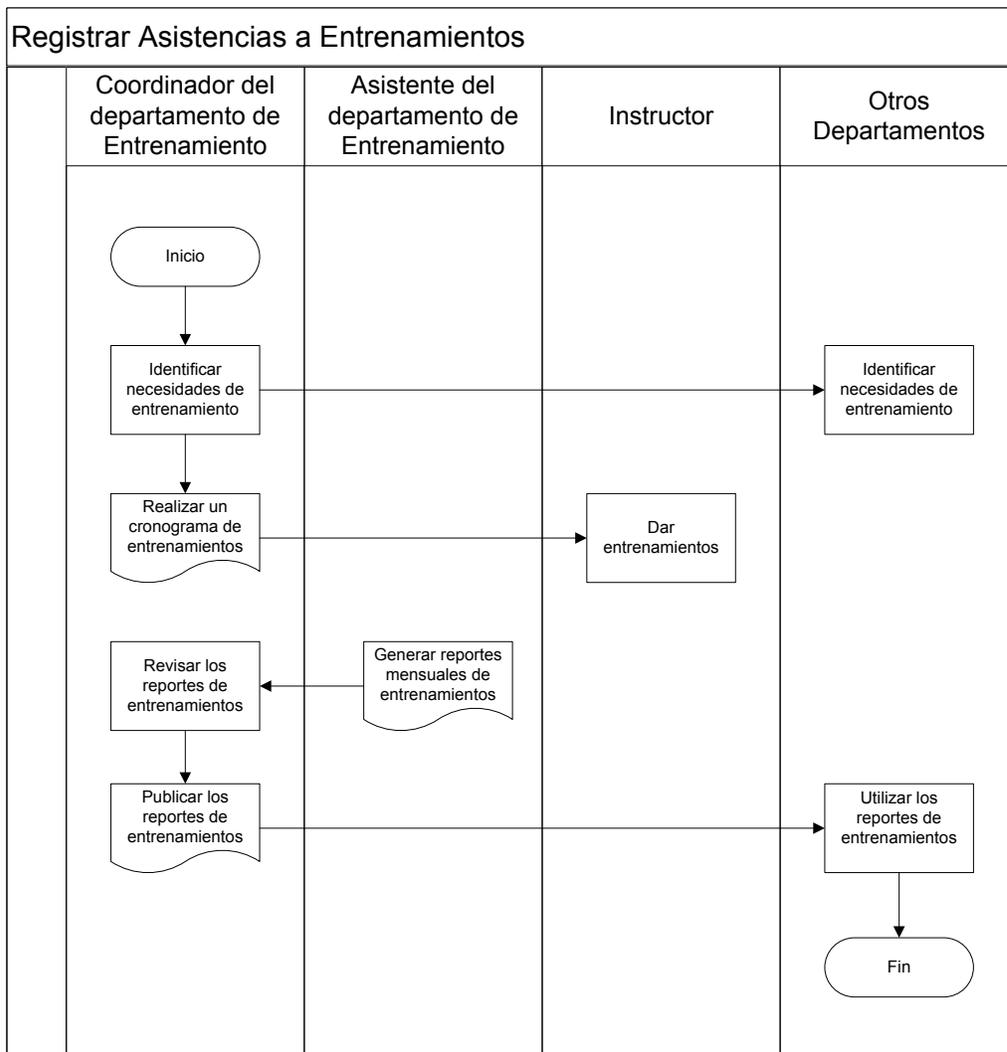


Ilustración 5 Diagrama de Proceso Registrar asistencias a entrenamientos
Diagrama de Proceso: Emitir reportes

Personas de otros departamentos piden un reporte de entrenamiento de un tema específico, la asistente de entrenamiento emite el reporte. El sistema como tiene almacenada la información puede sacar los reportes en el momento necesario, sin que se tengan que buscar las listas de asistencia.

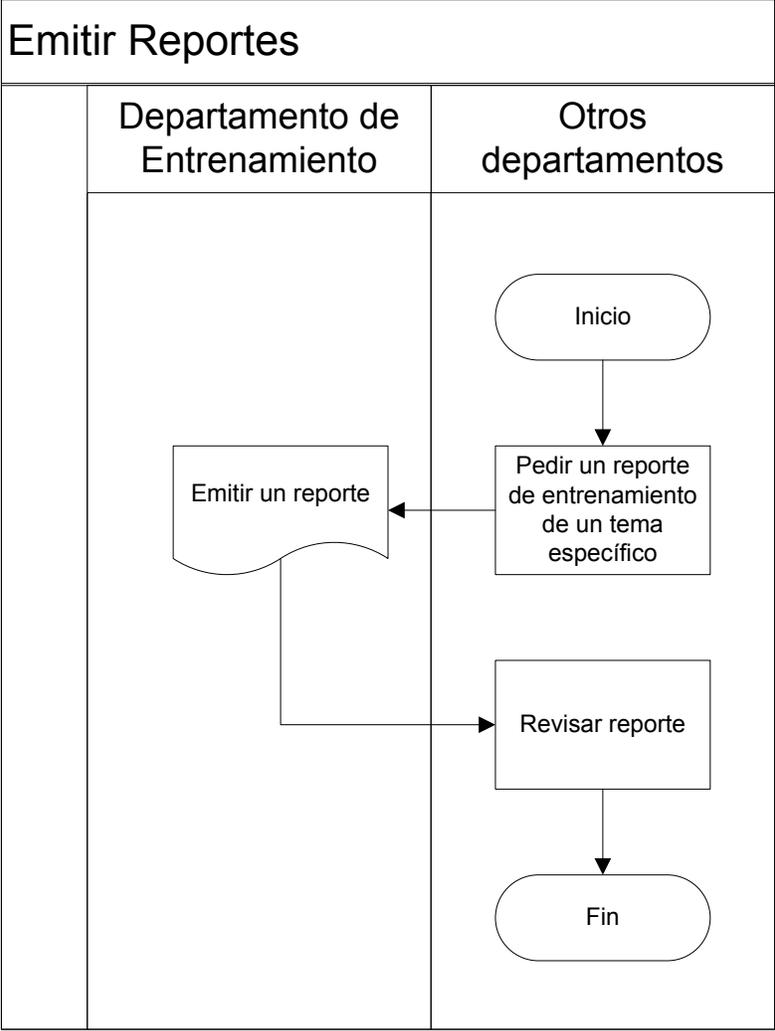


Ilustración 6 Diagrama de Procesos Emitir Reportes - Carmen Urbina

Diagrama de Proceso: Autorizar asistencia

Este proceso no existía antes y es muy importante porque ayuda a tener un mejor control de quien asistió a los entrenamientos y en caso de que no haya aprobado o asistido al curso tendrá que tomarlo nuevamente.

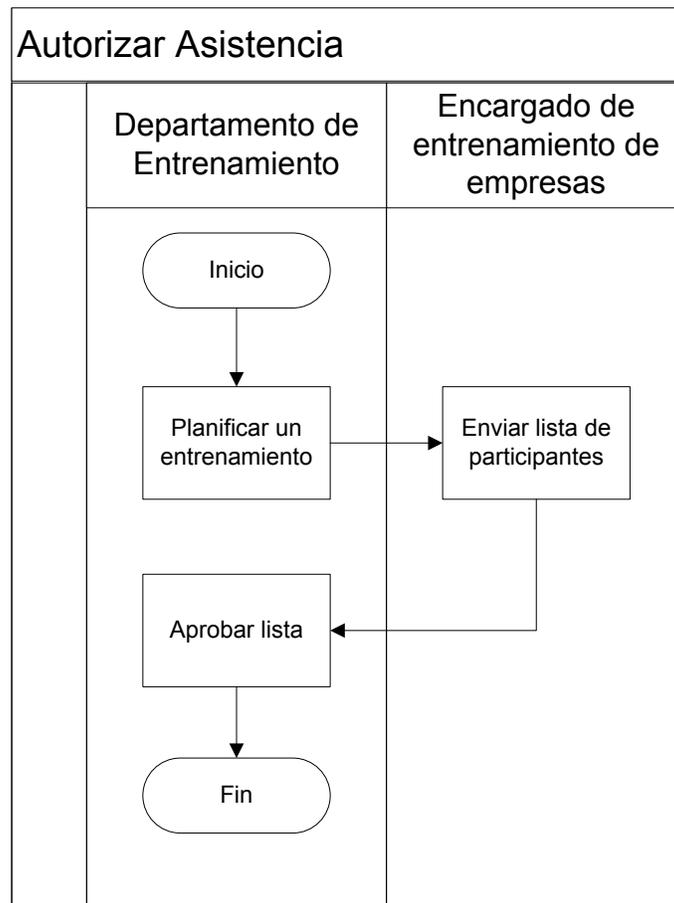


Ilustración 7 Diagrama de Procesos Autorizar Asistencia - Carmen Urbina

4.1.3 MODELADO

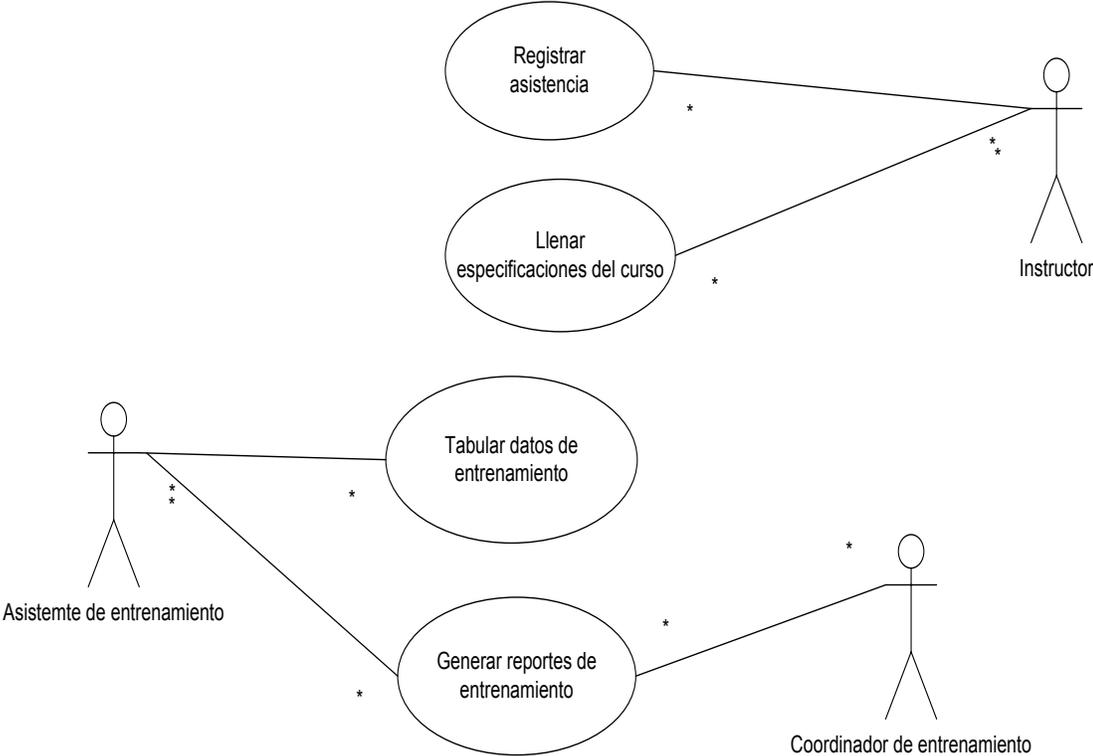
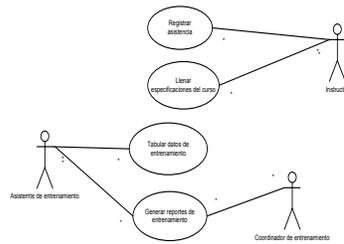


Ilustración 8 Casos de Uso del Negocio - Carmen Urbina



Nombre	Caso de Uso del Negocio
Descripción	Permite registrar la asistencia, ingresar parámetros de curso, reportes del curso dictado, etc.
Actor	Instructor, Asistente y Coordinador de entrenamientos.
Requerimientos	Ser trabajador
Precondición	Necesidad de Curso
Flujo Normal	
<ol style="list-style-type: none"> 1) El instructor registra la asistencia y llena especificaciones del curso 2) El asistente tabula datos de entrenamiento y genera reportes de cada uno de ellos. 3) El coordinador revisa y genera reportes de entrenamientos. 	
Flujo Alterno	
Pos condición	Al fin de mes se genera un cuadro con los cursos dictados y la cantidad de participantes que asistieron.

