



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA  
DE MÉXICO**

---

---

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**ACONDICIONAMIENTO ELÉCTRICO PARA LA  
INSTALACIÓN DE EQUIPOS DE DETECCIÓN EN UN  
AEROPUERTO INTERNACIONAL**

**T E S I S**

**QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE  
INGENIERO ELÉCTRICO – ELECTRÓNICO**

**P R E S E N T A**

**TOMÁS BASELIS ZAVALA**



**DIRECTORA DE TESIS:**

**DRA. ALEJANDRA CASTRO GONZÁLEZ**

**MÉXICO, D. F. CIUDAD UNIVERSITARIA 2012**

**JURADO ASIGNADO**

**PRESIDENTE: Ing. Jacinto Viqueira Landa**

**VOCAL: Dra. Alejandra Castro González**

**SECRETARIO: Ing. David Vázquez Ortiz**

**1er. SUPLENTE: Dr. Arturo Guillermo Reinking Cejudo**

**2do. SUPLENTE: M.I. Humberto Gómez Naranjo**

**SITIO DONDE SE DESARROLLÓ EL TEMA:**

**TERMINAL A DEL AEROPUERTO INTERNACIONAL “MARIANO ESCOBEDO” DE  
LA CIUDAD DE MONTERREY**

**MONTERREY, NUEVO LEÓN**

**ASESORA DEL TEMA**

---

**Dra. Alejandra Castro González**

**SUSTENTANTE**

---

**Tomás Baselis Zavala**

## **AGRADECIMIENTOS**

A mi madre Martha por todo su apoyo en mi vida.

A mi hermano Fernando que siempre ha estado conmigo en las buenas y las malas, y esperando que se recupere pronto para que salga adelante.

A mi tía Mayo, por su gran apoyo de toda la vida.

A mis hermanos del alma Omar C., Jorge S. "Galón", Roberto Q. "Pinky" y demás compañeros de la gloriosa ENP # 4.

A todos los compañeros de la Facultad de Ingeniería que en mucho o poco hayan influido en mi vida.

A la gran Universidad Nacional Autónoma de México, por brindarme la educación que ahora tengo y la oportunidad de ser ingeniero.

Al gran jurado asignado que tiene la oportunidad de revisar este trabajo de tesis, y dedicarle la paciencia y tiempo necesario para realizar sus oportunos comentarios u observaciones.

A la Dra. Alejandra Castro por todo su enorme apoyo y paciencia conmigo para la realización de esta tesis.

## **DEDICATORIAS**

A mi padre Tomás, que nos cuida desde arriba.

A mi tía Irma, por siempre apoyarnos con todo su tiempo y amor.

A mi esposa Olga Lidia, por ser mi gran amor y compañera para toda la vida.

# ÍNDICE DESGLOSADO

Índice de Tablas	II
Índice de Figuras	V
Resumen	XII
Introducción	XIII
Objetivo General	XIV
Objetivos Específicos	XIV
Capítulo 1. Antecedentes	1
1.1 Aeropuertos	1
1.1.1 Tipos de aeropuertos	2
1.1.2 Componentes de un aeropuerto	3
1.1.3 Logística y operación en aeropuertos	6
1.1.4 Administración de un aeropuerto	8
1.1.5 Estadísticas de aeropuertos comerciales	8
1.1.6 Gasto energético	13
1.2 Sistemas de seguridad en aeropuertos	14
1.2.1 Procesos y equipos	14
1.2.2 Incidentes notables	16
1.2.3 Sistema de detección	17
1.2.4 Ejemplos en diversos países	22
1.3 Transportadores de banda	24
1.3.1 Historia y desarrollo	24
1.3.2 Tipos de sistemas	28
1.3.3 Aplicaciones	28
Capítulo 2. Fundamentos	30
2.1 Instalaciones eléctricas	30
2.1.1 Tipos de instalaciones eléctricas	31
2.1.2 Subestaciones eléctricas	31
2.1.3 Mantenimiento de instalaciones	33
2.2 Instalaciones de bandas transportadoras	38
2.3 Sistemas de detección tipo “eXaminer”	50
2.4 Equipos auxiliares	56
Capítulo 3. Metodología	58
3.1 Caso de estudio	58
3.2 Descripción general del sistema y equipos por instalar	65
3.3 Descripción general de la adaptación y remodelación en la terminal A, para los equipos	72
Capítulo 4. Resultados	80
4.1 Cálculo de la instalación eléctrica	80
4.1.1 Análisis de cargas de cada equipo por instalar	80
4.1.2 Diagramas unifilares, cálculos de alimentadores y canalizaciones principales	80
4.1.3 Cálculo de servicios generales para el área de los equipos	83
4.1.4 Cálculo de la subestación, arreglo y acomodo de equipos en base a Lay Out propuesto por Siemens	144
4.2 Instalación de los equipos	157
4.2.1 Subestación eléctrica	157
4.2.2 Alimentadores, tableros, canalizaciones y servicios generales	166
4.2.3 Bandas transportadoras y equipos “eXaminer”	210
4.3 Operación de los equipos	227
Capítulo 5. Conclusiones	239
Referencias Bibliográficas	241

# ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.1	Principales aeropuertos de México	2
Tabla 1.2	Principales aeropuertos regionales de México	3
Tabla 1.3	Otros aeropuertos de México	4
Tabla 1.4	Descripción general de los componentes de un aeropuerto	5
Tabla 1.5	Descripción general de los servicios logísticos en aeropuertos	6
Tabla 1.6	Descripción de la administración general en aeropuertos	9
Tabla 1.7	Estadísticas de pasajeros domésticos por principales aeropuertos en México	10
Tabla 1.8	Estadísticas de pasajeros internacionales por principales aeropuertos en México	10
Tabla 1.9	Estadísticas de medición para recursos utilizados de aeropuertos controlados por OMA	13
Tabla 1.10	Consumo energético directo en el año 2010	13
Tabla 1.11	Consumo energético indirecto en el año 2010	13
Tabla 1.12	Descripción de procesos e iniciativas para ahorro energético	14
Tabla 1.13	Comparativa entre equipos de detección utilizados en puntos de inspección de aeropuertos	22
Tabla 2.1	Estructura general del sistema eléctrico del aeropuerto	30
Tabla 2.2	Clasificación general de las instalaciones eléctricas	31
Tabla 2.3	Clasificación general de las instalaciones eléctricas por área de aplicación	32
Tabla 2.4	Clasificación general de las subestaciones eléctricas	32
Tabla 2.5	Tipos de subestaciones eléctricas	32
Tabla 2.6	Clasificación de procesos llevados a cabo para mantenimiento industrial	33
Tabla 2.7	Índices de accidentes de trabajo en aeropuertos operados por el grupo aeroportuario Centro Norte	34
Tabla 2.8	Índices de días perdidos de trabajo en aeropuertos operados por el grupo aeroportuario Centro Norte	34
Tabla 2.9	Reducción en la tasa de accidentes por división económica nacional	35
Tabla 2.10	Clasificación de los objetivos generales para el mantenimiento industrial	35
Tabla 2.11	Medidas de seguridad para actividades básicas de mantenimiento a instalaciones eléctricas con tensiones menores a 600 V	37
Tabla 2.12	Tendencia de crecimiento de pasajeros anuales hasta el año 2020 en el aeropuerto de Monterrey	39
Tabla 2.13	Datos técnicos de diseño para las bandas transportadoras	40
Tabla 2.14	Tamaños de equipajes estimados para las bandas transportadoras	43
Tabla 2.15	Datos técnicos de los módulos para bandas transportadoras en zona 1	45
Tabla 2.16	Datos técnicos de los módulos para bandas transportadoras en zona 2	46
Tabla 2.17	Especificaciones técnicas de la máquina scanner EX – 3DX “eXaminer”	54
Tabla 2.18	Tabulación de los puntos de medición para la máquina scanner “eXaminer” y en base a la Figura 2.19	55
Tabla 3.1	Descripción general de los equipos eléctricos que se proponen para el sistema de bandas transportadoras	66
Tabla 3.2	Listado de los equipos eléctricos de control PLC que componen el sistema de bandas transportadoras para el tablero “PC 10” de la zona 1	68
Tabla 3.3	Listado de los equipos eléctricos de control PLC que componen el sistema de bandas transportadoras para el tablero “PC 11” de la zona 1	69
Tabla 3.4	Listado de los equipos eléctricos de control PLC que componen el sistema de bandas transportadoras para el tablero “PC 20” de la zona 2	70
Tabla 3.5	Listado de los equipos eléctricos de control PLC que componen el sistema de bandas transportadoras para el tablero “PC 21” de la zona 2	71
Tabla 4.1	Capacidad de carga eléctrica necesaria para los equipos que intervienen en el sistema de las bandas transportadoras para el tablero “P2”	82
Tabla 4.2	Descripción de los luminarios y sus áreas de aplicación	84
Tabla 4.3	Descripción técnica de luminarios a instalar en el aeropuerto del tipo fluorescente	84
Tabla 4.4	Descripción técnica de luminarios a instalar en el aeropuerto del tipo campana de aditivos metálicos	85
Tabla 4.5	Descripción técnica de luminarios a instalar en el aeropuerto del tipo fluorescente a prueba de vapor	86
Tabla 4.6	Descripción técnica de luminarios a instalar en el aeropuerto del tipo luminarios con batería de emergencia	86
Tabla 4.7	Selección de coeficientes de reflexión ( $\rho$ ) para los diferentes espacios en estudio	89
Tabla 4.8	Factores de mantenimiento o conservación para luminarios	93

Tabla 4.9	Resumen del cálculo de luminarios por área para zona 2 y configuraciones de las mismas en base al método de los lúmenes	94
Tabla 4.10	Resumen del cálculo de luminarios por área para zona 1 y configuraciones de las mismas en base al método de los lúmenes	96
Tabla 4.11	Resumen del cálculo de luminarios por área para zona 1 y criterios de aceptación en base al método de los lúmenes	96
Tabla 4.12	Tabla de valores comparativos de DPEA	97
Tabla 4.13	Tabla comparativa de valores obtenidos en base a los dos métodos aplicados para la zona 2 del aeropuerto de Monterrey	98
Tabla 4.14	Tabla comparativa de valores obtenidos en base a los dos métodos aplicados para la zona 1 del aeropuerto de Monterrey	98
Tabla 4.15	Simbología utilizada como referencia para el proyecto de iluminación en el aeropuerto de Monterrey	101
Tabla 4.16	Resumen del cálculo de cableado para alumbrado tipo fluorescente en los circuitos propuestos	102
Tabla 4.17	Capacidad de conducción de corriente permisible de conductores aislados para 0 a 2,000 V nominales	103
Tabla 4.18	Resumen del cálculo de cableado para alumbrado tipo campana en los circuitos propuestos	106
Tabla 4.19	Simbología utilizada como referencia para canalizaciones y cableado del proyecto de iluminación en el aeropuerto de Monterrey	106
Tabla 4.20	Resumen de cargas para el sistema de contactos de servicios generales	107
Tabla 4.21	Resumen de cargas para el sistema de contactos de energía regulada	108
Tabla 4.22	Valores eléctricos para el UPS EATON de 10 kVA	108
Tabla 4.23	Resumen del cálculo de cableado para el sistema de contactos de servicios generales	108
Tabla 4.24	Resumen del cálculo de cableado para el sistema de contactos de energía regulada	108
Tabla 4.25	Simbología utilizada como referencia para el proyecto de contactos para servicios en el aeropuerto de Monterrey	109
Tabla 4.26	Simbología utilizada como referencia para canalizaciones y cableado del proyecto de contactos para servicios en el aeropuerto de Monterrey	109
Tabla 4.27	Resumen de cargas para equipos de aire acondicionado en la zona 2 para las bandas transportadoras	112
Tabla 4.28	Resumen de cargas para equipos de aire acondicionado en la zona 1 para las bandas transportadoras	113
Tabla 4.29	Resumen de cableado y canalizaciones para equipos de aire acondicionado en la zona 2 para las bandas transportadoras	113
Tabla 4.30	Resumen de cableado y canalizaciones para equipos de aire acondicionado en la zona 1 para las bandas transportadoras	116
Tabla 4.31	Simbología utilizada como referencia para el proyecto de aire acondicionado en el aeropuerto de Monterrey	116
Tabla 4.32	Simbología utilizada como referencia para canalizaciones y cableado del proyecto de aire acondicionado en el aeropuerto de Monterrey	116
Tabla 4.33	Cuadro de cargas para el tablero “P201” para la zona 1	117
Tabla 4.34	Cuadro de cargas para el tablero “P202” para la zona 2	118
Tabla 4.35	Resumen de datos para el diseño de los alimentadores a tableros de servicios generales	119
Tabla 4.36	Resumen de datos de canalizaciones para alimentadores en tableros de servicios generales y su descripción	120
Tabla 4.37	Valores eléctricos para el UPS Mitsubishi 2033 C de 20 kVA	120
Tabla 4.38	Simbología utilizada como referencia para el proyecto de equipos “eXaminer” en el aeropuerto de Monterrey	122
Tabla 4.39	Cuadro resumen del diseño de canalizaciones y alimentadores de los equipos “eXaminer”, según las especificaciones de la Tabla 4.1 y la Figura 4.26 para la zona 2	125
Tabla 4.40	Cuadro resumen del diseño de canalizaciones y alimentadores de los equipos “eXaminer”, según las especificaciones de la Tabla 4.1 y la Figura 4.27 para la zona 1	125
Tabla 4.41	Resumen de cálculos para el alimentador eléctrico del tablero “eXaminer” de equipos detectores para zona 1 y zona 2 de la terminal A del aeropuerto de Monterrey	126
Tabla 4.42	Resumen de cargas del tablero general “eXaminer” con todos los servicios necesarios para las máquinas detectoras de la terminal A del aeropuerto de Monterrey	126
Tabla 4.43	Resumen de cargas para diseño del tablero general “P2” en baja tensión con todos los servicios establecidos que debe llevar	131
Tabla 4.44	Simbología utilizada como referencia para el proyecto de equipos “eXaminer” en el	132

	aeropuerto de Monterrey	
Tabla 4.45	Resumen de datos para el cálculo del transformador reductor de tensión para alimentación eléctrica del tablero de baja tensión	132
Tabla 4.46	Resumen de datos por ajuste de la capacidad o carga en el transformador reductor en baja tensión	133
Tabla 4.47	Cuadro de datos para el alimentador en el lado secundario (208 V) del transformador reductor	133
Tabla 4.48	Cuadro de datos para el alimentador en el lado primario (440 V) del transformador reductor	133
Tabla 4.49	Valores eléctricos para el transformador seco Victory de 150 kVA	134
Tabla 4.50	Cuadro de datos con cargas para los tableros controladores de las bandas transportadoras en zona 1 y zona 2	135
Tabla 4.51	Simbología utilizada como referencia para canalizaciones y cableado del proyecto de alimentadores generales en el aeropuerto de Monterrey	141
Tabla 4.52	Resumen de cargas y protecciones para los tableros controladores de las bandas transportadoras y el transformador reductor en baja tensión	141
Tabla 4.53	Resumen del cálculo para la corriente ajustada del tablero general de distribución "FCI"	142
Tabla 4.54	Resumen del cálculo para el alimentador eléctrico principal para el tablero general de distribución "FCI"	142
Tabla 4.55	Descripción de los equipos del grupo generador para respaldo de energía en el sistema de las bandas transportadoras	144
Tabla 4.56	Descripción de los módulos de media tensión que conforman a la subestación eléctrica del sistema de bandas transportadoras	146
Tabla 4.57	Resumen del cálculo para el alimentador eléctrico general en baja tensión para un voltaje de operación de 440 V	148
Tabla 4.58	Resumen del cálculo para el alimentador eléctrico general en media tensión para un voltaje de operación de 13,800 V	148
Tabla 4.59	Temperaturas de funcionamiento para conductores de cobre con aislamiento tipo XLP	149
Tabla 4.60	Máximo ajuste para el dispositivo de protección contra sobrecorriente en un transformador	150
Tabla 4.61	Máximo ajuste para el dispositivo de protección contra sobrecorriente en el transformador calculado de datos de Tablas 4.57 y 4.58	150
Tabla 4.62	Resumen del cálculo de cableado para alumbrado tipo fluorescentes a prueba de vapor de la Figura 4.47	156
Tabla 4.63	Simbología utilizada como referencia para el proyecto de iluminación de la subestación en el aeropuerto de Monterrey	156
Tabla 4.64	Listado de planos que conforman el proyecto eléctrico ejecutivo del sistema de bandas transportadoras y equipos detectores "eXaminer"	156
Tabla 4.65	Listado de procesos ejecutivos para los servicios generales y de equipos del sistema de bandas	181
Tabla 4.66	Listado de soportería galvanizada utilizada para canalizaciones o equipos eléctricos en general	183
Tabla 5.1	Comparativa entre los sistemas de bandas instalados en la terminal A del Aeropuerto de Monterrey	240



# ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.1	Ejemplo esquemático de un aeropuerto	1
Figura 1.2	Vista general de un aeropuerto	2
Figura 1.3	Esquema de las principales áreas del aeropuerto de Monterrey	5
Figura 1.4	Esquema general de equipos de logística aplicadas a una aeronave	7
Figura 1.5	Vista general de equipos de logística en un aeropuerto	7
Figura 1.6	Estadísticas de pasajeros domésticos por principales grupos aeroportuarios	11
Figura 1.7	Estadísticas de pasajeros internacionales por principales grupos aeroportuarios	11
Figura 1.8	Principales 10 aeropuertos en la transportación de pasajeros nacionales	12
Figura 1.9	Índice de satisfacción del cliente para usuarios y pasajeros	12
Figura 1.10	Sistema WTDM empleado generalmente en aeropuertos	19
Figura 1.11	Sistema simplificado de rayos X empleado generalmente en aeropuertos	19
Figura 1.12	Esquema de un sistema de bandas transportadoras aplicado a un aeropuerto	24
Figura 1.13	Fotografía de un sistema de bandas transportadoras en la Ford para el año de 1913 aplicadas al amarado de piezas	25
Figura 1.14	Fotografía de un sistema de bandas transportadoras en la Ford para el año de 1913 aplicada al armado de automóviles	26
Figura 1.15	Fotografía de un sistema de bandas transportadoras de la B. F. Goodrich del año de 1957	27
Figura 1.16	Fotografía de un sistema de bandas transportadoras actual aplicadas para un aeropuerto	27
Figura 1.17	Ejemplo de bandas transportadoras aplicadas para carga en un aeropuerto	29
Figura 1.18	Sistema de bandas transportadoras aplicadas para el aeropuerto en Dubai	29
Figura 2.1	Esquema general del sistema de bandas transportadoras de Siemens en zona 2	41
Figura 2.2	Cortes generales del sistema de bandas transportadoras de Siemens	42
Figura 2.3	Esquema de la sección típica lineal para área de documentación visible	43
Figura 2.4	Esquema de la sección típica para área de transportación lineal oculta	43
Figura 2.5	Esquema de la sección típica para curva de banda en 45° y 90°	44
Figura 2.6	Esquema de la sección típica llamada “High Speed Diverter” divisor de alta velocidad	44
Figura 2.7	Esquema de la sección típica llamada “Flat Plate” carrusel o banda plana	44
Figura 2.8	Esquema de la sección para acoplamiento de los equipos detectores	47
Figura 2.9	Esquema de la sección para derivación y selección de niveles	47
Figura 2.10	Esquema de la sección para el paso de gato encima de las bandas	47
Figura 2.11	Esquema de acomodo de módulos para las bandas transportadoras en zona 2	48
Figura 2.12	Esquema de acomodo de módulos para las bandas transportadoras en zona 1	49
Figura 2.13	Máquina scanner tipo EX – 3DX “eXaminer”	51
Figura 2.14	Medidas de parte frontal de la máquina scanner tipo EX – 3DX “eXaminer”	51
Figura 2.15	Medidas de parte trasera de la máquina scanner tipo EX – 3DX “eXaminer”	52
Figura 2.16	Especificaciones físicas a lo largo de la máquina scanner tipo EX – 3DX “eXaminer”	52
Figura 2.17	Imagen generada en tres dimensiones de objetos revisados por la máquina scanner EX – 3DX “eXaminer”	53
Figura 2.18	Forma del proceso de CT en tres dimensiones de objetos revisados por la máquina scanner EX – 3DX “eXaminer”	53
Figura 2.19	Puntos de medición normativos para la máquina scanner “eXaminer”	55
Figura 2.20	Estación remota de monitoreo para las máquinas scanner “eXaminer”	56
Figura 2.21	Rack de servicios para datos de la zona 2	57
Figura 2.22	Tablero de control “PC” de las bandas transportadoras	57
Figura 3.1	Vista en planta de la ubicación y distribución de las bandas transportadoras en el aeropuerto	59
Figura 3.2	Vista física del estado de la banda transportadora donde se nota el daño a los rodillos y el escaso mantenimiento	60
Figura 3.3	Otra vista del estado de la banda transportadora indicando la falta de banda de tela, diversos daños en su trayectoria y limpieza general	60
Figura 3.4	Estado de las instalaciones eléctricas de las bandas transportadoras, mostrando cables sueltos, tuberías rotas y basura	61
Figura 3.5	Proceso de carga del equipaje (al fondo) y vista general del sistema de bandas transportadoras hacia plataforma	61
Figura 3.6	Esquema general del proceso de abordaje y documentación de equipaje en el aeropuerto	62
Figura 3.7	Placa de datos de los motores para las bandas transportadoras iniciales	63
Figura 3.8	Placa de datos de los arrancadores para los motores de las bandas transportadoras iniciales	63
Figura 3.9	Estado físico de los arrancadores y su cableado para las bandas transportadoras iniciales	64
Figura 3.10	Esquema general inicial de la instalación eléctrica de las bandas transportadoras existentes en	64

	la terminal A	
Figura 3.11	Tablero de control que contiene los PLC para el control de las bandas transportadoras	67
Figura 3.12	Esquema general propuesto para la instalación eléctrica de las bandas transportadoras en ambas zonas de la terminal A	73
Figura 3.13	Plantas generales del área por remodelar en la terminal A del aeropuerto de Monterrey	75
Figura 3.14	Plantas generales de la ubicación de los equipos detectores en terminal A para ambas zonas	76
Figura 3.15	Plantas generales de remodelación en las zonas de la terminal A	77
Figura 3.16	Plantas generales de remodelación en las zonas específicas de la terminal A	78
Figura 3.17	Esquema de alturas de plafón para las zonas en la terminal A	79
Figura 4.1	Diagrama unifilar propuesto general del sistema de 440/254 V para el sistema de bandas transportadoras	81
Figura 4.2	Simbología utilizada para el diagrama unifilar del sistema de 440/254 V para el sistema de bandas transportadoras	83
Figura 4.3	Descripción y esquemas de luminarios a instalar en el aeropuerto del tipo fluorescente	84
Figura 4.4	Descripción y esquemas de luminarios a instalar en el aeropuerto del tipo campana de aditivos metálicos	85
Figura 4.5	Descripción y esquemas de luminarios a instalar en el aeropuerto del tipo fluorescente a prueba de vapor	85
Figura 4.6	Descripción y esquemas de luminarios a instalar en el aeropuerto del tipo luminarios con batería de emergencia	86
Figura 4.7	División de áreas de la zona 2 para el estudio de iluminación en base al método de los lúmenes	87
Figura 4.8	Esquema para el cálculo del índice del local ( <i>IRC</i> ) para cada zona en estudio	88
Figura 4.9	Vistas de las paredes, techo y pisos del área en remodelación para una zona agregada a la estructura	90
Figura 4.10	Vistas de las paredes, techo y pisos del área en remodelación en la zona de bandas transportadoras	90
Figura 4.11	Valores de factores de utilización ( $\eta$ ) para modelos de luminarios fluorescentes	91
Figura 4.12	Valores de factores de utilización ( $\eta$ ) para modelos de luminarios tipo campana	92
Figura 4.13	División de áreas de la zona 1 para el estudio de iluminación en base al método de los lúmenes	95
Figura 4.14	Sembrado de luminarios normales y de emergencia en el Lay Out de zona 1, para el proyecto ejecutivo	99
Figura 4.15	Sembrado de luminarios normales y de emergencia en el Lay Out de zona 2	100
Figura 4.16	Proyecto ejecutivo final de iluminación en zona 2	104
Figura 4.17	Proyecto ejecutivo final de iluminación en zona 1	105
Figura 4.18	Contacto eléctrico y su alimentación eléctrica	107
Figura 4.19	Proyecto ejecutivo final de contactos normales y regulados en zona 2	110
Figura 4.20	Proyecto ejecutivo final de contactos normales y regulados en zona 1	111
Figura 4.21	Proyecto ejecutivo final de aire acondicionado en zona 2	114
Figura 4.22	Proyecto ejecutivo final de aire acondicionado en zona 1	115
Figura 4.23	Esquema unifilar en base al cálculo de la Tabla 4.35 para los alimentadores de los tableros de servicios generales	121
Figura 4.24	Características para el equipo de respaldo UPS Mitsubishi 2033 C de los equipos detectores "eXaminer"	122
Figura 4.25	Diagrama unifilar para los equipos "eXaminer" de la zona 2	123
Figura 4.26	Diagrama unifilar para los equipos "eXaminer" de la zona 1	124
Figura 4.27	Diagrama unifilar completo para los equipos "eXaminer" para la zona 2	127
Figura 4.28	Diagrama unifilar completo para los equipos "eXaminer" para la zona 1	128
Figura 4.29	Proyecto ejecutivo final para los equipos "eXaminer" de la zona 2	129
Figura 4.30	Proyecto ejecutivo final para los equipos "eXaminer" de la zona 1	130
Figura 4.31	Diagrama unifilar para el tablero general "P2" de baja tensión y datos de alimentadores eléctricos calculados	131
Figura 4.32	Placa de datos característicos del transformador reductor del sistema en baja tensión Victory de 150 kVA	134
Figura 4.33	Diagrama unifilar establecido para el tablero general de distribución "FCI"	136
Figura 4.34	Proyecto ejecutivo para la alimentación de tableros generales de servicios desde el tablero "P2", en zona 2	137
Figura 4.35	Proyecto ejecutivo para la alimentación de tableros generales de servicios desde el tablero "P2", en zona 1	138