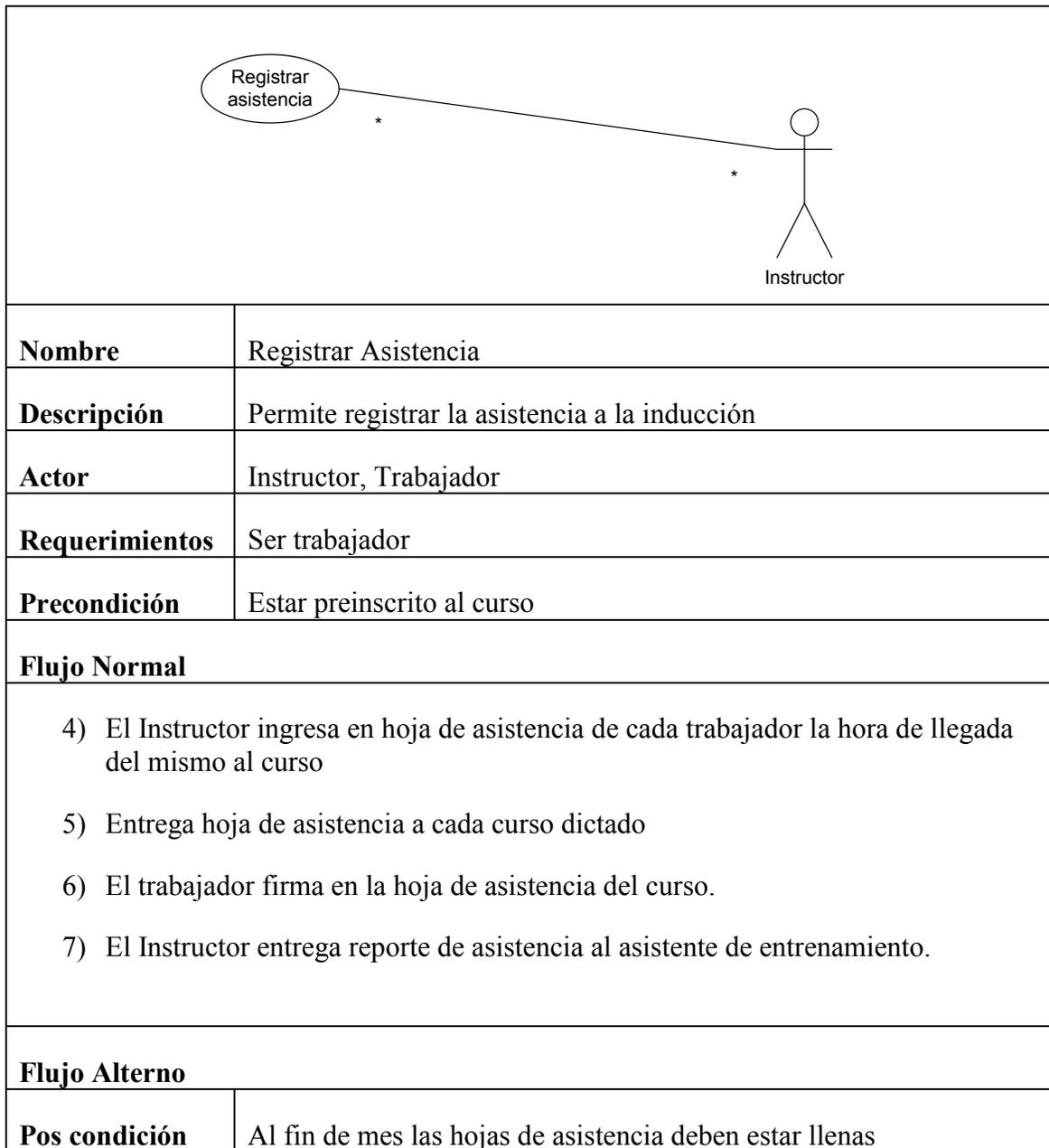


Ilustración 9 Especificación caso de uso registrar asistencia – Carmen Urbina

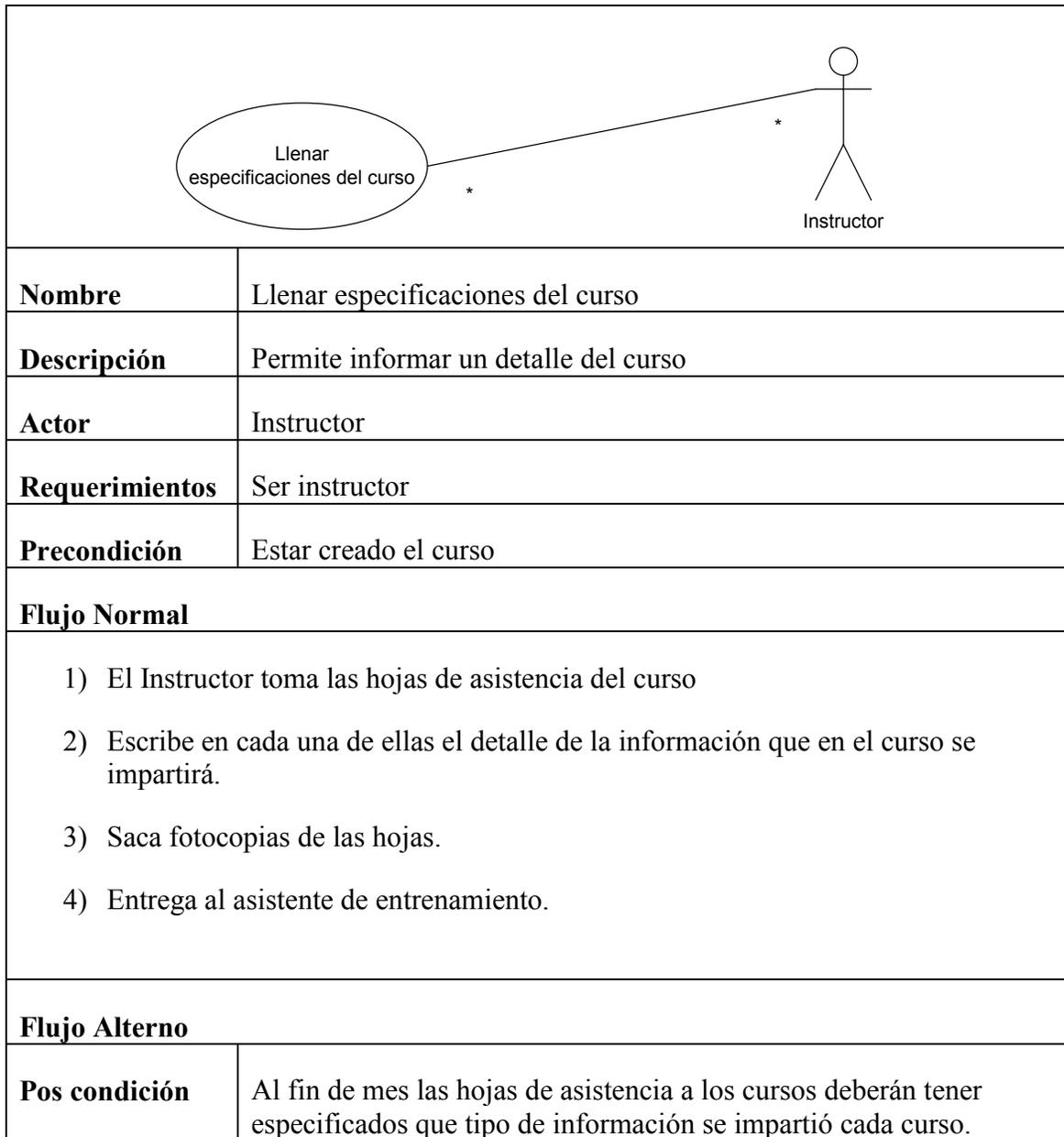


Ilustración 10 Especificación caso de uso llenar especificaciones del curso – Carmen Urbina

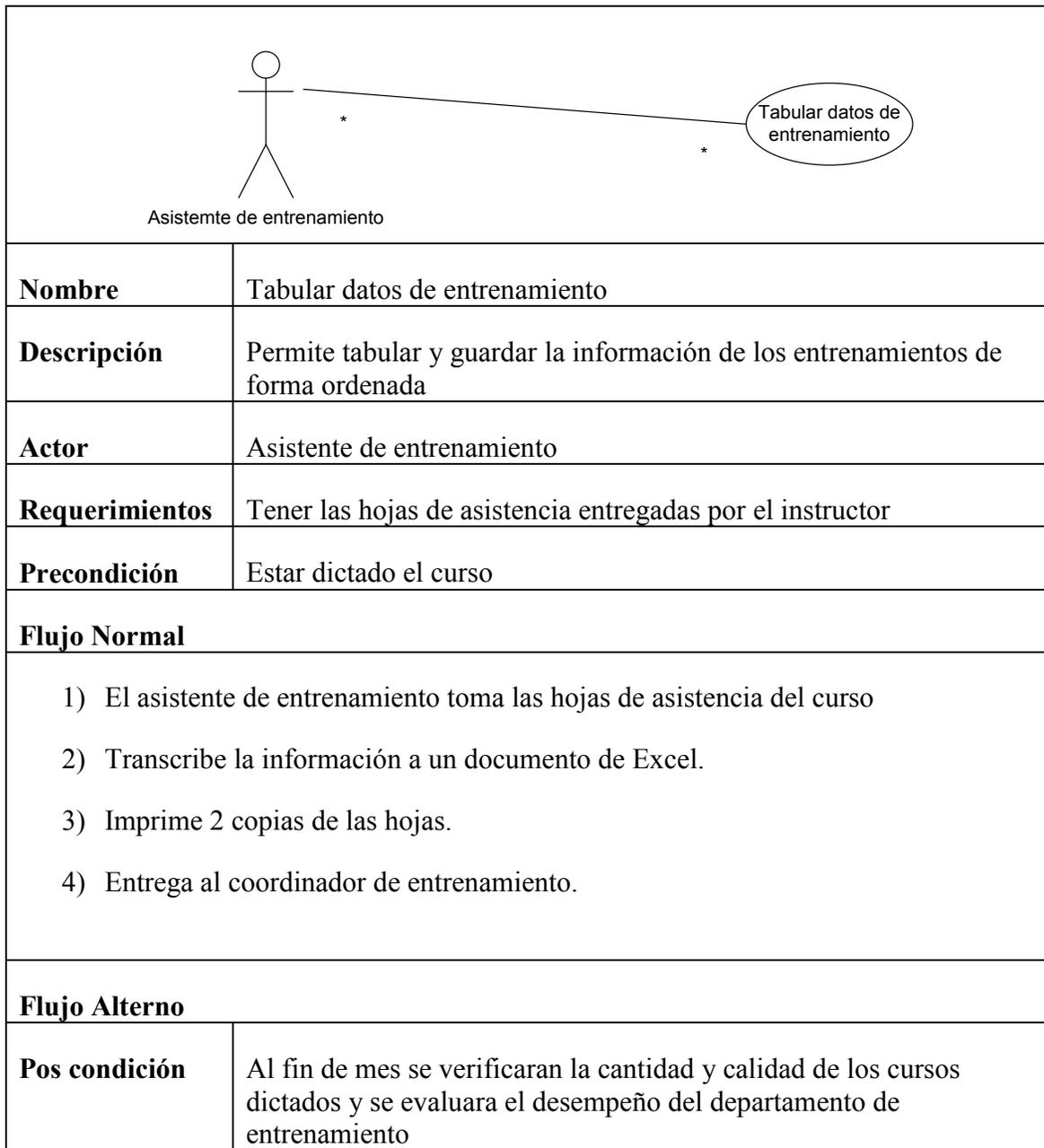


Ilustración 11 Especificación caso de uso tabular entrenamiento – Carmen Urbina

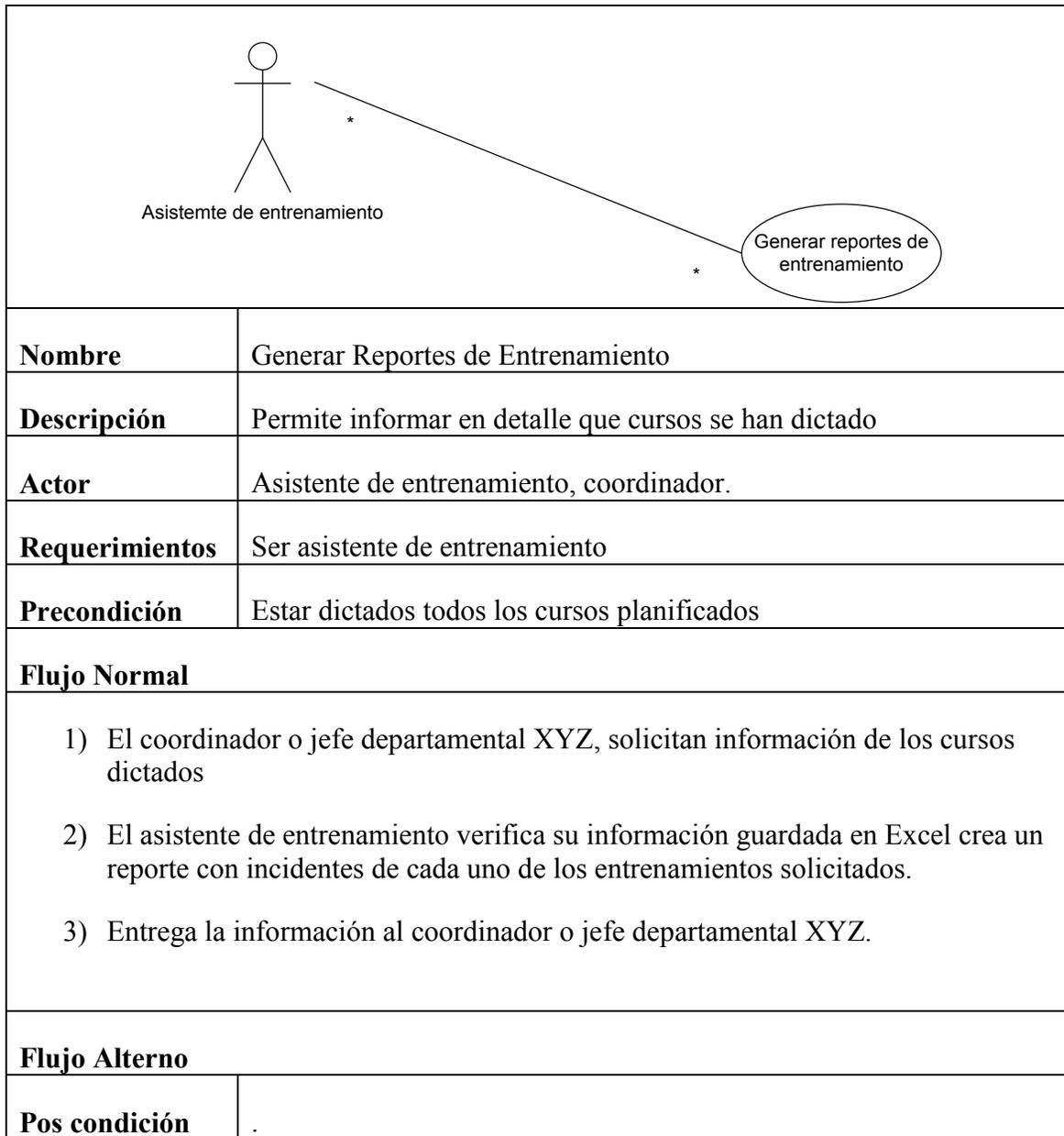


Ilustración 12 Especificación caso de uso Generar reportes de entrenamiento A. – Carmen Urbina