Figura 4.36	Proyecto ejecutivo final para la alimentación de tableros generales en zona 2	139
Figura 4.37	Proyecto ejecutivo final para la alimentación de tableros generales en zona 1	140
Figura 4.38	Esquema general de la instalación de una planta de emergencia	143
Figura 4.39	Diagrama unifilar general que incluye el grupo electrógeno de respaldo para el sistema de bandas transportadoras	145
Figura 4.40	Diagrama unifilar general que indica los principales alimentadores de todo el sistema de bandas transportadoras.	146
Figura 4.41	Esquema general del gabinete de media tensión para la subestación del sistema de bandas transportadoras	147
Figura 4.42	Diagrama unifilar final para el sistema de bandas transportadoras y equipos detectores “eXaminer”	151
Figura 4.43	Lay Out de la ampliación para la subestación nueva del sistema ubicada en la azotea de la terminal A	152
Figura 4.44	Cortes transversales del Lay Out de la ampliación para la subestación nueva del sistema ubicada en la azotea de la terminal A	153
Figura 4.45	Proyecto ejecutivo de los equipos en la subestación nueva del sistema de bandas transportadoras y equipos detectores “eXaminer”	154
Figura 4.46	Proyecto ejecutivo del alumbrado en la subestación nueva del sistema de bandas transportadoras y equipos detectores “eXaminer”	155
Figura 4.47	Proceso de pruebas en azotea para muestras de resistencia, mediante perforaciones aleatorias	157
Figura 4.48	Proceso de realización de estructura para expansión de la misma, donde se ubicará la subestación del sistema de bandas transportadoras	158
Figura 4.49	Figura que muestra el colado de la loza – acero para el piso de la nueva subestación eléctrica	158
Figura 4.50	Una vez colada la base se dispone a primero colocar los equipos grandes en la subestación (transformador, planta de emergencia, etc.)	159
Figura 4.51	Ya colocados los equipos, se procede a cerrar mediante perfiles tipo monten para empezar a colocar los muros de durock	159
Figura 4.52	Ya colocados los equipos, se procede a la canalización eléctrica entre cada uno de ellos	160
Figura 4.53	Una vez terminado la colocación de equipos, se procede a cerrar mediante el durock para los muros y el techo de lámina	160
Figura 4.54	Camión de carga con planta de emergencia y tablero de transferencia, a un lado se ve la grúa de maniobra	161
Figura 4.55	Acomodo de equipos (transferencia y transformador) según la Figura 4.45, para su Lay Out final	161
Figura 4.56	Acomodo de equipos (planta de emergencia) según la Figura 4.46, para su Lay Out final	162
Figura 4.57	Muestra la trayectoria de la charola de aluminio para alimentaciones al gabinete del transformador	162
Figura 4.58	Trayectoria de la charola de aluminio para alimentación a la planta de emergencia y el tablero “FCI” en zona 2	163
Figura 4.59	Muestra los pasos entre piso y loza a base de tubería conduit por la parte superior de la azotea	163
Figura 4.60	Muestra los pasos entre piso y loza a base de hueco dejado por un registro de lámina por la parte inferior de la azotea	164
Figura 4.61	Arreglo necesario para el acomodo del alimentador en la charola de la cédula 2 en la Figura 4.45	165
Figura 4.62	Muestra el arreglo necesario para el acomodo de los alimentadores en las charolas de las cédulas 3 y 1 de la Figura 4.45	166
Figura 4.63	Muestra el arreglo necesario para el acomodo del alimentador en la charola para la cédula X de la Figura 4.45	167
Figura 4.64	Arreglo de cableado para la planta de emergencia y el cableado que va hacia la zona 2 para el tablero “FCI”	167
Figura 4.65	Muestra el arreglo de cableado para la planta de emergencia y al fondo a la derecha el cableado de la subestación eléctrica hacia la transferencia	168
Figura 4.66	Muestra el arreglo de cableado para las dos charolas que llegan al tablero de transferencia (la de atrás viene de la subestación y la frontal viene de la planta de emergencia)	168
Figura 4.67	Muestra el arreglo de cableado para la charola que baja hasta zona 2 en el tablero de distribución “FCI” (cruzando área de oficinas)	169
Figura 4.68	Muestra otra parte del arreglo de cableado para la charola que baja hasta zona 2 para el tablero de distribución “FCI”	169
Figura 4.69	Muestra las maniobras para instalación de soportería y charola en las alturas con el uso de andamios	170

Figura 4.70	Muestra la trayectoria saliente desde oficinas, para la llegada a zona 2, donde se encuentra el tablero de distribución “FCI”	170
Figura 4.71	Muestra la llegada de la trayectoria eléctrica hacia el tablero de distribución “FCI” en la zona 2	171
Figura 4.72	Desmantelamiento en zonas de oficinas, incluyendo plafón falso, luminarios y muros varios	172
Figura 4.73	Desmantelamiento de instalaciones existentes de energía, de sistemas y de aire acondicionado (ductos y rejillas)	172
Figura 4.74	Demolición de muros, para el paso de bandas nuevas y para instalaciones del sistema	173
Figura 4.75	Retiro de alumbrado y servicios obsoletos en áreas exteriores de la terminal A	173
Figura 4.76	Canalizaciones existentes para instalaciones exteriores de la terminal A	174
Figura 4.77	Acomodo de montén para la estructura, se ve uno ya instalado y los que están por instalarse apilados	174
Figura 4.78	Proceso de levantamiento de montén, para su fijación al muro mediante taquetes de expansión	175
Figura 4.79	Avance general de la colocación de montén en la ampliación de la estructura existente	175
Figura 4.80	Avance general de la colocación de láminas que cubren la estructura y a su vez dan la cubierta de la zona de bandas	176
Figura 4.81	Ampliación del cuarto denominado filtro de seguridad de paso hacia plataforma	176
Figura 4.82	Colocación de muros de tablaroca para definición de las áreas comunes y las de bandas transportadoras	177
Figura 4.83	Cerrado de muros para las extensiones de oficinas, a base de durock	177
Figura 4.84	Muestra de los acabados para la extensión de las oficinas en ambas zonas de la terminal A	178
Figura 4.85	Forma general del reticulado para el falso plafón en el área de bandas transportadoras	178
Figura 4.86	Panorama general del reticulado para el falso plafón en el área de bandas transportadoras y equipos detectores	179
Figura 4.87	Forma general de los acabados en muros de tablaroca	179
Figura 4.88	Forma general de los muros de tablaroca, antes del acabado final de pintura	180
Figura 4.89	Terminado de diferentes acabados en muros de tablaroca, con pintura y resanes	180
Figura 4.90	Muestra la diferencia de altura entre plafón nuevo y la loza de azotea en la terminal A del aeropuerto de Monterrey	182
Figura 4.91	Muestra la diferencia de altura entre plafón nuevo y la loza de azotea en la terminal A del aeropuerto, según referencia de la Figura 4.90	183
Figura 4.92	Colocación de canalizaciones a la retícula de PTR de soportería general	184
Figura 4.93	Acercamiento a la fijación de canalizaciones y cajas registro en la retícula de PTR de color verde	184
Figura 4.94	Esquema de soportería a base de perfil tubular PTR, tipo C – 100	185
Figura 4.95	Esquema de soportería general para los luminarios empotrados en plafón	185
Figura 4.96	Ejemplo de la aplicación de la Figura 4.95, para la soportería en luminarios	186
Figura 4.97	Colocación de luminarios fluorescentes a prueba de vapor en subestación de azotea	186
Figura 4.98	Colocación de luminarios fluorescentes empotrados, para el área de las bandas transportadoras	187
Figura 4.99	Colocación de luminarios de aditivos metálicos, para el área de la estructura exterior de las bandas transportadoras	187
Figura 4.100	Detalle del filtro de seguridad y la alimentación de los equipos de control de accesos y servicios	188
Figura 4.101	Detalle de la alimentación de los equipos de control auxiliares de bandas transportadoras y equipos detectores	189
Figura 4.102	Colocación de contactos normales y regulados en muros de tablaroca	190
Figura 4.103	Colocación final de accesorios varios en muros	190
Figura 4.104	Colocación final de accesorios para contactos en piso	190
Figura 4.105	Esquema general de un sistema de aire acondicionado tipo mini split	191
Figura 4.106	Colocación de tuberías de cobre para refrigeración e incluye también alimentación eléctrica	192
Figura 4.107	Colocación de equipo evaporador, con su refrigeración y alimentación eléctrica	192
Figura 4.108	Colocación de equipo condensador, con su refrigeración, alimentación eléctrica y soportería	193
Figura 4.109	Otra colocación de equipo condensador y evaporador, con su refrigeración, alimentación eléctrica y soportería arriba en plafones	193
Figura 4.110	Alimentadores generales que se requieren para el tablero “P2”	194
Figura 4.111	Muestra de otros alimentadores generales del tablero “P2”	194
Figura 4.112	Muestra de alimentadores generales que se derivan del transformador reductor de tensión	195
Figura 4.113	Muestra de la instalación de los alimentadores generales que se derivan del transformador reductor de tensión	195
Figura 4.114	Muestra de la instalación del tablero “eXaminer” para los equipos detectores y su forma de	196

	soportarse	
Figura 4.115	Muestra de la instalación del tablero “eXaminer” para los equipos detectores y a su lado el tablero “P2” de servicios	196
Figura 4.116	Muestra de la instalación del tablero de servicios generales (alumbrado, contactos y aire acondicionado)	197
Figura 4.117	Muestra cercana de la instalación del tablero de servicios generales tipo “P2”	197
Figura 4.118	Muestra la instalación final del tablero de servicios generales tipo “P2”	198
Figura 4.119	Muestra la instalación del equipo UPS de 10 kVA para los servicios de sistemas y del “site”	198
Figura 4.120	Muestra el proceso de descarga desde el transporte del cable para los alimentadores principales	199
Figura 4.121	Muestra el proceso de cableado para el alimentador más largo proveniente desde la subestación en la azotea	199
Figura 4.122	Muestra el proceso de manejo de la charola tipo malla, para usarse como canalización de cableado eléctrico	200
Figura 4.123	Muestra el proceso de colocación de la charola tipo malla, para usarse como canalización de cableado eléctrico	200
Figura 4.124	Muestra el proceso de colocación de zapatas ponchables para la conexión de equipos en la subestación	201
Figura 4.125	Muestra el proceso de colocación de zapatas ponchables para la conexión del transformador en la subestación, dos hilos por fase del calibre 600 kCM	201
Figura 4.126	Muestra la colocación del cableado para alimentación del transformador de potencia en la subestación	202
Figura 4.127	Muestra la colocación del cableado y sus marcas para identificación de fases para alimentación de equipos en la subestación	202
Figura 4.128	Muestra la colocación del cableado en todos sus hilos para alimentación de interruptores en la subestación y transferencia	203
Figura 4.129	Muestra la colocación del cableado en todos sus hilos para alimentación de interruptores en la transferencia	203
Figura 4.130	Muestra la colocación del cableado en todos sus hilos para establecer la referencia del neutro del sistema	204
Figura 4.131	Muestra la colocación del cableado en media tensión tipo XLP, para realización de zapatas ponchables y sus aislantes	204
Figura 4.132	Muestra otro proceso de la colocación del cableado en media tensión tipo XLP, para las tres fases necesarias	205
Figura 4.133	Otro proceso de la colocación del cableado en media tensión tipo XLP, para las tres fases necesarias	205
Figura 4.134	Muestra el arreglo de barras para media tensión de la subestación y los huecos para fusibles	206
Figura 4.135	Muestra un ejemplo del tipo de cuchilla en media tensión para la subestación	206
Figura 4.136	Muestra todo el arreglo de las cuchillas en media tensión junto a los fusibles para la subestación del sistema	207
Figura 4.137	Muestra todo el arreglo interior del tablero de transferencia y su forma de cableado general en las barras	207
Figura 4.138	Muestra otra forma del arreglo interior del tablero de transferencia y su forma de cableado general en las barras hacia los interruptores	208
Figura 4.139	Muestra el sistema de escape de la planta de emergencia y el silenciador de la misma	208
Figura 4.140	Muestra el sistema de líneas de llenado o de retorno del diésel para la planta de emergencia	209
Figura 4.141	Muestra el sistema de líneas de llenado o de retorno del diésel que llegan al tanque de almacén, usado para la planta de emergencia	209
Figura 4.142	Muestra la forma en que se realizan las canalizaciones eléctricas para alimentación de los equipos UPS y los detectores tipo “eXaminer”	210
Figura 4.143	Muestra otra forma en que se realizan las canalizaciones eléctricas para alimentación de los equipos UPS y los detectores tipo “eXaminer”	210
Figura 4.144	Muestra las canalizaciones eléctricas para alimentación de los equipos UPS para respaldo de los detectores tipo “eXaminer”	211
Figura 4.145	Muestra las protecciones eléctricas para alimentación de los equipos UPS para respaldo de los detectores tipo “eXaminer”	211
Figura 4.146	Muestra la placa de datos del equipo UPS para respaldo de los equipos “eXaminer”	212
Figura 4.147	Muestra el equipo UPS Mitsubishi de 20 kVA para respaldo de los equipos “eXaminer”	212
Figura 4.148	Muestra el equipo tipo “eXaminer” para el acomodo en su posición final (se ve su estructura interna)	213