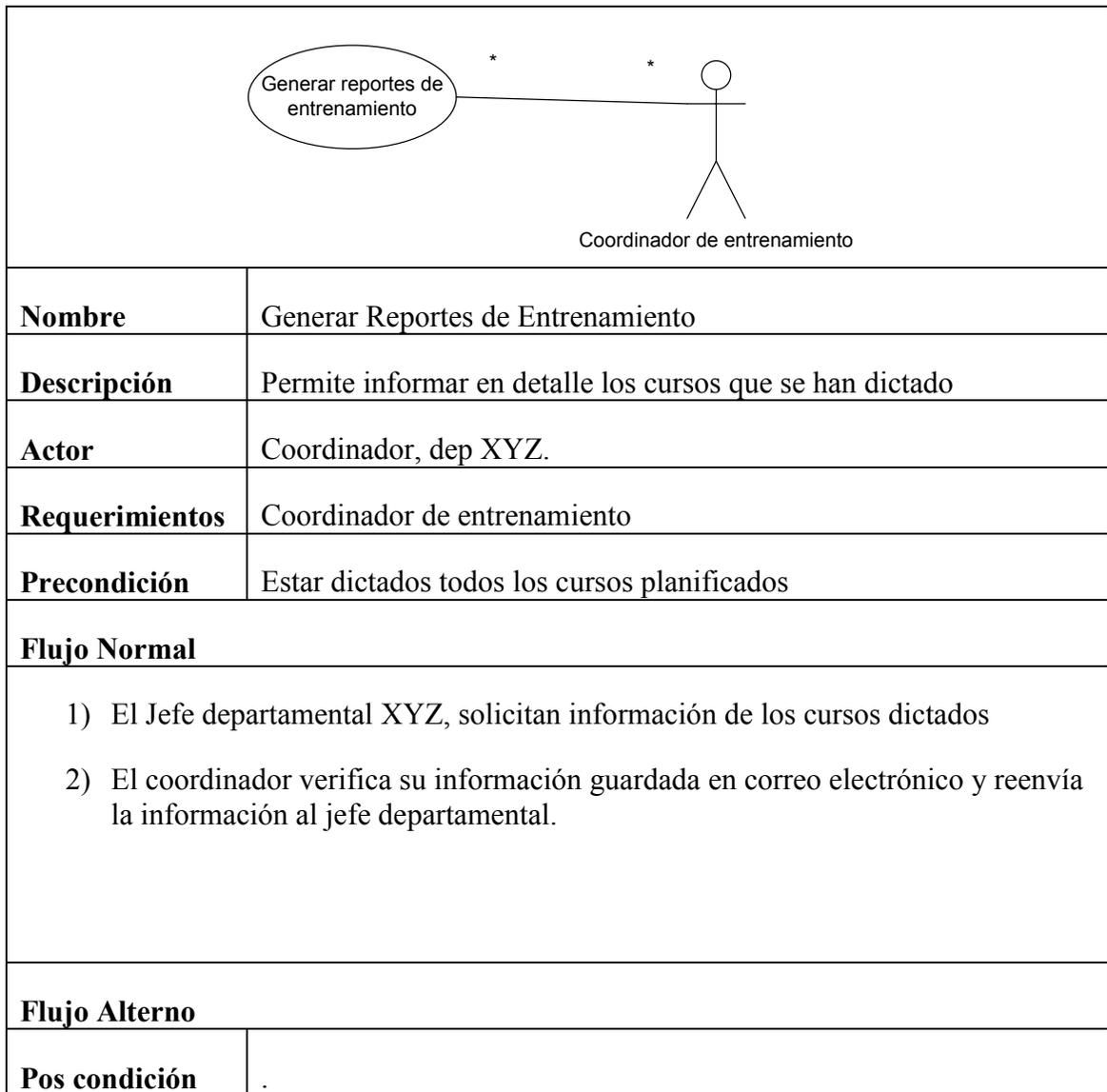


Ilustración 13 Especificación caso de uso Generar reportes de entrenamiento C. – Carmen Urbina

4.1.4 REQUISITOS

Para poder desarrollar la aplicación se tiene en cuenta el alcance planteado como una lista de requisitos a cumplir y el cuadro de roles con los porcentajes del uso del sistema.

ALCANCE

La aplicación para el registro de asistencias a entrenamientos por medio de un lector de código de barras les permitirá a los usuarios:

- Ingresar datos de: empresas; instructores; salas; cursos; cursos programados.
- Migrar datos desde Excel para llenar la tabla de trabajadores, asistencia e inscritos.
- Tendrá una interfaz que permitirá ir registrando las asistencias a los entrenamientos por medio del lector de código de barras.
- Generar un reporte de análisis de entrenamientos en base a las listas de asistencias almacenadas.
- Realizar consultas de entrenamientos dados por empresa, curso, trabajador.
- Las consultas se las podrá imprimir o enviar a un archivo de Excel.
- Planificar los cursos y autorizar la participación de los trabajadores.
- Registrar notas obtenidas por los trabajadores en los cursos asistidos para poder obtener el certificado de aprobación.
- Validar el tiempo de asistencia al curso para obtener el correspondiente certificado.

Se identificaron los posibles usuarios del sistema. En el siguiente cuadro podemos observar el rol que tienen, el porcentaje del uso que le van a dar a la aplicación y las actividades que van a realizar.

Roles del sistema	% de uso	Actividades
Administrador	70%	Ingresar datos de empresas, cursos, instructores, salas y gráficos; gestionar perfiles de usuarios y permisos; migrar datos de asistencias y trabajadores, realizar el análisis de entrenamiento y los gráficos mensuales.
Usuario	30%	Ingresar datos de cursos programados; registrar asistencias; realizar consultas; revisar reportes.

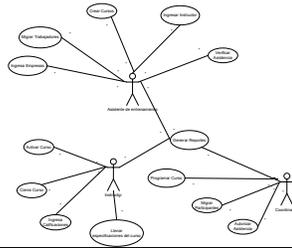
Tabla 16 Matriz de Roles – Carmen Urbina

Otros usuarios que se identificaron son los trabajadores en general, porque las asistencias a los entrenamientos se les registrarán por medio del lector de código de barras, pero estos usuarios no tendrán contacto con la aplicación.

4.2 ELABORACIÓN



Ilustración 14 Caso de Uso del Sistema – Carmen Urbina



Nombre	Caso de Uso del Sistema
Descripción	El sistema se encarga de la creación y administración de los trabajadores, empresas, cursos e instructores, así como la regularización y registro de asistencia.
Actor	Asistente de entrenamiento, Coordinador, Instructor
Requerimientos	Estar instalado el Sistema
Precondición	Tener la base de Datos disponible.
Flujo Normal	
<ol style="list-style-type: none"> 1) El Asistente de entrenamiento, Coordinador pueden ingresar empresas, trabajadores, cursos e instructores. 2) El instructor registra asistencia, ingresa calificaciones 	
Flujo Alternativo	
Pos condición	Registrar Asistencia