Figura 4.149	Muestra la llegada de la alimentación eléctrica al equipo tipo “eXaminer” (se ve su estructura interna de alimentación)	213
Figura 4.150	Muestra el proceso de realización de las pruebas de radiación al equipo tipo “eXaminer” (la realiza personal de la compañía que los fabrica)	214
Figura 4.151	Muestra el conjunto de las alimentaciones de los equipos detectores, sus respaldos al fondo a la izquierda y algunos módulos de las bandas	214
Figura 4.152	Muestra la llegada de los módulos de las bandas transportadoras en transporte de carga	215
Figura 4.153	Muestra la descarga de los módulos de las bandas transportadoras del transporte mediante montacargas	215
Figura 4.154	Muestra el acomodo de los módulos de las bandas transportadoras en las zonas de remodelación	216
Figura 4.155	Muestra otra forma del acomodo de los módulos de las bandas transportadoras en las zonas de remodelación (zona 2)	216
Figura 4.156	Acomodo de gabinetes de los tableros de control “PC” de las bandas transportadoras en las zonas de remodelación	217
Figura 4.157	Acomodo general en partes de los módulos de las bandas transportadoras	217
Figura 4.158	Vista general de la identificación de módulos que conforman el sistema de las bandas transportadoras	218
Figura 4.159	Esquema de corte y unión de la banda de hule para cada módulo del sistema de las bandas transportadoras antes de su acomodo final	218
Figura 4.160	Esquema de la soportería para las canalizaciones que van debajo de cada módulo conformante del sistema de las bandas transportadoras	219
Figura 4.161	Esquema de la canalización tipo charola de malla que va debajo de cada módulo conformante del sistema de bandas transportadoras	220
Figura 4.162	Otro esquema de la canalización tipo charola de malla y sus trayectorias debajo de cada módulo conformante del sistema de bandas transportadoras	220
Figura 4.163	Cableado sobre la canalización tipo charola y sus trayectorias debajo de cada módulo conformante del sistema de bandas transportadoras	221
Figura 4.164	Otra forma de cableado sobre la canalización tipo charola y sus trayectorias debajo de cada módulo conformante del sistema de bandas transportadoras	221
Figura 4.165	Engranajes y cadenas ensambladas a los motores individuales de cada módulo conformante del sistema de bandas transportadoras	222
Figura 4.166	Alimentación del botón de paro y control de cada módulo conformante del sistema de bandas transportadoras	222
Figura 4.167	Alimentación del motor de engranes y banda, junto a su control para cada módulo conformante del sistema de bandas transportadoras	223
Figura 4.168	Conexión de la alimentación eléctrica del motor de engranes y banda para cada módulo conformante del sistema de bandas transportadoras	223
Figura 4.169	Otra conexión de la alimentación eléctrica del motor para cada módulo conformante del sistema de bandas transportadoras	224
Figura 4.170	Esquema final en funcionamiento del sistema de bandas transportadoras, transportando el equipaje documentado	224
Figura 4.171	Tablero de control “PC” con interruptor general y PLC de control principal	225
Figura 4.172	Tablero de control “PC” con interruptores derivados a cada módulo individual de las bandas transportadoras	225
Figura 4.173	Sensor integrado al módulo de las bandas que manda señal de control al tablero “PC” que le corresponda	226
Figura 4.174	Vista de un tablero “PC” con su correspondiente programación mediante software de Siemens	226
Figura 4.175	Esquema general del proceso de equipaje en el sistema de bandas transportadoras (carga de equipaje)	228
Figura 4.176	Esquema general del proceso de equipaje en el sistema de bandas transportadoras (entrada de equipaje)	229
Figura 4.177	Esquema general del proceso de equipaje en el sistema de bandas transportadoras (inicio de inspección de equipaje)	230
Figura 4.178	Esquema general del proceso de equipaje en el sistema de bandas transportadoras (inspección de equipaje)	231
Figura 4.179	Esquema general del proceso de equipaje en el sistema de bandas transportadoras (salida de inspección de equipaje)	232
Figura 4.180	Esquema general del proceso de equipaje en el sistema de bandas transportadoras (selección de equipaje sospechoso)	233

Figura 4.181	Esquema general del proceso de equipaje en el sistema de bandas transportadoras (selección física de equipaje sospechoso)	234
Figura 4.182	Esquema general del proceso de equipaje en el sistema de bandas transportadoras (control de equipaje sospechoso)	235
Figura 4.183	Esquema general del proceso de equipaje en el sistema de bandas transportadoras (selección de equipaje de trasbordo)	236
Figura 4.184	Esquema general del proceso de equipaje en el sistema de bandas transportadoras (selección de equipaje sobredimensionado)	237
Figura 4.185	Esquema general del proceso de equipaje en el sistema de bandas transportadoras (filtro de seguridad)	238

## RESUMEN

El objeto de este trabajo de Tesis, se basa en presentar los cálculos necesarios para la alimentación eléctrica de los equipos que componen un sistema de bandas transportadoras de equipaje documentado en conjunto a sistemas de detección de rayos X para una terminal aeroportuaria, estableciendo de principio que el marco legal internacional establece la revisión del equipaje de mano y documentado al 100 % para vuelos nacionales e internacionales sin excepción alguna.

La terminal A del Aeropuerto de Monterrey, fue objeto de estudio desde el año 2009 para la instalación de este sistema de bandas. Hasta el mes de octubre de 2012, se tiene registrado una afluencia de pasajeros nacionales e internacionales de 521,683 personas, haciendo un total anual hasta esa fecha de 5,085,190 personas. Estos datos comparados con los presentados en el año 2011, generan un pequeño incremento de 1.57 %, respecto del promedio anual contabilizado desde el año 2000. Tomando en cuenta estos datos, y el crecimiento a futuro, se considera que la operación en hora pico es de 3,654 pasajeros a las 8:00 a.m. El sistema de bandas transportadoras, tiene una capacidad establecida de 1,634 maletas por hora, y un solo equipo de detección de rayos X, tiene la capacidad de analizar cerca de 750 piezas por hora. El sistema lleva en cada división de la terminal A, zona 1 y zona 2, dos equipos detectores, haciendo un total de 1,500 piezas por hora y 3,000 piezas en caso de funcionamiento máximo del sistema.

La inversión presentada por el grupo aeroportuario denominado “Centro Norte, OMA”, para prestar servicios que cumplan con los más altos estándares de calidad y seguridad, del proyecto es de aproximadamente 500 millones de pesos; la parte correspondiente a cada aeropuerto de cada uno de sus trece aeropuertos internacionales está incluida en su actual Programa Maestro de Desarrollo. OMA financiará parcialmente la inversión con un crédito de 23 millones de dólares a 10 años contratado con “UPS Capital Business Credit” ubicado en Atlanta, Georgia, EE. UU.

El proceso de cálculo de las instalaciones para estos equipos, se basa principalmente en los datos del fabricante de las mismas, que en este caso es “Siemens”, excepto los equipos detectores, que son de “L3 Communications”. Básicamente se recurre a la utilización de normas oficiales mexicanas para instalaciones eléctricas, especialmente la NOM – 001, norma de referencia para dichos cálculos. La normatividad vigente, establece los cálculos para voltajes de 208 V, 440 V y en media tensión de 13,800 V. Se hace uso también de diferentes catálogos de proveedores de equipos y materiales eléctricos, debido a que la normatividad exige que se utilice material previamente certificado para este tipo de instalaciones y usos. La referencia a estos proveedores, ayuda a tener certeza y seguridad en cuanto a la calidad del producto.

Finalmente el desarrollo de este proyecto, determina un inicio del proceso de instalación de este tipo de equipos, ya que a pesar de ser tecnología de punta y con grades avances en seguridad, no dejan de ser elementos mecánicos y eléctricos autónomos que requieren de instalaciones eléctricas no muy especializadas, pero sí muy seguras, con operarios capacitados y con respaldos necesarios debido a su funcionamiento necesario para la seguridad de la operación aeroportuaria.



# INTRODUCCIÓN

El incremento en el uso de la energía eléctrica en las últimas décadas, ha traído consigo un aumento en los riesgos que caracterizan su manejo, equipos dañados, muertes y daños severos a personas. Es por tal motivo que se ha hecho necesario mostrar a todos aquellos profesionales de la Ingeniería Eléctrica que la aplicación de la normatividad en materia de instalaciones eléctricas es de vital importancia. La aplicación de esta normatividad será en todos los centros de trabajo que cuenten con instalaciones eléctricas incluidas aquellas que se encargan de la transmisión y distribución de tan importante recurso energético, hasta los puntos de consumo empresarial e industrial (STPS, 1998).

La prevención de los riesgos de trabajo se verá reflejada en la disminución de los accidentes entre los trabajadores que realizan actividades de mantenimiento a las instalaciones eléctricas, ya que la norma establece procedimientos para realizar trabajos seguros en instalaciones eléctricas permanentes o temporales, así como la utilización del equipo de protección personal y de las herramientas adecuadas. También es importante mencionar el análisis del valor de cada una de las funciones de los sistemas durante las fases de ejecución y construcción, relacionándolas directamente con las necesidades específicas a satisfacer que demanda cada inmueble o equipo en particular.

Por otra parte, el mercado de la transportación aérea se encuentra continuamente mudando y en crecimiento, forzando a los aeropuertos no sólo a mejorar la eficiencia, sino también a incrementar su capacidad existente o a desarrollar nuevas instalaciones. Los proyectos de desarrollo de aeropuertos requieren una planeación anticipada de largo plazo por parte de los administradores del aeropuerto. Como resultado, la planeación de un aeropuerto típicamente se lleva a cabo con retos e incertidumbres (LC, 2012).

Hoy en día, los clientes clave de los aeropuertos son las aerolíneas. Por consiguiente, atraer a las aerolíneas para que vuelen en un aeropuerto es una parte clave de cualquier estrategia de mercado de los aeropuertos. Un tráfico aéreo nuevo añade ingresos, mejora la conectividad y aumenta el potencial que tiene dicho aeropuerto. Las aerolíneas que se encuentran en el actual ambiente de mercado están muy expuestas a los efectos del mercado externos al igual que a una feroz competencia. La continua liberalización de tráfico aéreo incrementa aún más la competencia entre los participantes del mercado. Adicionalmente, esto establece ambientes de negocios en los aeropuertos, que conlleva a que esta industria se caracterice por la creciente demanda de los clientes y la siempre novedosa tecnología.

En este proyecto de construcción se aplicó el método de la revisión integral de los diseños propuestos. Este proyecto se analiza detenidamente, dándole un trato particular; si bien ya existen soluciones prácticas, estudiadas y probadas para cada inmueble y equipo conforme a su característica operacional, y se consideró que las demandas de sus propietarios siempre serán individuales y primordiales.

Así mismo, el desarrollo de estas nuevas instalaciones en aeropuertos, dichas aerolíneas verán en ellos una oportunidad de negocio, siempre y cuando cumplan las expectativas en cuanto a infraestructura y calidad en las instalaciones. Es por ello que la importancia de este trabajo de tesis, se basa fundamentalmente en establecer un análisis del desarrollo de nueva infraestructura aplicada como ejemplo para un aeropuerto internacional, el cual debe determinar la instalación eléctrica necesaria para la alimentación de los tableros de control de las bandas transportadoras y los equipos

“eXaminer”, que es la denominación dada a los equipos detectores que utilizan rayos X, para la identificación de elementos sospechosos en los equipajes. Todo ello, en base a los requerimientos establecidos por cada uno de estos proveedores, debido a su delicadeza en cuanto a variaciones de voltaje o falta de éste y con las modificaciones de las instalaciones existentes.

Se mostrarán las condiciones de instalación de los métodos desarrollados para esta nueva infraestructura en un aeropuerto internacional, así como los requisitos normativos establecidos en cada caso, aplicados para la construcción de dicha instalación eléctrica, con la modificación de la existente y cuyos procedimientos de instalación, pruebas, revisiones y puesta en servicio se mencionarán en los siguientes capítulos.

## **OBJETIVO GENERAL**

Realizar el acondicionamiento eléctrico para la instalación de equipos de detección para el aeropuerto internacional de la ciudad de Monterrey, Nuevo León en las áreas de oficinas y de bandas transportadoras de equipaje documentado.

## **OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Diseñar, construir y establecer la correcta instalación eléctrica para los equipos del sistema de bandas transportadoras y equipos detectores.
- Aplicación de normas nacionales e internacionales para referencia del proyecto eléctrico ejecutivo.
- Establecer los sistemas de respaldo existentes y necesarios para el sistema de bandas transportadoras y equipos detectores.
- Fomentar una coordinación conjunta para la instalación de estos equipos entre varios grupos y frentes de trabajos.
- Simplificar el sistema de revisión de equipaje documentado en una terminal aeroportuaria del tipo internacional.

# CAPÍTULO 1. ANTECEDENTES

## 1.1 Aeropuertos

Un aeropuerto se puede definir como una estación, nodo o terminal de transportes situada en un terreno llano que cuenta con pistas, instalaciones y servicios destinados al tráfico de aviones. Los aeropuertos permiten la operación de aeronaves, el despegue y el aterrizaje de aviones de pasajeros o de carga, además de proveerles combustible, el mantenimiento necesario y el intercambio entre modos de transporte. Los aeropuertos más importantes presentan varias pistas pavimentadas de más de un kilómetro de extensión, calles auxiliares, depósitos, hangares de mantenimiento, terminales de embarque y plataformas de estacionamiento (Gallegos y Viyella, 2007).

El aeropuerto es hoy en día una de las estaciones de transporte más complejas y dinámicas debido a la importancia que tiene para diversos estilos de vida actual el transporte aéreo. En el aeropuerto además se reciben y despiden diferentes tipos de servicios aéreos, la mayoría de ellos son servicios relacionados con el turismo. Debido a la complejidad y al dinamismo del transporte aéreo en la actualidad, la mayoría de los aeropuertos son grandes terminales en la que se realizan infinitos tipos de actividades directa o indirectamente relacionados con la aviación. Se distinguen dos ámbitos distintos en los procesos de un aeropuerto: el lado aire, donde se realizan los procesos de las aeronaves, y el lado tierra, donde se realizan procesos de pasajeros y mercancías o carga (Gallegos y Viyella, 2007). La Figura 1.1, muestra un esquema general del aeropuerto internacional en estudio, y la Figura 1.2, muestra una vista general de este aeropuerto.