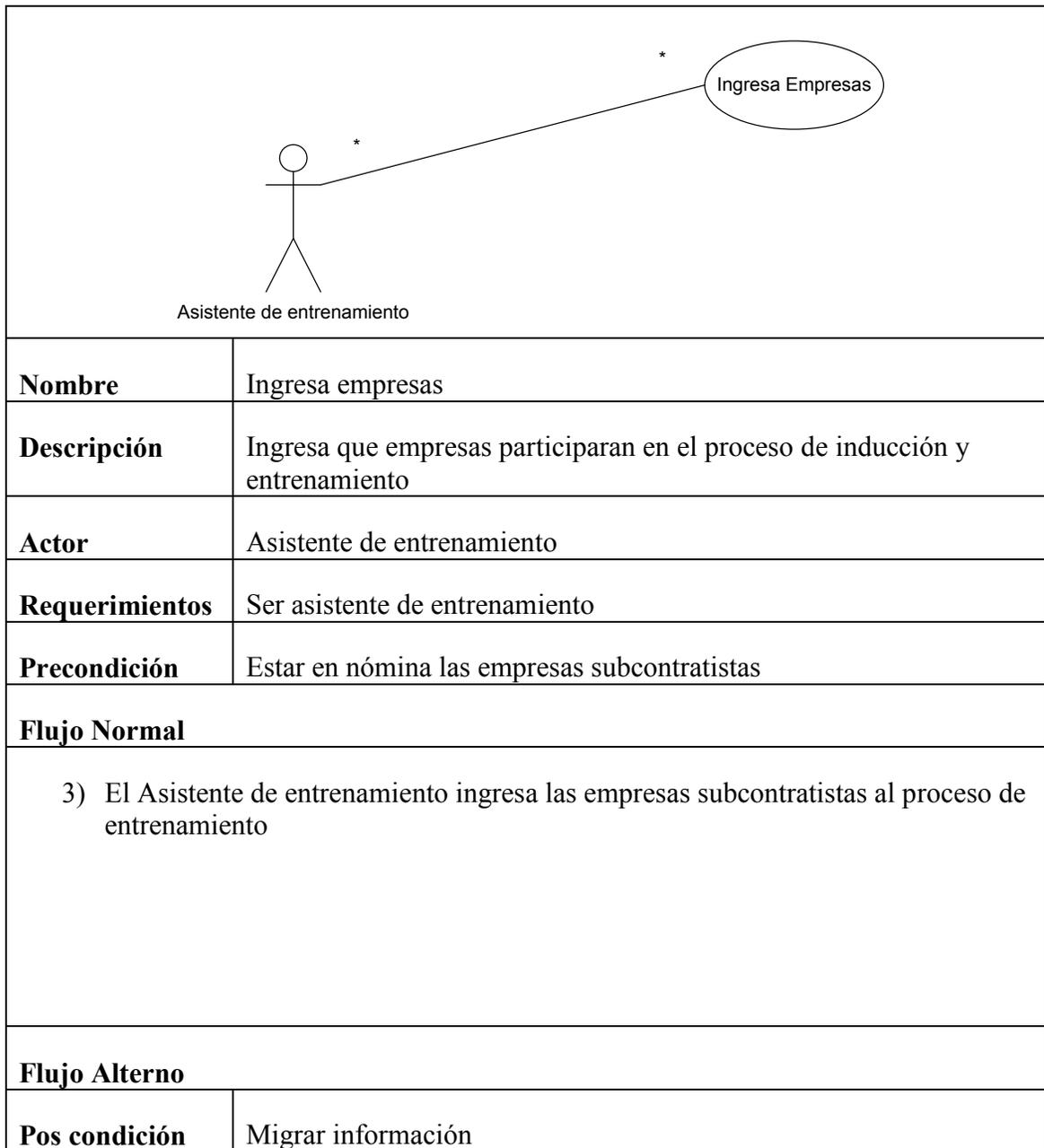


Ilustración 15 Especificación caso de uso ingresar empresas – Carmen Urbina

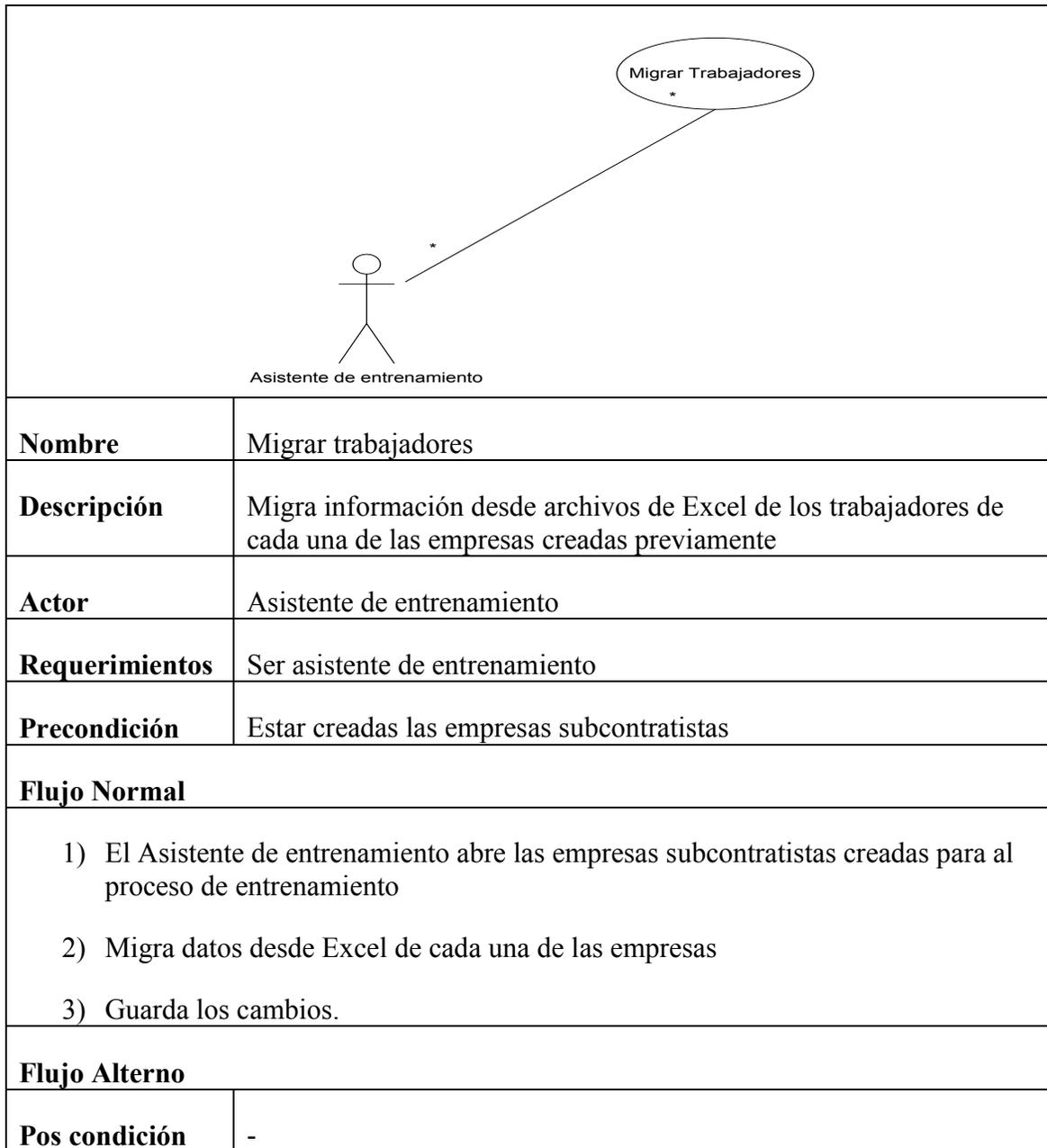


Ilustración 16 Especificación Caso de uso migrar trabajadores – Carmen Urbina

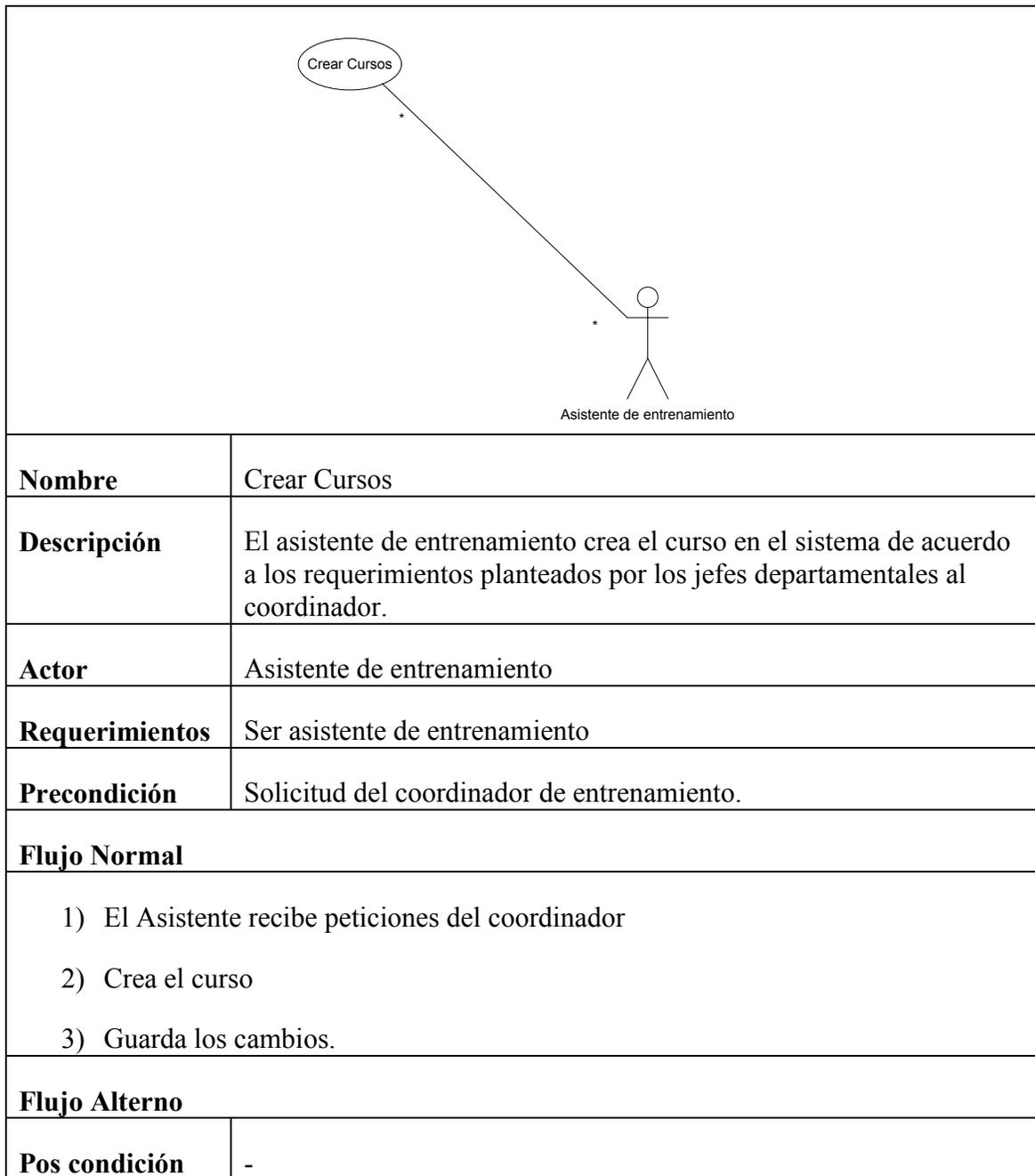


Ilustración 17 Especificación de casos de uso Crear curso – Carmen Urbina

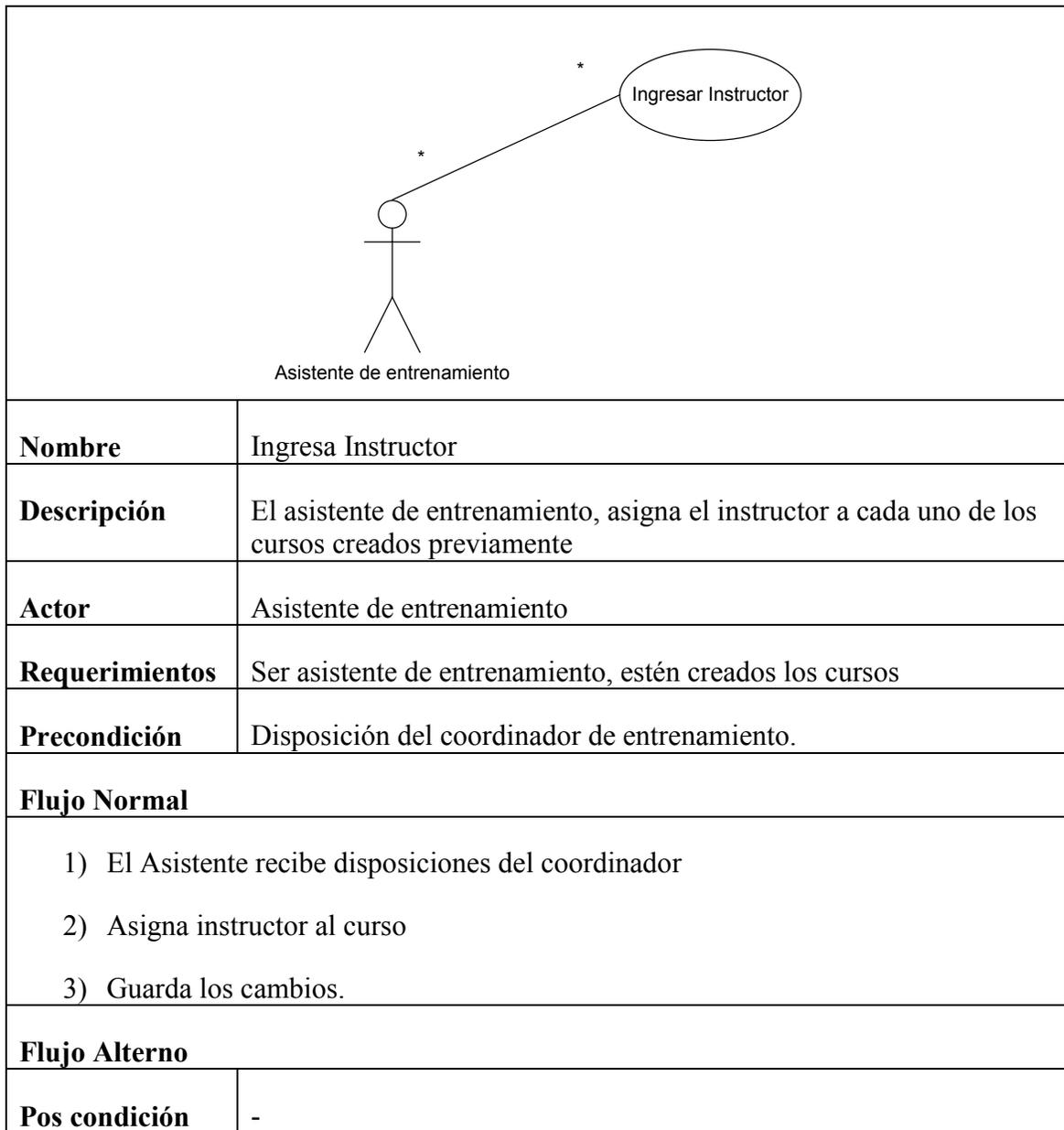


Ilustración 18 Especificación de casos de uso Ingresar instructor – Carmen Urbina

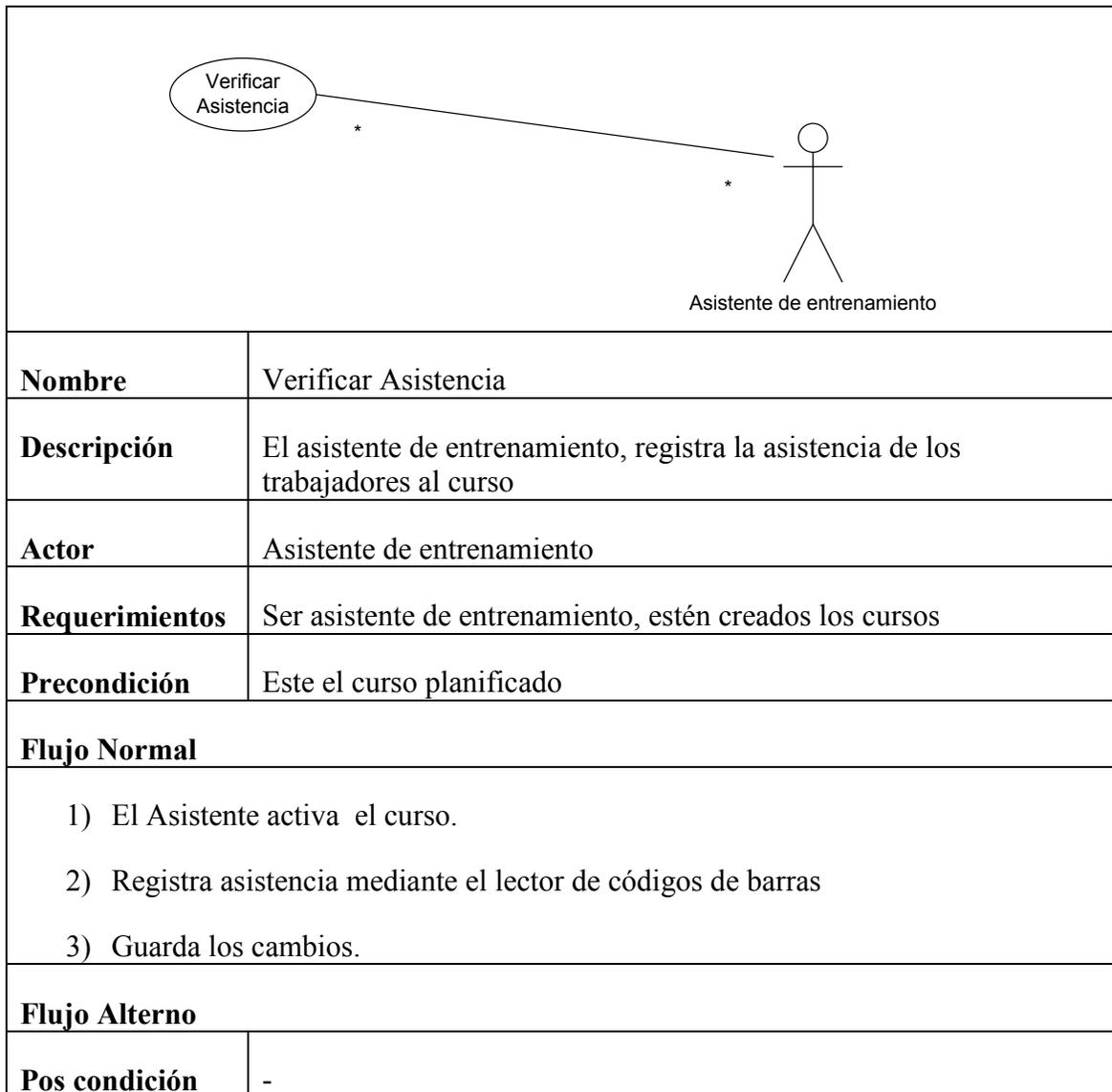


Ilustración 19 Especificación Caso de uso Verificar Asistencia – Carmen Urbina

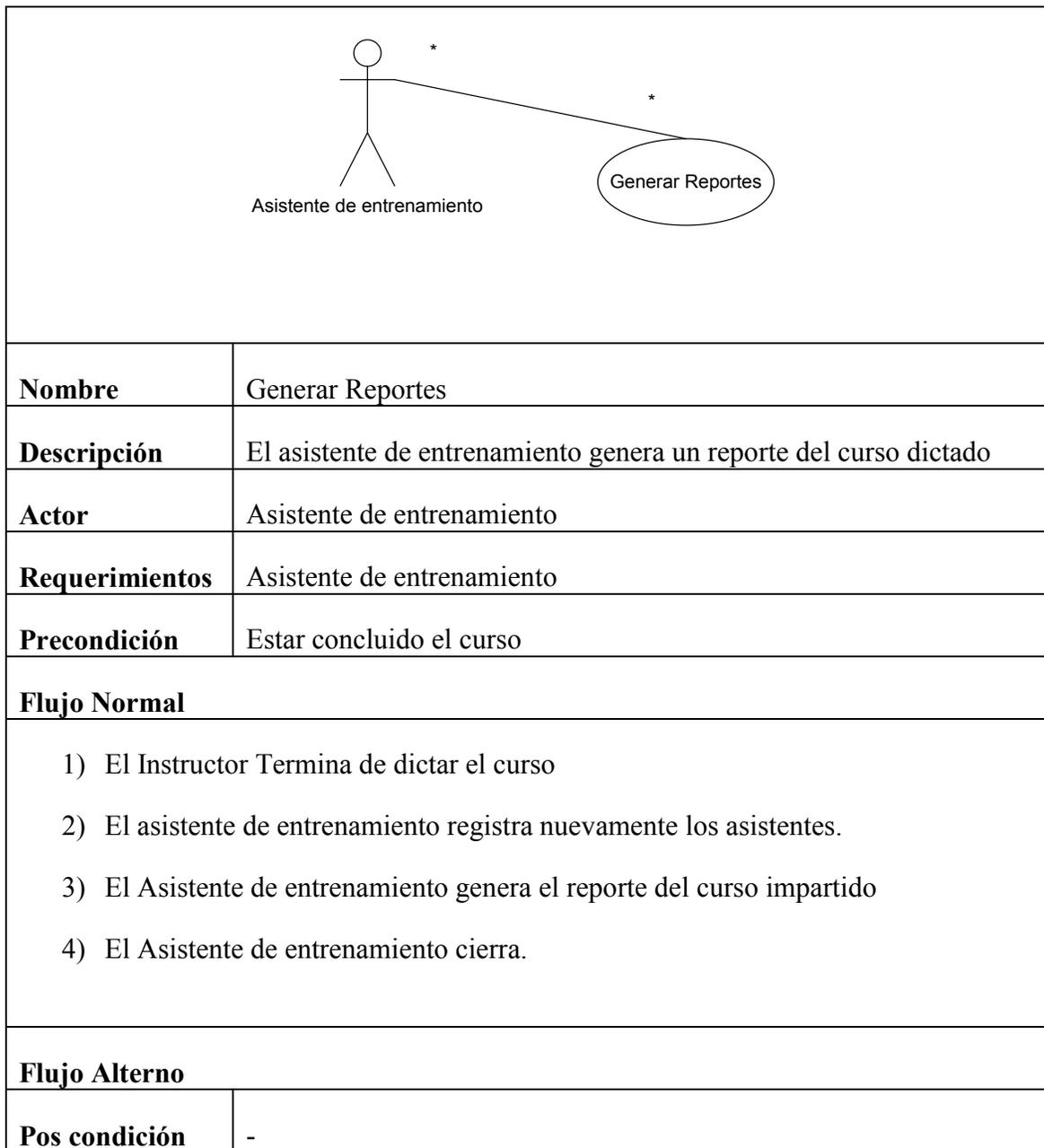


Ilustración 20 Especificación Casos de uso Generar reportes A – Carmen Urbina

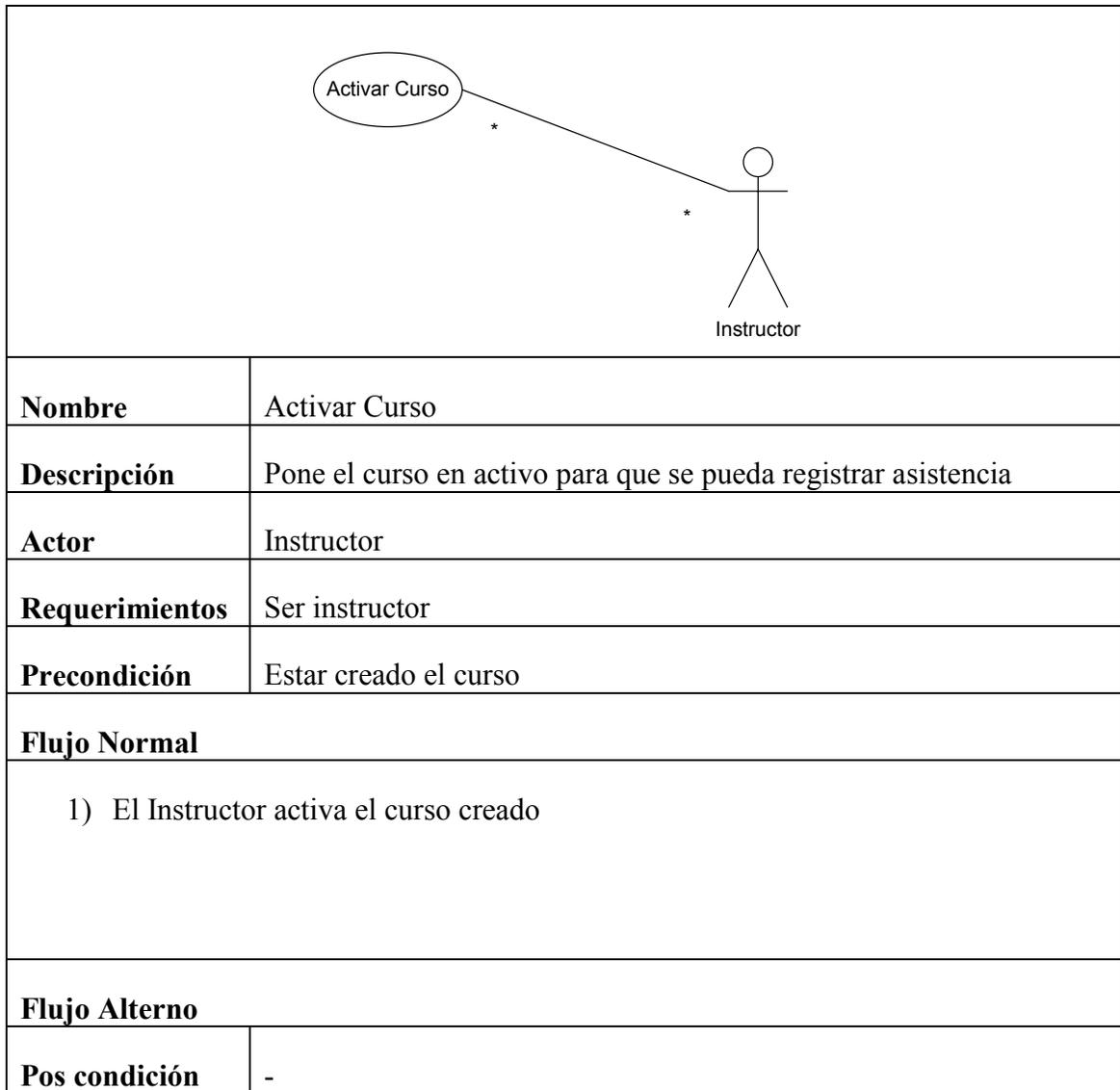


Ilustración 21 Especificación Casos de Uso Activar Curso – Carmen Urbina

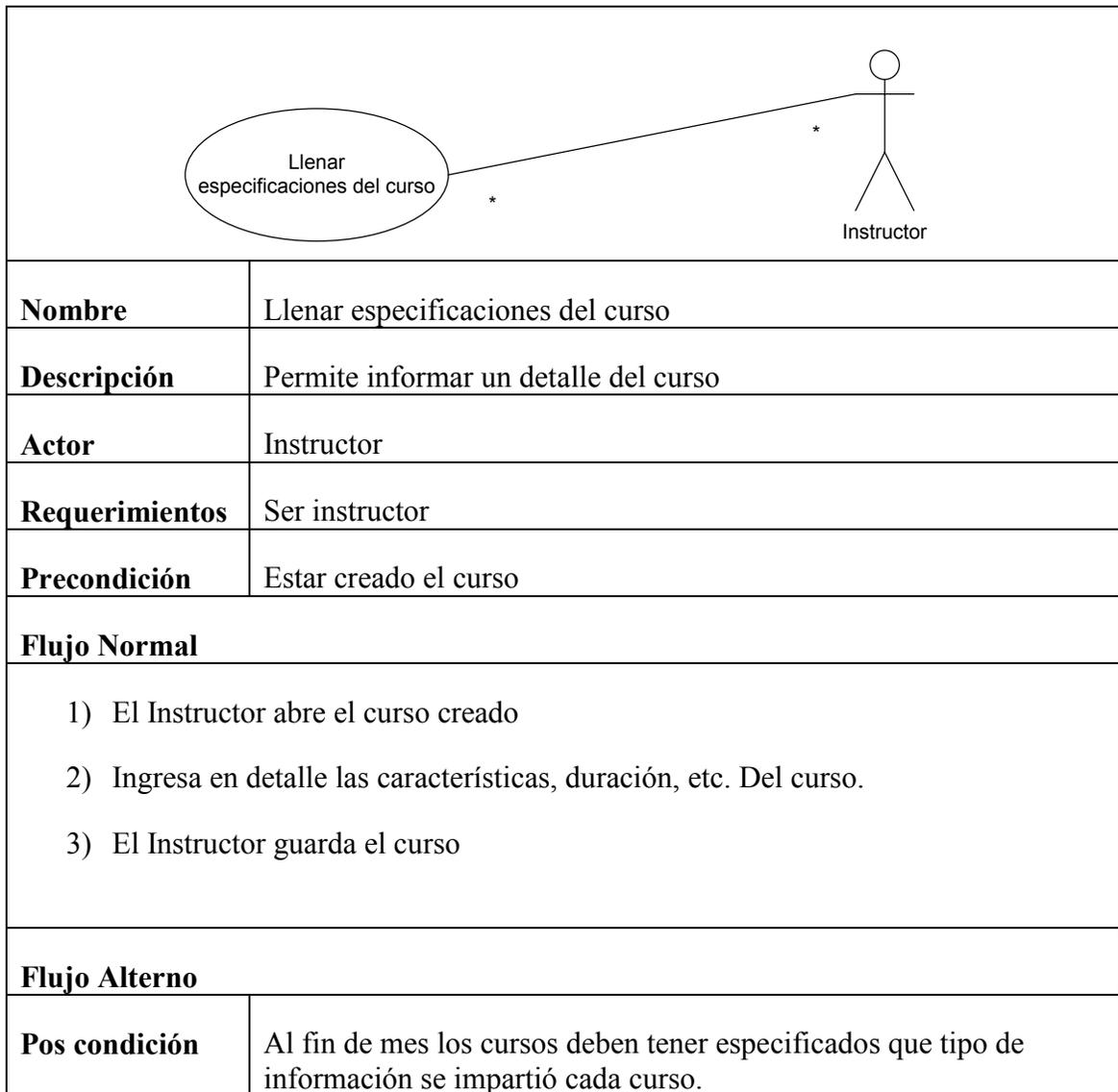


Ilustración 22 Especificación Casos de Uso llenar especificaciones del curso – Carmen Urbina

Nombre	Ingresar Calificaciones
Descripción	Permite ingresar al instructor las calificaciones obtenidas por los participantes
Actor	Instructor
Requerimientos	Ser instructor
Precondición	Estar activado el curso
Flujo Normal	
<ol style="list-style-type: none"> 1) El Instructor abre el curso creado 2) Ingresa las calificaciones obtenidas por los participantes del curso. 3) El Instructor guarda el curso 	
Flujo Alternativo	
Pos condición	Los participantes que obtuvieron calificación baja están en la obligación de tomar nuevamente el curso

Ilustración 23 Especificación Casos de Uso ingresar calificaciones – Carmen Urbina