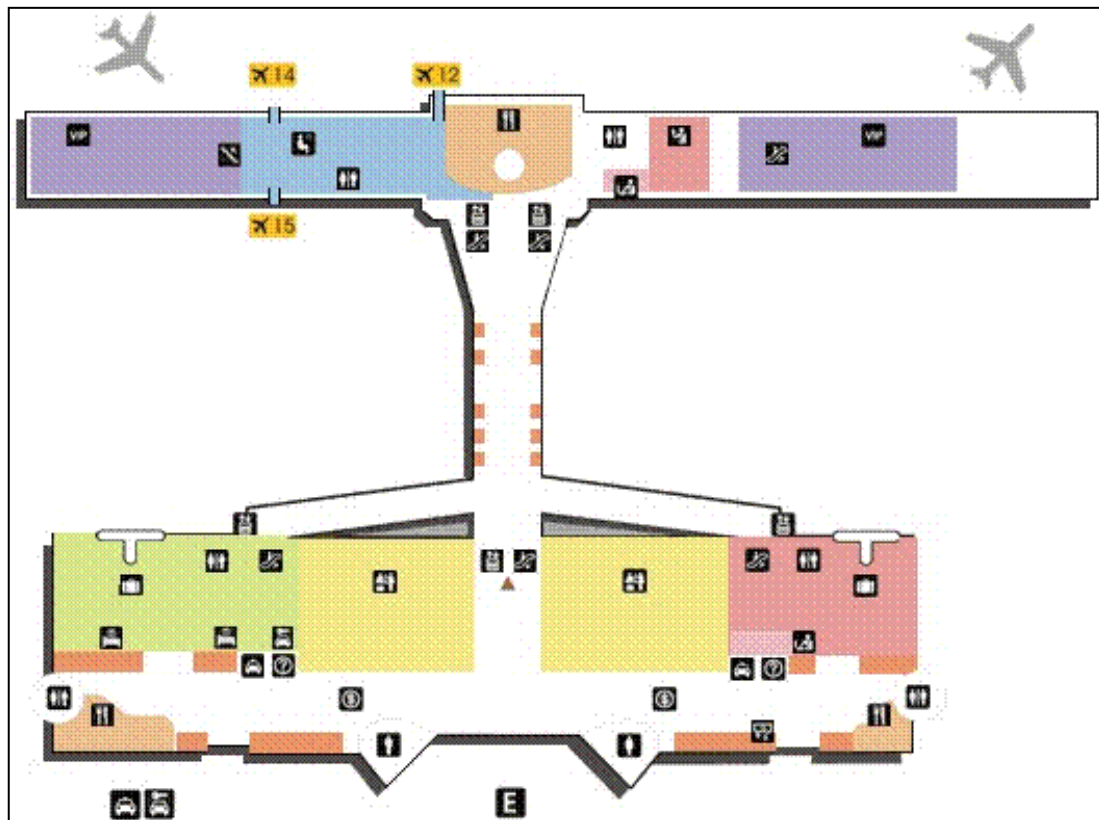


Figura 1.1. Ejemplo esquemático de un aeropuerto (OMA, 2000)



**Figura 1.2. Vista general de un aeropuerto (OMA, 2000)**

### **1.1.1 Tipos de aeropuertos**

Cada nación tiene unas clasificaciones particulares de sus aeropuertos. La Organización de Aviación Civil Internacional (OACI) utiliza dos claves, la primera, en función de la longitud de la infraestructura disponible para despegues y aterrizajes y otra de las dimensiones de las aeronaves usuarias (ICAO, 2012).

Hay dos tipos principales de aeropuertos; por un lado están los aeropuertos internacionales, ubicados en grandes ciudades y por otro los aeropuertos locales o regionales, ubicados en pequeños poblados o comunidades. Dentro de esta clasificación se puede encontrar también los aeropuertos de pistas cortas, hidroaeropuertos e hidroaeródromos y helipuertos (ICAO, 2012).

Mientras los primeros son los más importantes y más grandes debido al número de visitantes que reciben diariamente, los segundos suelen ser más pequeños y cuentan con una infraestructura más simplificada. Las Tablas 1.1 hasta la 1.3, enlistan los principales aeropuertos que existen actualmente en México, y se dividen en los principales y posteriormente los locales o regionales por estados y ciudades.

**Tabla 1.1. Principales aeropuertos de México (Flightstats, 2012)**

Nombre del aeropuerto	Estado en México
Cancún	Cancún
Miguel Hidalgo	Guadalajara
International Benito Juárez	México D.F.
Gral. Mariano Escobedo	Monterrey

**Tabla 1.2. Principales aeropuertos regionales de México (Flightstats, 2012)**

Nombre del aeropuerto	Estado en México	Nombre del aeropuerto	Estado en México
Álvarez	Acapulco	Mexicali	Mexicali
Aguascalientes	Aguascalientes	Minatitlán	Minatitlán
Campeche	Campeche	Morelia	Morelia
Chetumal	Chetumal	Quetzalcóatl	Nuevo Laredo
Gral. Fierro Villalobos	Chihuahua	Xoxocotlán	Oaxaca
Ciudad del Carmen	Ciudad del Carmen	Piedras Negras	Piedras Negras
Abraham González	Ciudad Juárez	Tajín	Poza Rica
Ciudad Obregón	Ciudad Obregón	Huejotzingo	Puebla
Ciudad Victoria	Ciudad Victoria	Puerto Escondido	Puerto Escondido
Colima	Colima	Gustavo Díaz Ordaz	Puerto Vallarta
Cozumel	Cozumel	Querétaro	Querétaro
Cuernavaca	Cuernavaca	Gral. Lucio Blanco	Reynosa
Bachigualato	Culiacán	Salina Cruz	Salina Cruz
Guadalupe Victoria	Durango	Saltillo	Saltillo
Gral. José M. Yáñez	Guaymas	Los Cabos	San José del Cabo
Gral. Pesquería García	Hermosillo	San Luis Potosí	San Luis Potosí
Huatulco	Huatulco	Gral. F. Javier Mina	Tampico
Ixtapa Zihuatanejo	Ixtapa Zihuatanejo	Tapachula	Tapachula
Jalapa	Jalapa	Tepic	Tepic
León	La Paz	Rodríguez	Tijuana
Lázaro Cárdenas	Lázaro Cárdenas	Toluca	Toluca
Del Bajío	León, Guanajuato	Torreón	Torreón
Loreto	Loreto	Ángel Albino Corzo	Tuxtla Gutiérrez
Federal	Los Mochis	Uruapan	Uruapan
Manzanillo	Manzanillo	Las Bajadas	Veracruz
Matamoros	Matamoros	Capitán Carlos Pérez	Villahermosa
Gral. Rafael Buelna	Mazatlán	La Calera	Zacatecas
Rejón	Mérida		

Si bien el concepto de aeropuerto se asienta sobre el concepto de aeródromo que se define como la superficie de límites definidos, con inclusión en su caso de edificios e instalaciones, aptas para la salida y llegada de aeronaves, es decir, un sistema de infraestructuras preparadas para las operaciones de aterrizaje y despegue de las aeronaves con la correspondiente asistencia técnica para la atención y manejo del pasajero, el equipaje y la carga (LNA, 1960).

### 1.1.2 Componentes de un aeropuerto

El aeropuerto, cualquiera que sea su tipo, cuenta con cuatro partes generales diferenciadas entre sí. La Tabla 1.4 indica estas características y su descripción general.

**Tabla 1.3. Otros aeropuertos de México (Flightstats, 2012)**

Nombre del aeropuerto	Ciudad en México	Nombre del aeropuerto	Ciudad en México
Abrejos	Abrejos	Nueva Casas Grandes	Nueva Casas Grandes
Álamos	Álamos	Pachuca	Pachuca
Apatzingán	Apatzingán	Palenque	Palenque
Bahai Ángeles	Bahai Ángeles	Pinotepa Nacional	Pinotepa Nacional
Cananea	Cananea	Playa del Carmen	Playa del Carmen
Celaya	Celaya	Pochutla	Pochutla
Chichen Itzá	Chichen Itzá	Puerto Juárez	Puerto Juárez
Chilpancingo	Chilpancingo	Puerto Peñasco	Puerto Peñasco
Ciudad Acuña	Ciudad Acuña	Punta Chivato	Punta Chivato
Ciudad Constitución	Ciudad Constitución	Punta Colorada	Punta Colorada
Ciudad Mante	Ciudad Mante	San Cristóbal de las Casas	San Cristóbal de las Casas
Copalar	Comitán	San Felipe	San Felipe
Ensenada	Ensenada	San Ignacio	San Ignacio
Guanajuato	Guanajuato	San Luis Rio Colorado	San Luis Rio Colorado
Guerrero Negro	Guerrero Negro	San Quintín	San Quintín
Isla Mujeres	Isla Mujeres	Santa Rosalía	Santa Rosalía
Ixtepec	Ixtepec	Tamuín	Tamuín
Francisco P. V. y R.	Lagos De Moreno	Tehuacán	Tehuacán
Atizapán	México	Tizimin	Tizimin
Santa Lucia	México	Tulum	Tulum
Monclova	Monclova	Tuxpan	Tuxpan
Aeropuerto del Norte	Monterrey	Villa Constitución	Villa Constitución
Mulege	Mulege	Zamora	Zamora
Nogales	Nogales		

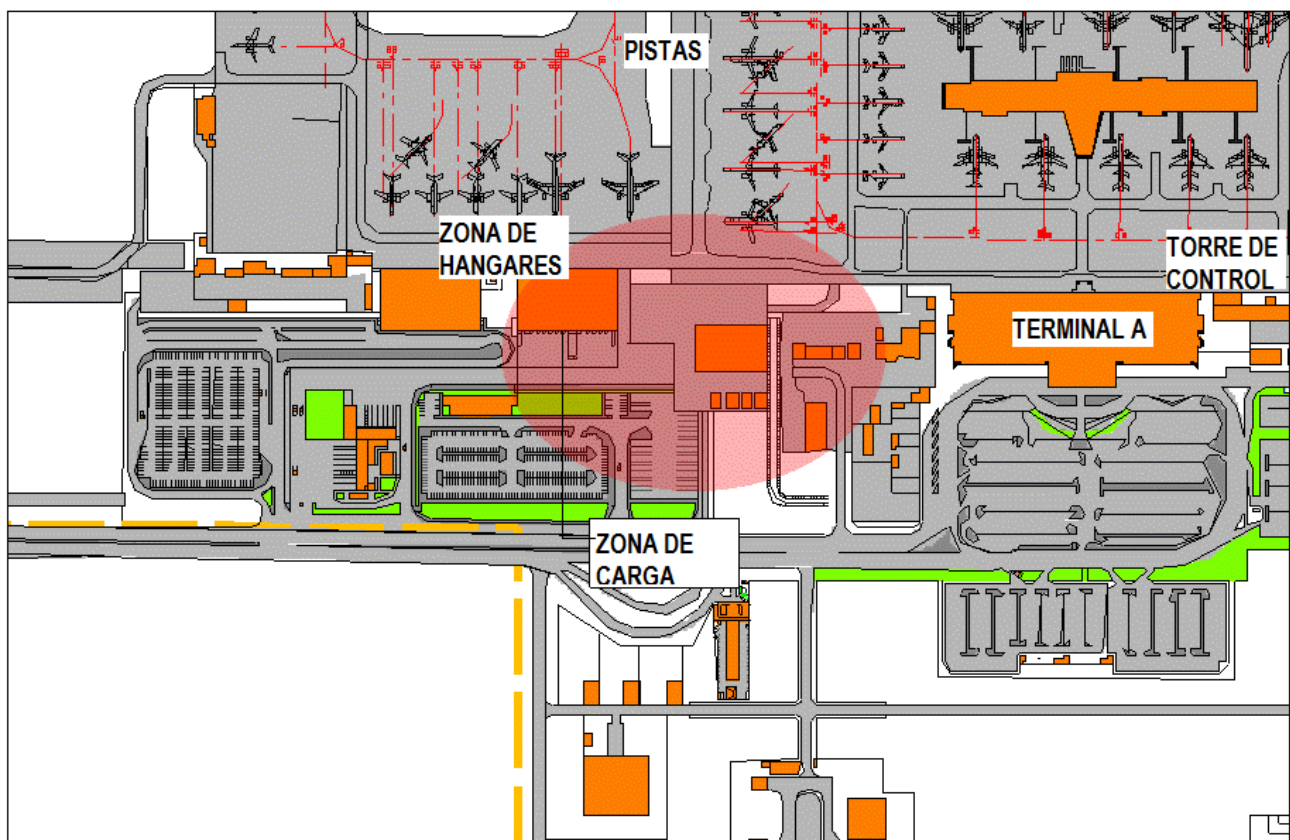
El sistema de infraestructuras aeronáuticas se dividen también como (García, 2000):

- El área de movimiento, llamada habitualmente “lado aire”, y que forman las pistas de vuelo, calles de rodamiento y plataformas de estacionamiento de aviones.
- El área terminal, o “lado tierra” compuesta por edificios para pasajeros y carga, urbanizaciones y accesos, zonas comerciales y hoteleras.
- El área de apoyo y servicios, también denominada zona industrial, con las áreas modulares, hangares, talleres, etc.
- El sistema de control de vuelo y navegación aérea que comprende desde torre de control hasta cualquier tipo de instalación destinada a aquellos fines dentro o fuera de recintos aeroportuarios.

**Tabla 1.4. Descripción general de los componentes de un aeropuerto (DOF, 2009)**

Parte	Descripción general
I	Zona de recepción y embarque, normalmente cubierta y donde se ubican todas las oficinas, puestos de atención y revisión al público, además de áreas comunes, centros comerciales y servicios generales.
II	Una o varias extensas pistas de despegue y aterrizaje, donde se realizan todas las maniobras de las aeronaves que llegan o despegan.
III	Zona de hangares donde se guardan todas las aeronaves, los camiones remolque, los de combustible, los de acarreo de equipaje, etc., siendo los hangares bodegas de gran tamaño que se hallan siempre al lado de la pista para facilitar el traslado de los aviones.
IV	Torre o centro de control, responsable de organizar el tráfico aéreo, de recibir y de despedir a los vuelos que se encuentren activos en la zona. El centro de control es uno de los sectores más importantes de un aeropuerto. Allí se desempeñan los controladores del tráfico aéreo que deben dirigir y gestionar el movimiento de las aeronaves para evitar choques y accidentes, y más allá de la seguridad del tráfico aéreo en sí mismo, estos centros deben cuidar otras cuestiones, sobre todo en lo referente al movimiento de pasajeros, y por eso en los aeropuertos hay diversos sistemas establecidos de detectores y sistemas de revisión permanente que controlan el equipaje que los pasajeros suben a los aviones

La Figura 1.3 muestra las cuatro principales zonas descritas que presenta la Tabla 1.4, incluyendo el área donde se ubica la terminal A del aeropuerto de la ciudad de Monterrey.