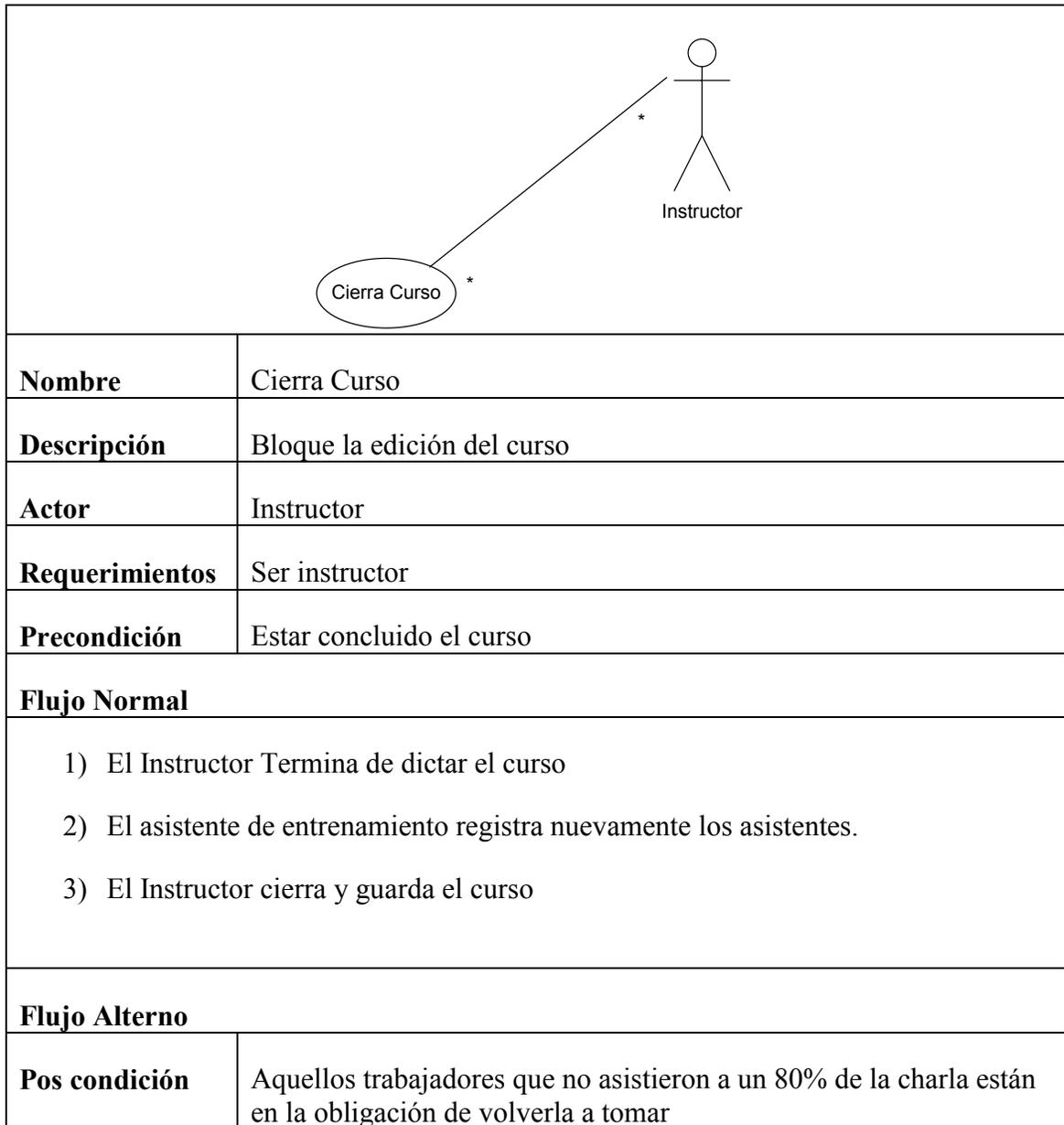


Ilustración 24 Especificación Casos de Uso cierra curso – Carmen Urbina

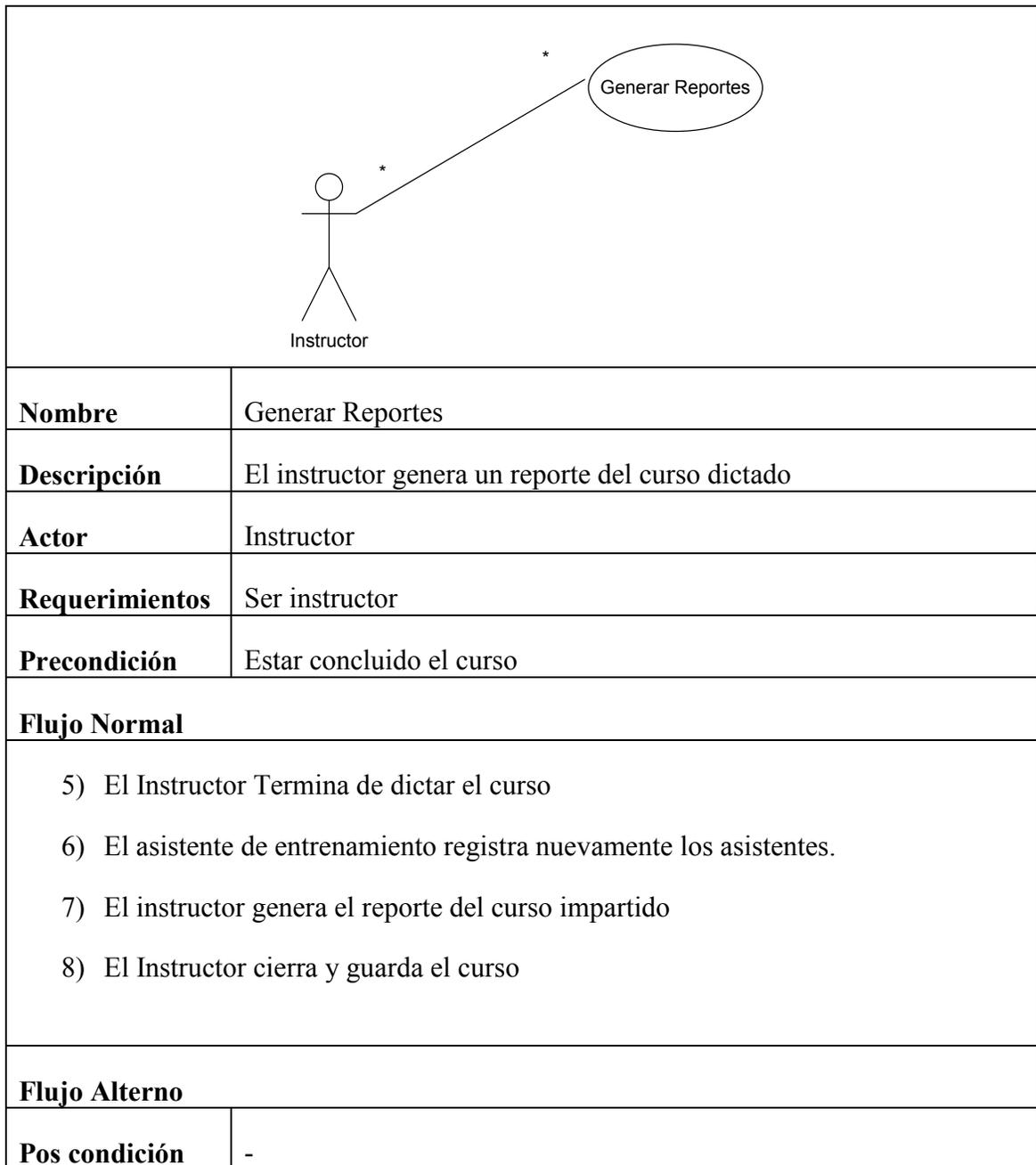


Ilustración 25 Especificación Casos de Uso generar reportes I – Carmen Urbina

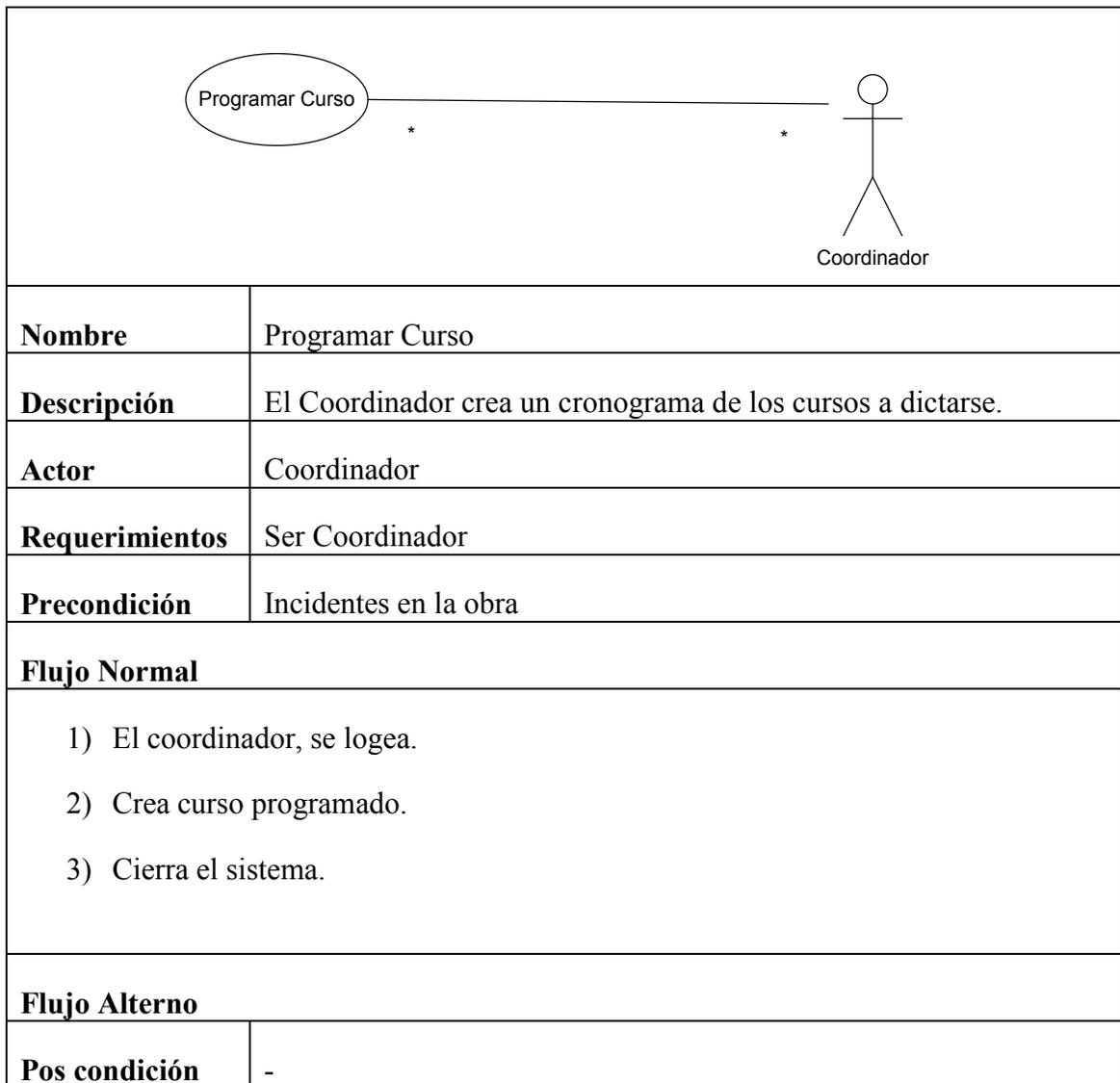


Ilustración 26 Especificación Casos de Uso Programar Curso – Carmen Urbina

Nombre	Migrar Participantes
Descripción	El coordinador migra de un listado de trabajadores con incidentes su información al curso programado.
Actor	Coordinador
Requerimientos	Ser Coordinador
Precondición	Listado de trabajadores con incidentes en Excel
Flujo Normal	
<ol style="list-style-type: none"> 1) El coordinador abre el curso programado 2) Migra información de los trabajadores preinscritos 3) Guarda los cambios 	
Flujo Alternativo	
Pos condición	Si el trabajador no cumple con el 100% de asistencia y el mínimo de 90 puntos en la calificación debe volver a tomar el curso.

Ilustración 27 Especificación Casos de Uso Migrar Participantes – Carmen Urbina

Nombre	Autorizar Asistencia
Descripción	El coordinador ingresa nuevos participantes con incidentes externos.
Actor	Coordinador
Requerimientos	Ser Coordinador
Precondición	Los trabajadores no deben haber sido inscritos previamente en el curso
Flujo Normal	
<ol style="list-style-type: none"> 1) El coordinador abre el curso programado 2) Agrega información de trabajadores para el curso 3) Guarda los cambios 	
Flujo Alternativo	
Pos condición	Si el trabajador no cumple con el 100% de asistencia y el mínimo de 90 puntos en la calificación debe volver a tomar el curso.

Ilustración 28 Especificación Casos de Uso Autorizar asistencia – Carmen Urbina

<p>The diagram shows a use case named 'Generar Reportes' represented by an oval on the left. A horizontal line connects it to a stick figure actor on the right labeled 'Coordinador'. Both the use case and the actor have an asterisk (*) next to them, indicating multiplicity.</p>	
Nombre	Generar Reportes
Descripción	El coordinador genera un reporte del curso dictado
Actor	Coordinador
Requerimientos	Ser Coordinador
Precondición	Estar concluido el curso
Flujo Normal	
<ol style="list-style-type: none"> 1) El Curso esta dictado y cerrado 2) Ingresar y generar reporte. 	
Flujo Alterno	
Pos condición	-

Ilustración 29 Especificación caso de uso Generar reportes A. – Carmen Urbina

4.3 CONSTRUCCIÓN

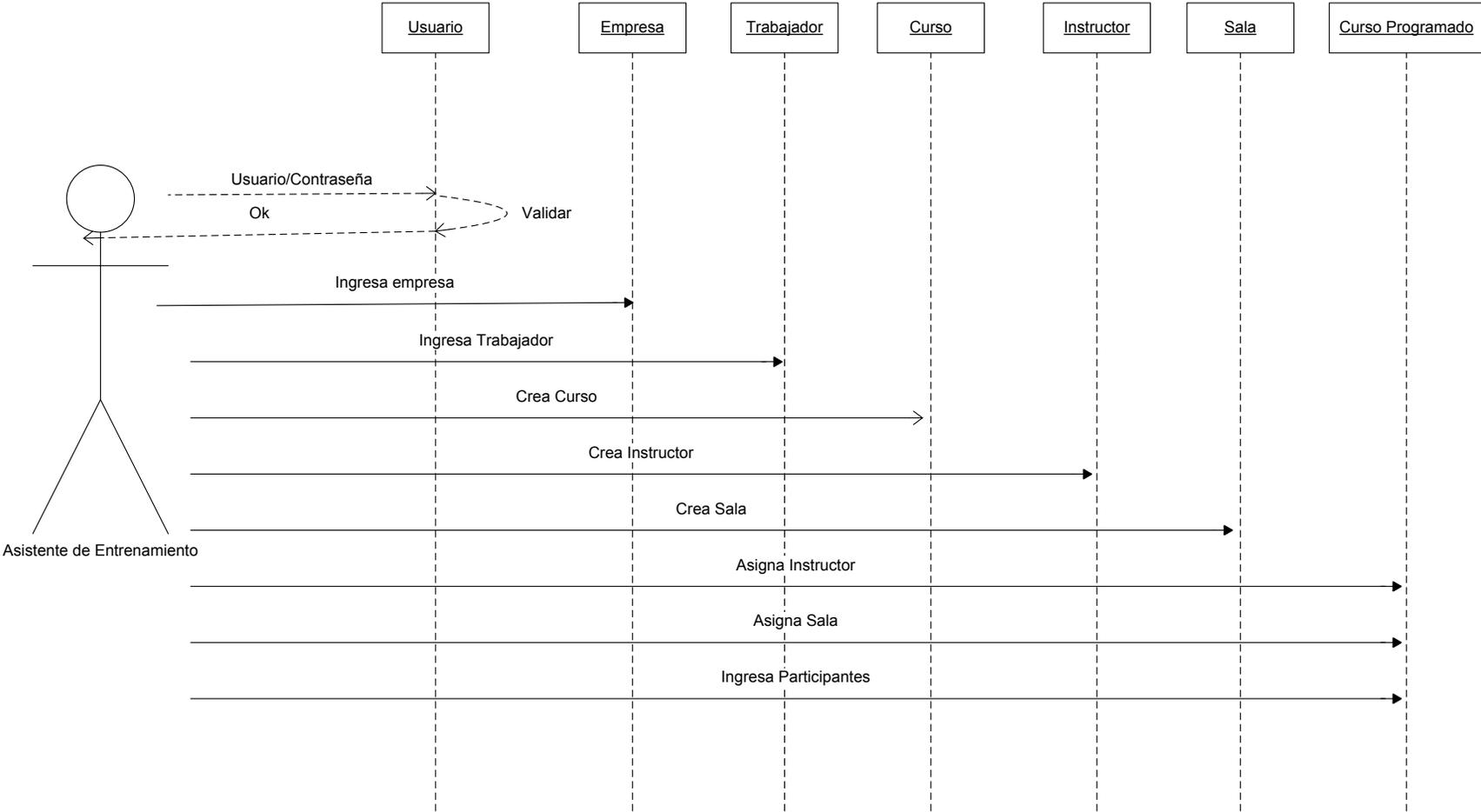


Ilustración 30 Diagrama de Secuencia 1 – Carmen Urbina

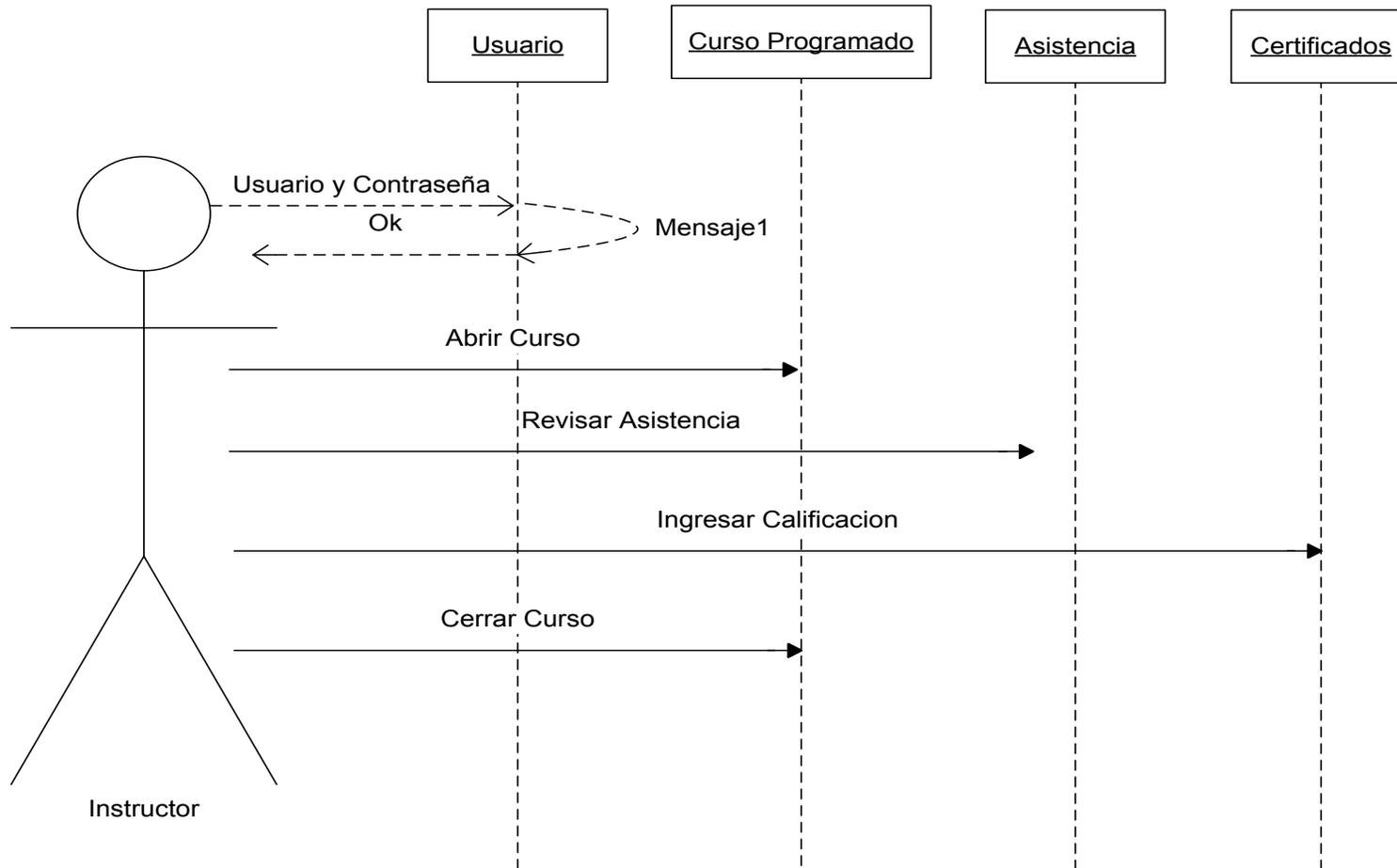


Ilustración 31 Diagrama de Secuencia 2 – Carmen Urbina

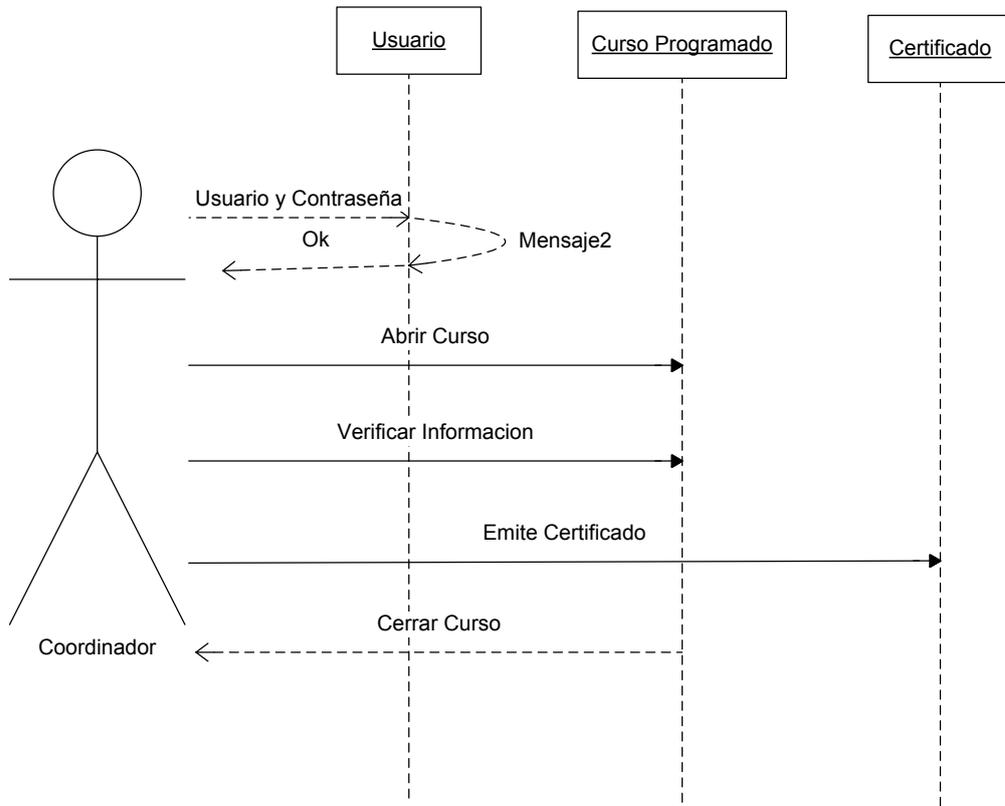


Ilustración 32 Diagrama de Secuencia 3 – Carmen Urbina

4.3.1 MODELO CONCEPTUAL DE LA BASE DE DATOS

A continuación se puede observar el modelo físico y conceptual de la base de datos.