**Figura 1.3. Esquema de las principales áreas del aeropuerto de Monterrey (OMA, 2000)**

### 1.1.3 Logística y operación en aeropuertos

Los aviones no son los únicos medios de transporte presentes en un área aeroportuaria, ya que una amplia variedad de vehículos diferentes actúan dentro del aeropuerto, con variada gama de servicios, como el transporte de pasajeros, transporte de carga, equipaje, limpieza de las aeronaves, etc. Entre tales vehículos de servicios y operación, se pueden mencionar en la Tabla 1.5.

**Tabla 1.5. Descripción general de los servicios logísticos en aeropuertos (García, 2000)**

Equipo de servicio	Descripción
Los tractores	Son los vehículos que empujan al avión en reversa para separarse de la terminal de abordaje.
Los camiones de traslado convencionales y convertibles	Son camiones semejantes a los de transporte público que transportan a los pasajeros hacia y desde la plataforma remota donde se encuentra su vuelo, y algunos que tienen la capacidad de subir la cabina de pasajeros a determinada altura para quedar directamente en la puerta del avión.
Los coches de equipaje	Son camionetas o camiones pequeños descubiertos que llevan enganchados varios remolques en los que se transporta el equipaje desde la terminal de abordaje hasta el avión y viceversa.
Los camiones de alimentos y consumibles	Son camiones de caja unida en la cual transportan los alimentos para el vuelo desde las cocinas del aeropuerto o la aerolínea hacia el avión. Tienen la capacidad de levantar la caja a la altura de la puerta de entrada de servicios gracias a un sistema de amortiguadores.
Los automóviles de aerolínea y de servicios auxiliares	Son automóviles autorizados para circular por las terminales y avenidas para aportar mantenimiento en caso necesario y revisiones de seguridad a los aviones de su aerolínea, transporte de personal de pista y de mantenimiento operacional.
Transporte de combustible	Son camiones con una pipa como remolque en la cual transportan el combustible que se le habrá de suministrar a los aviones antes del vuelo.
Camiones de drenaje	Son camiones que extraen el agua de desecho utilizada durante el vuelo en los sanitarios y suministran agua limpia para el mismo objeto.

Dentro de la operación logística de la terminal, también se puede considerar los siguientes servicios, pero que dependen del tipo de vuelo y de aeronave (García, 2000):

- Limpieza interior
- Retiro de basura
- Traslado y descarga de contenedores especiales
- Escaleras no estructurales para accesos de pasajeros y tripulación
- Toma de aterrizamiento físico a tierra
- Electricidad
- Aire acondicionado adicional
- Agua potable y para limpieza



Las Figuras 1.4 y 1.5, muestran los servicios logísticos generales aplicados a un aeropuerto y principalmente a las aeronaves que se encuentran en él.

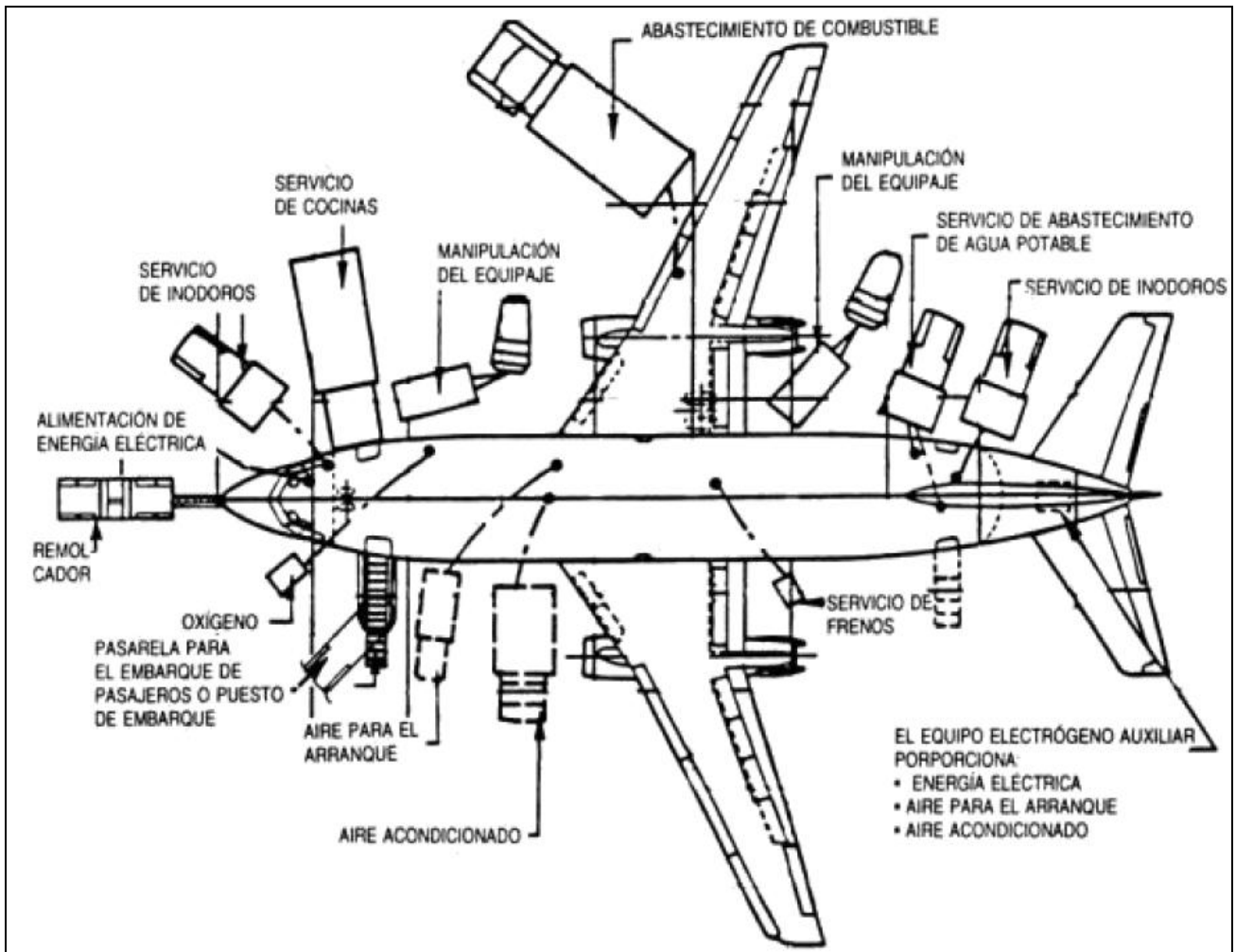


Figura 1.4. Esquema general de equipos de logística aplicadas a una aeronave (García, 2000)



Figura 1.5. Vista general de equipos de logística en un aeropuerto (Baselis, 2010)

Los vehículos aeroportuarios se desplazan por el aeropuerto a través de avenidas destinadas a ellos. Existen otras pistas dedicadas a la orientación de las aeronaves, en la plataforma de estacionamiento y en las calles de rodaje. Además, cuentan con vehículos de emergencia que deben estar listos en todo momento para atender un percance o emergencia, es decir, se cuenta con camiones de bomberos, pipas de agua, ambulancias y vehículos de policía.

El servicio de mantenimiento de los aviones que operan en un aeropuerto es generalmente suministrado por la mayor aerolínea operativa en el aeropuerto o por compañías especializadas, en el caso de los aviones de pasajeros. Cabe resaltar que aunque muchos aeropuertos poseen servicios básicos de mantenimiento, sólo una parte de ellos ofrecen servicios más especializados y complejos.

#### **1.1.4 Administración de un aeropuerto**

Los aeropuertos en términos generales son administrados por el estado, el municipio o por un grupo privado a quién se le ha dado esta tarea en concesión. El concesionario o administrador del aeropuerto puede tener una concesión mixta, es decir, puede mantener solamente las terminales o solamente las pistas. En la mayoría de los casos se concesionan ambas áreas, para ello deberá contar con empresas subsidiarias o personal propio que se dedique a los rubros de limpieza, mantenimiento de las infraestructuras, de áreas de movimientos, de ayudas visuales luminosas (balizamiento de pistas y rodajes) y demás servicios operativos de ambos lados en aire y tierra. En la administración de un aeropuerto, se tienen algunas de las siguientes actividades principales, tales como las indicadas en la Tabla 1.6.

Dentro de estos conceptos para administración, también se debe incluir la planificación, es decir, para una expansión de la infraestructura aeroportuaria cuando son necesarios algunos cambios debido a que la capacidad de pasajeros, carga o movimiento de aeronaves del aeropuerto está cerca de su capacidad total. Se expanden las terminales de pasajeros o carga, nuevas terminales para taxis, pistas de aterrizaje y despegue, etc., o en su defecto considerar la construcción de un nuevo aeropuerto en la región.

En todos los casos, la administración de los aeropuertos, está regida por las operaciones asociadas al procesamiento de aeronaves y pasajeros, asegurando que los procesos se realicen de forma segura, rápida, fluida y económica, sin cuellos de botella pero sin incurrir en costes excesivos derivados del sobredimensionamiento de algunos elementos.

#### **1.1.5 Estadísticas de aeropuertos comerciales**

Las Tablas 1.7 y 1.8, indican en forma general, algunos datos estadísticos que se generan para ciertos aeropuertos en el país en base a datos obtenidos de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes en su reporte anual. Cada columna indica el parámetro que se está comparando, por cada mes en estudio referenciado a los años 2011 y 2012 en el mes de marzo, así como el periodo en estos mismos años, desde el inicio de los mismos hasta el mes de marzo. Así mismo se indica un porcentaje de variación (var) y (% var) que se genera de la comparativa entre estos datos, medidos en miles de personas por aeropuerto.

**Tabla 1.6. Descripción de la administración general en aeropuertos (García, 2000)**

Administración	
Planificación operacional de itinerarios de vuelo, la gestión del centro de control de tráfico aéreo y los centros de control operacional. Análisis de los requerimientos técnicos de las operaciones aéreas y aeroportuarias.	Planificación y administración de las actividades aeronáuticas, así como la fiscalización y supervisión de las operaciones terrestres.
Supervisión y capacitación	
Supervisión del mantenimiento de infraestructura del aeropuerto como plataformas, pistas, balizamiento (Señalamiento) de pistas y calles de rodaje; como también de los servicios que giran alrededor de los pasajeros y sus necesidades, como el mantenimiento de mobiliarios y oficinas, sanitarios, ascensores, escaleras mecánicas, refrigeración, calefacción, sistemas de energía, etc.	Capacitación al personal para mejorar su desempeño y fortalecer la seguridad aérea y aeroportuaria dentro de los estándares regulados, garantizando que todas las áreas del aeropuerto sean seguras tanto para los que pilotan o trabajan allí con aviones como para los pasajeros y visitantes.
Supervisión del mantenimiento económico del aeropuerto que se da a través de los valores cobrados por el aterrizaje de aeronaves; el cobro de impuestos y cobros de embarque a pasajeros, así como la renta generada por el estacionamiento de coches y el alquiler de locales comerciales, que contribuyen de manera significativa al mantenimiento económico de un aeropuerto.	Se optimiza la prestación de servicios a los usuarios para entregarles una mayor seguridad, rapidez, eficiencia y comodidad; como por ejemplo, reducir los tiempos de espera en los trámites de migraciones, aduana y policía federal o militar en la atención previa de embarque; o la reducción de tiempos de espera en la recepción y entrega de los equipajes, entre otros.
Tecnología y servicios	
Ampliación de los tipos y calidad de los servicios prestados, como por ejemplo, contar con modernas instalaciones para restaurantes, tiendas, mostradores para la reserva de hoteles, información turística, cajeros automáticos, bancos, oficinas de cambio de divisas y servicios comerciales.	Incorporación de las nuevas tecnologías de información y comunicación a los servicios de navegación aérea, que comprende los servicios de tránsito aéreo, servicio de telecomunicaciones aeronáuticas, servicios meteorológicos para la navegación aérea y servicios de información aeronáutica, que son servicios que se prestan al tránsito aéreo durante todas las fases de las operaciones tales como la aproximación, el despegue, el control de pista y en ruta.
Calidad ambiental	
Control de la calidad ambiental en el funcionamiento aeroportuario a través de inspecciones ajustadas a normas establecidas en un marco de política ambiental.	Se tiene por ejemplo, el control de la contaminación atmosférica generada por los motores de vehículos y aeronaves, y la contaminación acústica, generada por el ruido del tráfico de vehículos y por las aeronaves, principalmente en operaciones de aterrizaje y despegue

Las Figuras 1.6 y 1.7, se indica en forma de barras las estadísticas generales en cuanto al incremento en la circulación de pasajeros por estas terminales aéreas, indicadas por año de estudio, grupo aeroportuario que opera dichos aeropuertos y medida en miles de pasajeros. Se utiliza como referencia nuevamente los años de 2011 y 2012 para el mes de marzo, según estadísticas de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes en su reporte anual.

**Tabla 1.7. Estadísticas de pasajeros domésticos por principales aeropuertos en México (SCT, 2012)**

Top 10	mar-11	mar-12	var	% var	ene-mar 11	ene-mar 12	var	% var
Ciudad de México	1,367.9	1,656.7	288.8	21.1%	3,677.5	4,555.8	878.3	23.9%
Monterrey	380.4	401.9	21.5	5.7%	1,031.3	1,089.0	57.7	5.6%
Guadalajara	389.4	397.3	7.9	2.0%	1,088.5	1,138.4	49.9	4.6%
Cancún	244.2	308.8	64.6	26.5%	697.9	862.9	165.0	23.6%
Tijuana	279.8	290.3	10.5	3.8%	822.2	846.1	23.9	2.9%
Mérida	87.3	101.1	13.8	15.8%	241.9	279.5	37.6	15.5%
Hermosillo	84.2	99.3	15.1	17.9%	231.7	273.2	41.5	17.9%
Culiacán	88.2	94.5	6.3	7.1%	240.3	259.8	19.5	8.1%
Villahermosa	64.9	76.2	11.3	17.4%	174.0	207.8	33.8	19.4%
Toluca	151.1	71.1	-80.0	-52.9%	471.8	253.7	-218.1	-46.2%
Otros	969.5	1,074.6	105.1	10.8%	2,670.5	2,997.8	327.3	12.3%
<b>Total</b>	<b>4,107</b>	<b>4,572</b>	<b>464.9</b>	<b>11.3%</b>	<b>11,348</b>	<b>12,764</b>	<b>1,416.4</b>	<b>12.5%</b>

**Tabla 1.8. Estadísticas de pasajeros internacionales por principales aeropuertos en México (SCT, 2012)**

Top 10	mar-11	mar-12	var	% var	ene-mar 11	ene-mar 12	var	% var
Cancún	1,054.1	1,096.3	42.2	4.0%	2,861.9	3,040.1	178.2	6.2%
Ciudad de México	661.0	768.9	107.9	16.3%	1,892.5	2,227.6	335.1	17.7%
Puerto Vallarta	261.9	246.8	-15.1	-5.8%	740.3	677.5	-62.8	-8.5%
San José Del Cabo	224.1	217.3	-6.8	-3.0%	565.8	557.5	-8.3	-1.5%
Guadalajara	170.9	188.2	17.3	10.1%	506.7	594.4	87.7	17.3%
Monterrey	59.5	72.8	13.3	22.4%	172.5	199.8	27.3	15.8%
Cozumel	57.1	58.1	1.0	1.8%	143.6	136.2	-7.4	-5.2%
Mazatlán	43.8	41.6	-2.2	-5.0%	122.0	109.8	-12.2	-10.0%
Bajío	29.5	33.4	3.9	13.2%	90.8	99.1	8.3	9.1%
Zihuatanejo	34.5	32.9	-1.6	-4.6%	101.0	89.9	-11.1	-11.0%
Otros	150.1	157.5	7.4	4.9%	439.3	461.0	21.7	4.9%
<b>Total</b>	<b>2,747</b>	<b>2,914</b>	<b>167.30</b>	<b>6.1%</b>	<b>7,636</b>	<b>8,193</b>	<b>556.50</b>	<b>7.3%</b>

Las abreviaturas utilizadas en las Figuras 1.6 y 1.7, son las siguientes: GAP, significa Grupo Aeroportuario del Pacífico; OMA significa Grupo Aeroportuario Centro Norte; ASUR significa Grupo Aeroportuario del Sureste; ASA significa Aeropuertos y Servicios Auxiliares; Sociedades se agrupan a los aeropuertos de Toluca, Querétaro, Ángel Albino Corzo y Cuernavaca (SCT, 2012).

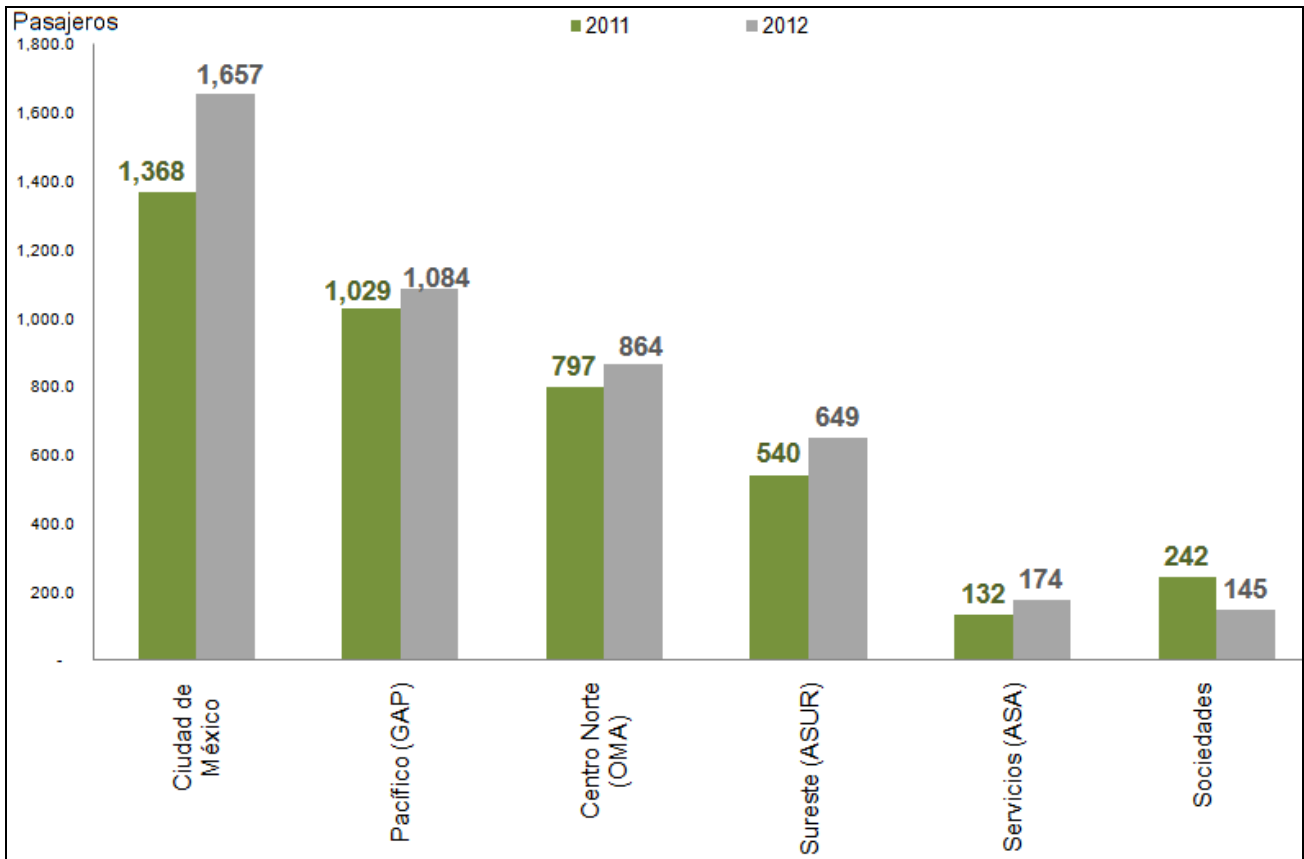


Figura 1.6. Estadísticas de pasajeros domésticos por principales grupos aeroportuarios (SCT, 2012)

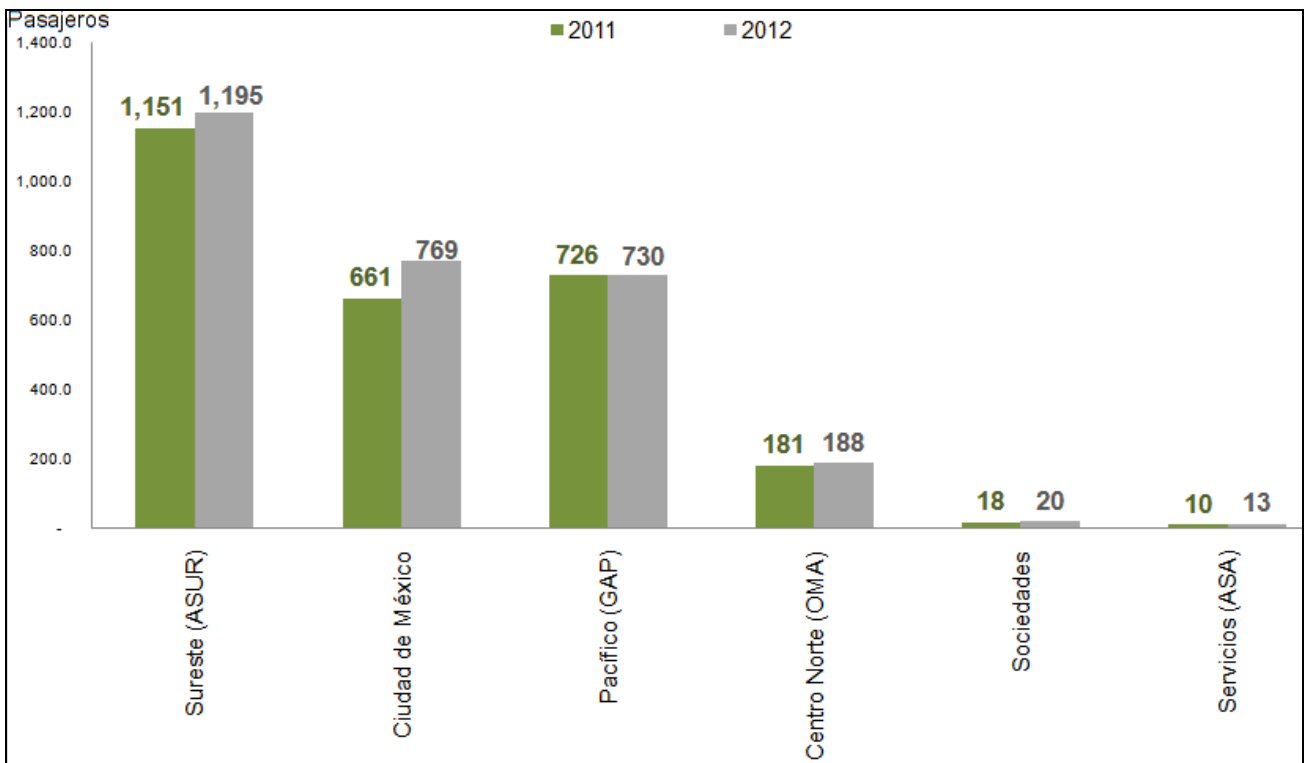
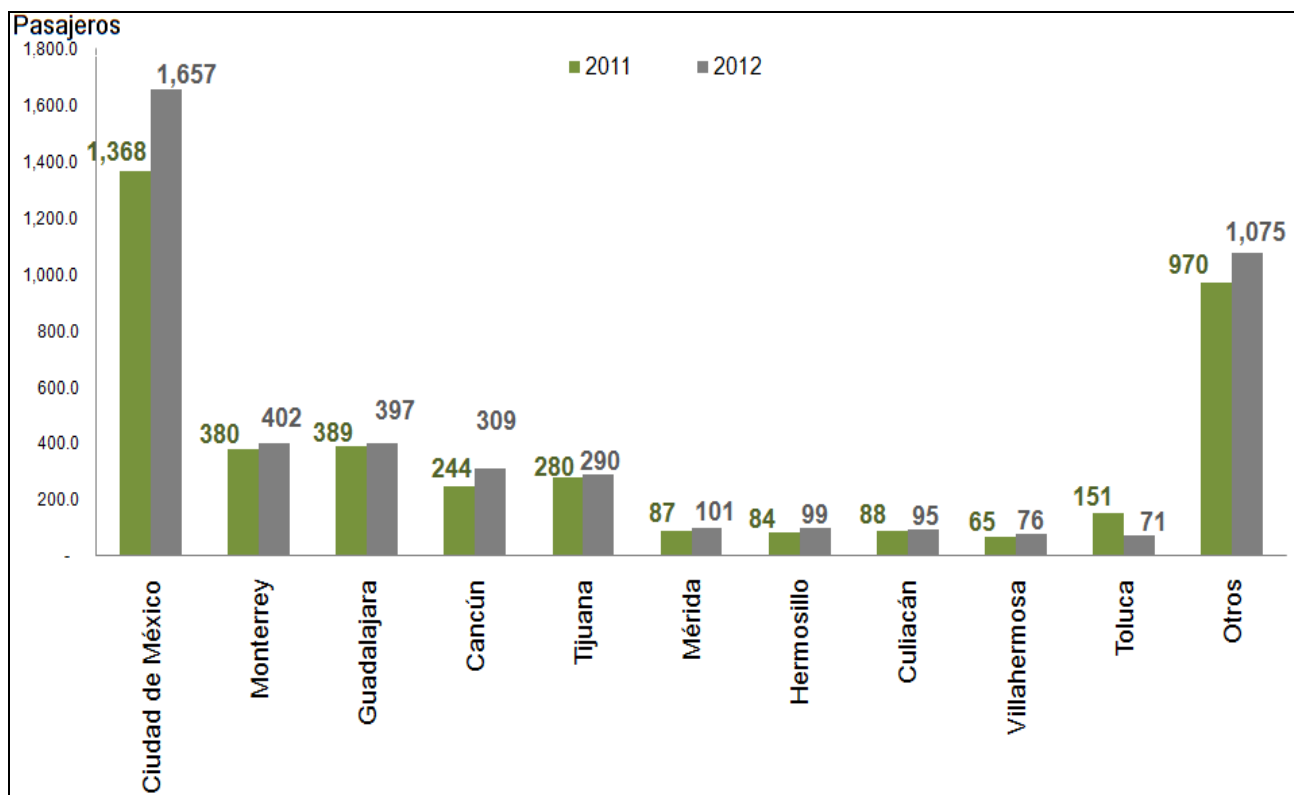


Figura 1.7. Estadísticas de pasajeros internacionales por principales grupos aeroportuarios (SCT, 2012)

La Figura 1.8, indica las estadísticas con los 10 principales aeropuertos en México y los demás existentes, y la cantidad de pasajeros, tomando como referencia los años de 2011 y 2012 para el mes de marzo, según estadísticas de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes en su reporte anual.



**Figura 1.8. Principales 10 aeropuertos en la transportación de pasajeros nacionales (SCT, 2012)**

La Figura 1.9, indica los índices de satisfacción en cuanto a servicios generales y de operación para un aeropuerto internacional, tomado de una muestra aleatoria de pasajeros y en base a encuestas de los mismos.