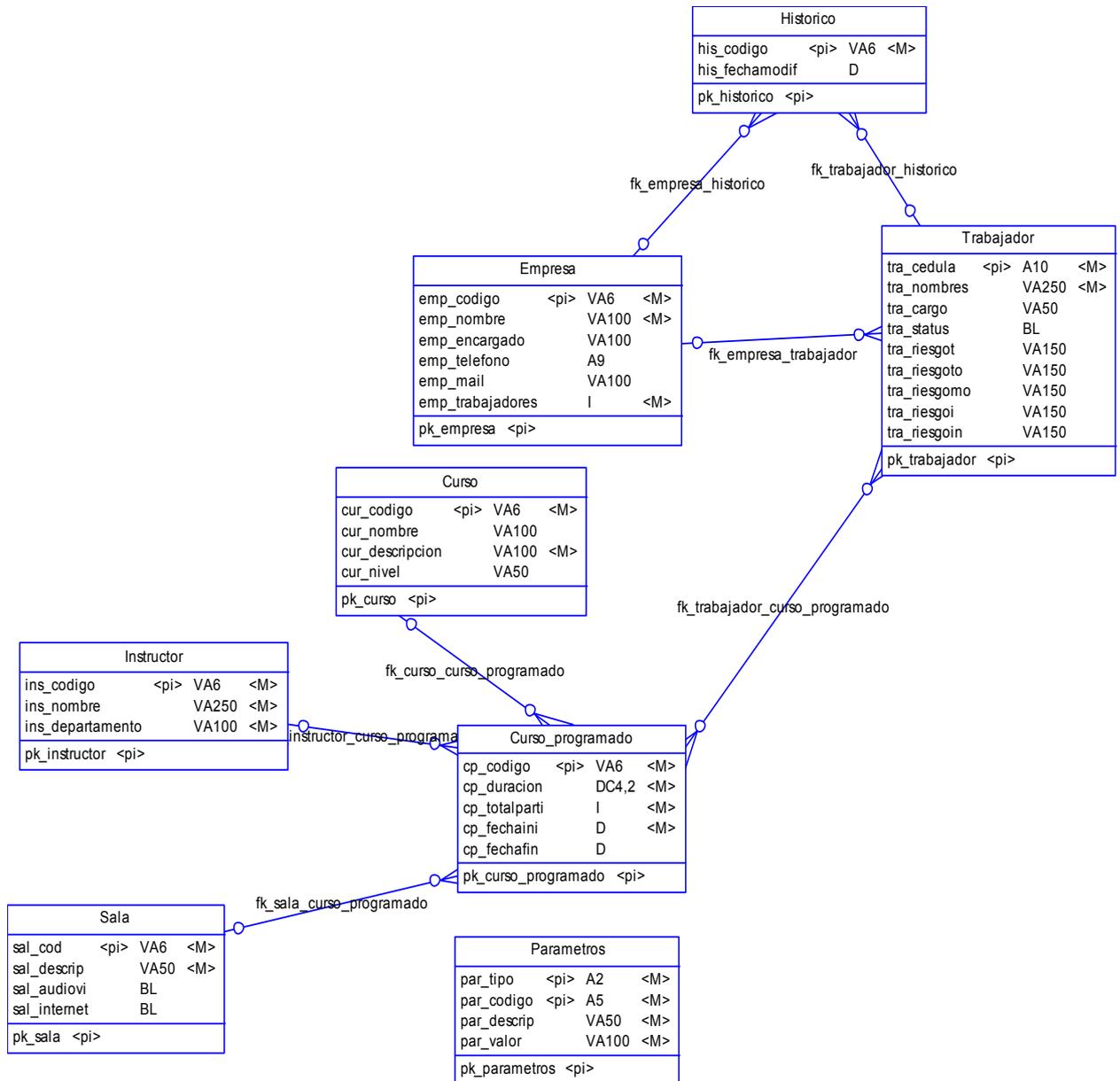


Gráfico 7: Modelo Conceptual de la base de datos

4.3.1 MODELO FÍSICO DE LA BASE DE DATOS

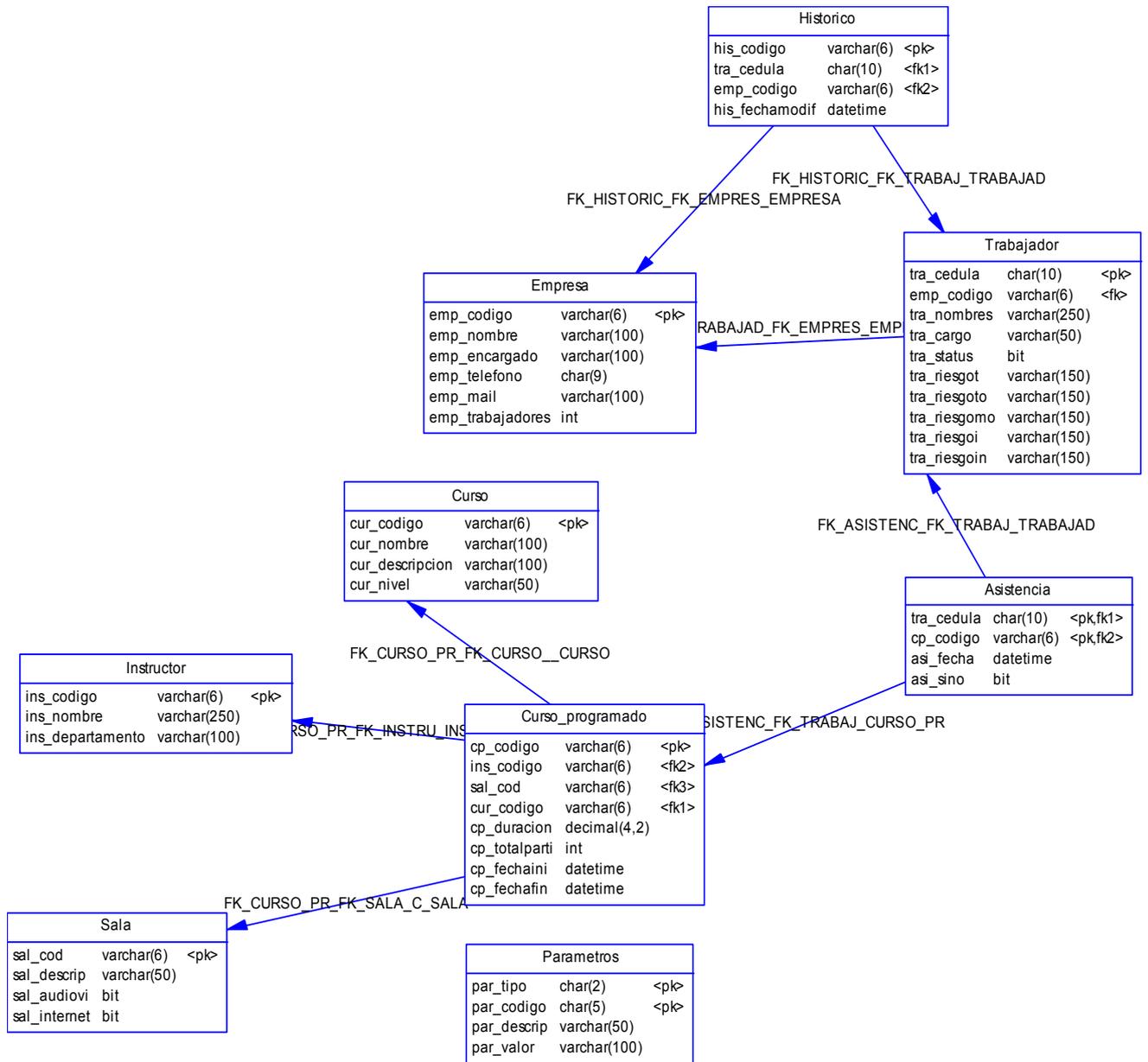


Gráfico 8: Modelo Físico de la base de datos

4.3.3 DIAGRAMA DE CLASE

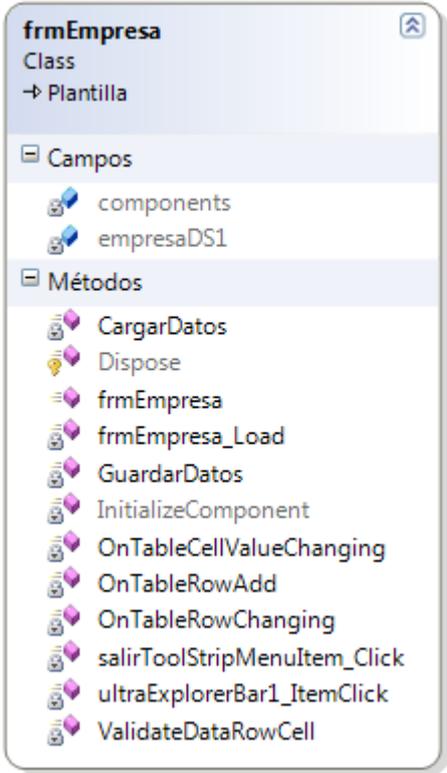
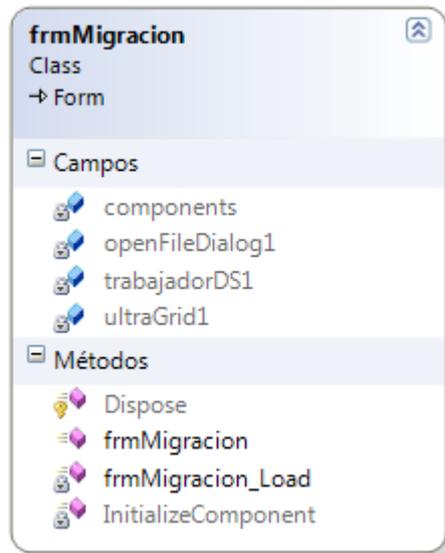
	
Caso de uso relacionado	Ingresa empresas
Descripción	Ingresa que empresas participaran en el proceso de inducción y entrenamiento
Flujo Normal	
<p>1) El Asistente de entrenamiento ingresa los datos de todas las empresas subcontratistas que existen en la obra.</p>	

Ilustración 33 Especificación diagrama de clases 1 – Carmen Urbina



Caso de uso relacionado	Migrar trabajadores
Descripción	Migra información desde archivos de Excel de los trabajadores de cada una de las empresas creadas previamente.
Flujo Normal	
<ol style="list-style-type: none"> 1) El Asistente de entrenamiento abre las empresas subcontratistas creadas para al proceso de entrenamiento 2) Migra datos desde excel de cada una de las empresas 3) Guarda los cambios. 	

Ilustración 34 Especificación diagrama de clases 2 – Carmen Urbina

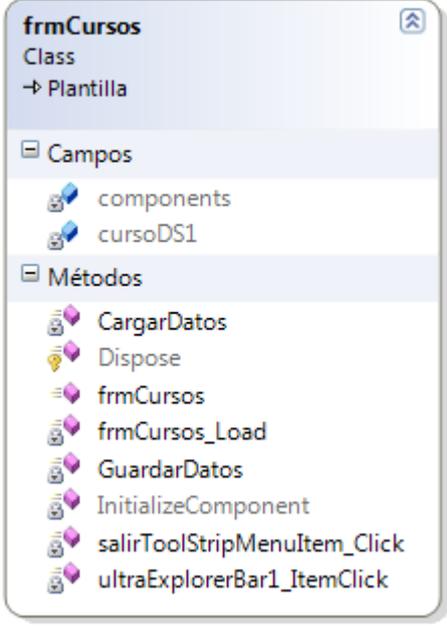
	
Caso de uso relacionado	Crear Cursos
Descripción	El asistente de entrenamiento crea el curso en el sistema de acuerdo a los requerimientos planteados por los jefes departamentales al coordinador.
Flujo Normal	
<ol style="list-style-type: none"> 1) El Asistente recibe peticiones del coordinador 2) Crea el curso 3) Guarda los cambios. 	

Ilustración 35 Especificación diagrama de clases 3 – Carmen Urbina

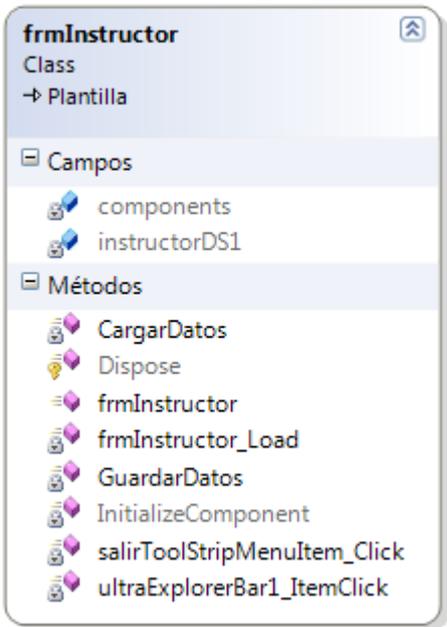
	
Caso de uso relacionado	Ingresa Instructor
Descripción	El asistente de entrenamiento, asigna el instructor a cada uno de los cursos creados previamente
Flujo Normal	
<ol style="list-style-type: none"> 1) El Asistente recibe disposiciones del coordinador 2) Asigna instructor al curso 3) Guarda los cambios. 	

Ilustración 36 Especificación diagrama de clases 4 – Carmen Urbina

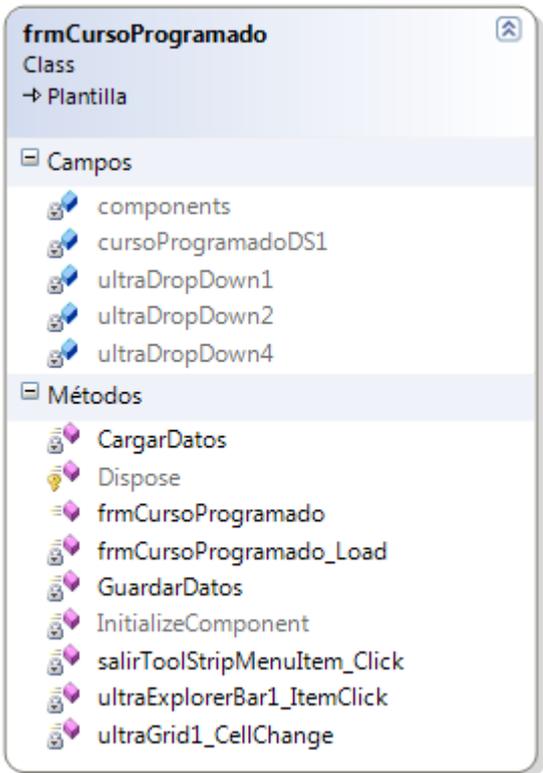
	
Caso de uso relacionado	Programar Curso
Flujo Normal	
<ol style="list-style-type: none"> 1) El coordinador ingresa datos del curso programado utilizando la información antes ingresada en sala, instructor y curso. 2) Cierra el sistema. 	

Ilustración 37 Especificación diagrama de clases 5 – Carmen Urbina

4.4 TRANSICIÓN

En una reunión con la presencia de la gerencia del departamento de QEHS (Calidad, Ambiente, Salud y Seguridad) se realizó la presentación de la aplicación, para dar a conocer el trabajo realizado y obtener comentarios y sugerencias acerca del sistema. La presentación se la realizó cuando había 1600 trabajadores en la obra

La aplicación fue acogida de muy buena manera, ya que el resultado final fue el esperado, siendo motivo de felicitación

4.4.1 PRUEBAS

Al sistema se le realizaron pruebas antes de ser implementado y entregado a la empresa, para encontrar posibles errores.

Prueba de caja negra:

El objetivo de la prueba de caja negra fue el de ver la funcionalidad del sistema; que la información sea almacenada correctamente y revisar las pantallas.

Prueba de Caja Negra

N°	Nombre	Entrada	Salida Esperada	Salida Real
1	Ingreso al sistema	Digitar usuario y clave	Visualiza pantalla principal	Ok
2	Ingresar empresa	Ingresar datos requeridos	Guarda información	Ok
3	Migra trabajador	Migrar hoja de Excel	Guarda información	Ok
4	Ingresar curso	Ingresar datos requeridos	Guarda información	Ok
5	Ingresar instructor	Ingresar datos requeridos	Guarda información	Ok
6	Crea curso programado	Ingresar datos requeridos	Guarda información	Ok
7	Registra asistencia	Se utiliza el lector de código de barras	Guarda información	Ok

Tabla 17 Prueba de Caja Negra - Carmen Urbina

FORMA DE PRUEBA ALFA		
COD. ERROR: 001	SISTEMA: Entrenamiento	MÓDULO: Registrar asistencia
ERROR DETECTADO: Si la persona no está registrada no da ningún aviso		Pág. 1 de 1
Descripción: Al momento de registrar asistencia a un curso programado no existe una alerta para las personas que no están previamente inscritas.		
Casos de Uso Asociados: Registrar asistencia		
Persona que reporta el error: Asistente del departamento de entrenamiento		
Detalle del Error Detectado: El sistema no da ninguna alerta el momento que se registra la asistencia por medio del lector de código de barras a un curso donde las personas estaban previamente inscritas, por lo cual todos los trabajadores entran sin restricción a la charla		

Tabla 18 Prueba Alfa módulo registrar asistencia - Carmen Urbina

El sistema permite que la persona encargada de gestionar los datos del departamento de entrenamiento pueda digitar y migrar la información de manera sencilla. Para esto se puede ver el manual de usuario (Anexo 3)

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 CONCLUSIONES

- Se realizó un estudio de los procesos importantes del departamento de Entrenamiento del consorcio constructor del Nuevo Aeropuerto Internacional de Quito donde se pudo determinar que el tiempo empleado para realizar estas actividades era excesivo. También se recomendó aumentar procesos para tener mejor control de las actividades.
- Se desarrolló un sistema que almacene los entrenamientos dados a los trabajadores y que permita emitir reportes. El sistema ahorra más de 100 horas mensuales al departamento.
- La aplicación se la hizo en base a los requerimientos del departamento de entrenamiento, se realizaron prototipos para ir perfeccionando las utilidades necesarias del departamento.
- El sistema cumplió con las expectativas del departamento.

5.2 RECOMENDACIONES

- Para disminuir el tiempo empleado en los procesos importantes del departamento de entrenamiento se recomienda la implementación del sistema.
- Para que el sistema funcione de manera correcta se deben seguir los procesos sugeridos.
- Capacitar al personal que va a manejar la aplicación para garantizar el correcto uso de la misma.

6. BIBLIOGRAFÍA

- Aplique SQL. GROFF James R; WEINBERG Paul N. 2006
- Arquitectura de Aplicaciones distribuidas. NAVARRO Leandro. 2002
- Cómo y dónde optimizar los costes logísticos: en el sistema integral de operaciones y en las diferentes áreas de actividad logística. LOZANO Juan Ramón. 2002
- Comunicación interna en la empresa. ROMEO Marina; ROCA Xavier. 2005
- Curso de elaboración de Tesis y actividades académicas, GUTIÉRREZ ABRAHAM, Quito – Ecuador.
- Desarrollo de aplicaciones distribuidas: análisis con casos de estudio. DELPON Luis Jesús. 2004
- Diseño de sistemas software en UML. GÓMEZ Cristina. 2003
- Especificación de sistemas software en UML. TENIENTE Ernest; COSTAL Dolors, SANCHO M. Ribera. 2003
- Gestión, dirección y estrategia de producto: Libros profesionales de empresa. SERRANO Francisco 2005.
- Industrial Safety and Health Management. ASFAHL Ray; RIESKE David. 6th Edition 2009.
- Ingeniería del Software. Un enfoque práctico. PRESSMAN Roger. McGRAW-HILL. 5ta edición. 2002.
- Investigación de operaciones: aplicaciones y algoritmos. WINSTON Wayne L. 2006
- Sistemas de comunicaciones electrónicas. TOMASI Wayne. 2003

- Sistemas electrónicos de comunicación/ Electronic Communication Systems.
BLAKE Roy. 2004
- UML distilled: a brief guide to the standard object modeling language.
FOWLER Martin. 2004
- Object Oriented Software Engineering Using UML, Patterns, and Java.
BRUEGGE Bernd; DUTOIT Allen H. 2009
- Planeación de instalaciones. THOMPSON James A. 2006
- Programming C# 3.0. LIBERTY Jesse; XIE Donald. 2007
- Programming Distributed Applications with COM+ and Visual Basic 6.0.
PATTISON Ed. 2004.
- Programming SQL Server. HAMILTON, Bill. 2006
- Sams teach yourself Microsoft SQL Server. BALTER Alison Balter. 2005
- Sistemas de almacenaje y Picking; MAULEÓN Mikel. 2003
- The art of SQL. FAROULT Stéphane; ROBSON Peter. 2006
- Visual C#: how to program. DEITEL Harvey M. 2005