**Figura 1.9. Índice de satisfacción del cliente para usuarios y pasajeros (OMA, 2010)**

### 1.1.6 Gasto energético

Son múltiples las posibilidades que tienen los seres humanos para cuidar a la naturaleza y al entorno con el fin de que no reciban impactos negativos por nuestra presencia y acciones cotidianas. El respeto y coexistencia con el ambiente son una necesidad primordial que siempre debe estar presente. Reducir el impacto ambiental de las operaciones de un aeropuerto, es contribuir a la conservación de los recursos naturales de las comunidades que rodean las instalaciones, disminuir los consumos de agua y energía, reducir las emisiones al aire y lograr un manejo adecuado de los residuos que se generan como resultado de las operaciones son algunas de las estrategias que se deben concretar en planes de acción para contribuir de manera responsable a la sociedad.

La Tabla 1.9, indica según el reporte de sustentabilidad del Grupo Aeroportuario Centro Norte OMA (2010), los consumos que se generan en este tipo de aeropuertos controlados por dicha operadora. Las Tablas 1.10 y 1.11, indican en forma general los consumos en forma anual de recursos como gas, combustibles y energía eléctrica, indicados nuevamente del reporte de sustentabilidad del Grupo Aeroportuario Centro Norte “OMA” 2010. Para la disminución en el consumo de energía han resultado dos iniciativas muy concretas: rediseño de procesos y capacitación del personal de mantenimiento. La Tabla 1.12, ayuda a entender estas iniciativas.

**Tabla 1.9. Estadísticas de medición para recursos utilizados de aeropuertos controlados por OMA (OMA, 2010)**

Indicador	2009	2010
Consumo de agua en m <sup>3</sup>	588,941	594,245
Consumo de energía en kWh	49,108,206	47,323,314
Generación de residuos peligrosos en toneladas	12.5	16
Generación de residuos no peligrosos en toneladas	2,251	2,400

**Tabla 1.10. Consumo energético directo en el año 2010 (OMA, 2010)**

OMA	Consumo global de gasolina en litros	Consumo global de diésel en litros	Consumo global de gas LP en litros
Total de consumo	202,753	190,076	162,525

**Tabla 1.11. Consumo energético indirecto en el año 2010 (OMA, 2010)**

OMA	Consumo global de energía eléctrica en kWh
Total de consumo	47,323,314

Estos objetivos deben resaltar para que una empresa sea ambiental y socialmente responsable que cumple con la legislación aplicable, que promueve y desarrolla la generación de energía renovable, el beneficio con la sociedad y la transparencia de sus actividades, con el cuidado de seleccionar las mejores alternativas de ubicación, diseños constructivos y modelos de operación a fin de evitar el deterioro del suelo, el aire y el agua, asegurando la preservación de las especies vegetales y animales que componen los diversos ecosistemas, así como de las condiciones que permiten mantener, y de ser posible mejorar, la calidad de vida de las personas (OMA, 2010).

Todo ello permite incorporar las acciones adecuadas a las particularidades de cada proyecto, para con ello ir más allá del cumplimiento de la normatividad vigente en materia de protección ambiental, logrando desarrollar proyectos bajo el enfoque de sustentabilidad.

**Tabla 1.12. Descripción de procesos e iniciativas para ahorro energético (OMA, 2010)**

Iniciativas propuestas	Explicación
Rediseño de procesos	En los aeropuertos se implementa un sistema de monitoreo y control de demanda de energía eléctrica que permite monitorear las cargas de las instalaciones, así como el control básico de los equipos de aire acondicionado por día, hora y mes. Se consideran estos equipos como fundamentales en la comodidad que se ofrece a los usuarios, sobre todo en áreas o zonas de alto calor. Se hace inversiones en la instalación de dispositivos de monitoreo, automatización y control de los equipos de aire acondicionado, con el uso de sensores de temperatura y humedad.
Capacitación del personal de mantenimiento	Mediante capacitación del personal de mantenimiento de cada aeropuerto se logra identificar las cargas de energía eléctrica realizando un análisis de consumo por horarios. Gracias a este procedimiento se eliminan las que se identifican como innecesarias y aquellas que no se pueden eliminar se redistribuyen de tal forma que permite optimizar el consumo en los horarios críticos. Por ejemplo, el control de aires acondicionados en la noche o días fríos, el control del alumbrado en oficinas y áreas generales, para dichos horarios y para día o noche según sea el caso.
Indicadores del desempeño ambiental	Consumo directo de energía desglosado por fuentes primarias, consumo indirecto de energía desglosado por fuentes primarias y ahorro de energía debido a la conservación y a mejoras en la eficiencia.

## 1.2 Sistemas de seguridad en aeropuertos

### 1.2.1 Procesos y equipos

Ante los constantes hechos terroristas por los cuales se ven amenazados los vuelos en todo el mundo, además del transporte de diversas mercancías prohibidas, muchas medidas de prevención han debido tomarse en los diferentes aeropuertos del país y del mundo. Medidas de seguridad tales como la revisión de equipajes, documentación, etc., pero en la que más se han centrado permanentemente es para los líquidos que van desde crema para las manos hasta las lociones, perfumes y geles de baño. Las formas detectadas de explosivos en formas de líquido han alertado a las autoridades a tomar medidas de seguridad más rígidas para proteger a los pasajeros.

Sin embargo, existen ciertos líquidos que no entran dentro de la norma establecida, como los que se encuentran en pequeñas proporciones y pueden disimular cualquier tipo de explosivo. Los aparatos electrónicos de los aeropuertos a veces son incapaces de determinar con rapidez la solución química de cualquier líquido que pase por ellos, por lo que las medidas preventivas obligan a los pasajeros a guardar los líquidos, geles o aerosoles para uso cosmético o de higiene personal en envases transparentes y que no sobrepasen un volumen de 100 mililitros (AICM, 2012).



Ante estas situaciones, es necesario establecer ciertas consideraciones tales como (AICM, 2012):

- Identificación profunda y evaluación cuidadosa de las amenazas globales específicas de seguridad.
- Maneras alternas de ocuparse de amenazas actuales y potenciales.
- Círculos de seguridad para salvaguardar la integridad "total" del aeropuerto.
- Maximizar la seguridad y dinamizar el flujo de pasajeros.
- Reducir al mínimo el tiempo de espera.
- Maximizar las operaciones comerciales al por menor.
- Proporcionar niveles más altos de seguridad sin interrupción de la operación.

Últimamente algunas medidas que se han implementado en los aeropuertos con éxito han sido las que se resumen a continuación (AICM, 2012):

- Creación de la gerencia de seguridad y enlace con los órganos de seguridad del estado.
- Creación de un comité de seguridad.
- Programa de monitoreo y auditoría de seguridad.
- Conformación de un equipo especializado de seguridad en las áreas públicas.
- Conformación de un equipo especializado de seguridad en las áreas de circulación y parqueo vehicular.
- Control y equipamiento del sistema de identificación.
- Programas de seguridad de equipajes.
- Nuevas máquinas de rayos X y arcos detectores de metal para revisión de pasajeros y del 100 % de las maletas documentadas.
- Programa de mantenimiento de los equipos de seguridad.
- Sistema CCTV (control cámara y TV), siendo un sistema mediante el cual se puede mantener un monitoreo constante de las operaciones que se desarrollan en la terminal aeroportuaria (circuito cerrado de seguridad).
- Adquisición de sistemas lectores de tarjetas en las diferentes puertas de acceso. Es un sistema de alta tecnología que permite la apertura de puertas con el carnet de identificación. Con este sistema se puede saber quién ha utilizado una puerta a una hora determinada.

Por ejemplo, si sucediera el caso en el cual se tuviera que viajar con ciertos equipajes, su presencia debe de ser reportada y documentada a la hora de registrar el equipaje a la empresa aérea por donde se viajará. Estas medidas son aplicadas para el equipaje de mano y el documentado, y en casos extremos, para el equipaje de carga del avión, siempre y cuando sea necesario o la máquina de rayos X detecte algún elemento sospechoso.

Así mismo, se aplica a los procesos de vigilancia tradicionales, los cuales en general se conforman por aquellos arcos detectores de metales, que existen en cada punto de transferencia entre salas de abordaje o de plataforma, y la revisión física de los equipajes de mano, mediante detector manual de metales. También, se tienen los sistemas de circuito cerrado de televisión (CCTV), y los rondines de inspección visual de la gente de vigilancia interna, externa y privada del aeropuerto llámese, Policía Federal o elementos militares, etc.

### 1.2.2 Incidentes notables

La Secretaría de Seguridad Pública Federal informó que mantiene en la terminal aérea un operativo para la detección del tráfico de drogas (principal problema en este tipo de terminales), con investigaciones que tuvieron como resultado, después de 18 meses, el aseguramiento de 294 kilos de cocaína en diversas acciones y la identificación de una red de tráfico de cocaína que operaba en el AICM (Aeropuerto Internacional de la Ciudad de México). Detalló que en el 2011, entre los principales aseguramientos que se registraron, está la detención de una persona quien trasladaba en fajas, adheridos al cuerpo, varios paquetes de cocaína con un peso total de 9 kilos 840 gramos procedente de Lima, Perú. También lograron la localización de cocaína dentro de botellas y ampollitas en dicha terminal aérea; el aseguramiento de un sujeto que ingirió 102 cápsulas que contenía un polvo blanco con las características propias de la cocaína, con un peso total 1.14 kg y que pretendía viajar a España. En el 2012 se logró el aseguramiento de 4 kilos de cocaína ocultos en el doble fondo de una maleta y fue detenida una mujer quien pretendía viajar a Milán, Italia. Finalmente detalló que en el último año y medio, la Policía Federal detuvo en la terminal a 180 personas en flagrancia vinculadas con algún delito (El Universal, 2012).

Como se recordará, a raíz de varias detenciones en España de personal de Aeroméxico que transportaba droga (diciembre de 2010, agosto y noviembre de 2011), se divulgó la existencia en el AICM de una red dedicada al narcotráfico, integrada, además de empleados de esa empresa aérea, por agentes federales y efectivos de las compañías de seguridad privada que operan en el puerto aéreo. Algunos medios internacionales mencionaron la existencia de un verdadero “cártel” que situaba a sus integrantes en puntos críticos de revisión, a fin de permitir el paso de piezas de equipaje repletas de cocaína. En su momento, sin embargo, el gobierno no reconoció la existencia de dicha red criminal ni anunció medidas de saneamiento en el AICM (El Universal, 2012).

El episodio del día lunes 25 de junio de 2012, donde ocurrió una balacera en el AICM por dos policías federales, vinculados presuntamente con una red de narcotráfico que opera en la terminal aérea, en la que participan servidores públicos de diversas dependencias del gobierno, adscritos a la misma terminal, no sólo es alarmante por la lamentable pérdida de vidas humanas, sino también por cuanto deja entrever una situación de descontrol en uno de los puntos estratégicos cruciales que deben permanecer bajo pleno dominio de la autoridad en todo momento. Se trata, ni más ni menos, del principal aeropuerto del país, y en él no debiera dejarse el menor margen para los estallidos de violencia delictiva ni para cualquier otra situación que afecte su funcionamiento.

Existen otros hechos indicativos de un aeropuerto inseguro en varios sentidos. En septiembre del año pasado, por ejemplo, un apagón de cinco horas en la terminal aérea obligó a la cancelación o el desvío de cerca de 230 vuelos. El incidente resultó inexplicable, si se considera que cualquier terminal aérea internacional, por la crucial importancia de su funcionamiento, debe disponer de sistemas eléctricos redundantes, circuitos de respaldo y personal suficiente para efectuar cualquier reparación en cuestión de minutos. En términos generales, hay una grotesca contradicción entre los propósitos oficiales de combatir la inseguridad y el hecho de una balacera con tres policías muertos en el interior del mayor aeropuerto del país; entre los desmesurados recursos que se destinan a la promoción de la imagen nacional en el extranjero, especialmente con fines de captación de turistas e inversionistas, y una terminal aérea en la que se cometen fallas de seguridad, de inteligencia y hasta de electricidad tan inaceptables como las mencionadas. A su manera, tal incongruencia resulta emblemática de la enorme distancia entre el discurso gubernamental y las exasperantes realidades generadas o agudizadas a lo largo de la administración que está por concluir (El Universal, 2012).

### 1.2.3 Sistemas de detección

La seguridad integral en los sistemas aeroportuarios está constituida por tres medios que deben aunarse como partes integrantes de un todo:

- Medios humanos: constituidos por el personal de seguridad, tanto pública y/o privada.
- Medios técnicos: pasivos o de seguridad física; activos o de seguridad electrónicos.
- Medios organizacionales: tales como normas, estrategias, planes, etc.

Hoy por hoy, es necesaria la integración de la seguridad técnica con la vigilancia, debido a la presencia masiva de todo tipo de alarmas y detectores que ayudan a la prestación del servicio de vigilancia en diferentes partes del aeropuerto, por tal razón, el vigilante de hoy debe conocer los diferentes métodos de la seguridad técnica y sus beneficios. Hay que hacer hincapié en que la seguridad técnica por sí sola no puede prestar la seguridad, se requiere del factor humano, tanto para el manejo como para la reacción en contra de que aparezca una amenaza (Price y Forrest, 2009).

En el diseño de medios organizacionales, se debe diseñar un programa efectivo de seguridad donde se define:

- Los elementos a proteger
- Cómo se va a proteger
- Ubicación de los elementos a proteger

Por lo tanto, se debe establecer zonas de cobertura para cada uno de los puntos anteriores del programa de seguridad, tal y como protección de áreas exteriores mediante rondines y revisiones e inspecciones visuales y mediante CCTV, por consiguiente, se establece un cerco de seguridad mediante detectores de metales, revisión general de cargas y equipajes y el uso de equipos de rayos X, y finalmente, se aplica un control estricto de los elementos que se trasladan para carga y abordaje mediante revisiones específicas con equipos más sofisticados de rayos X tridimensionales y revisión física, minuciosa y consiente de los elementos.

Este apartado será la introducción para definir los procesos y funciones del método de “screening” o bien el acto de determinar que existe algo donde nuestra visibilidad es obstruida, es decir la función principal de un sistema de detección en conjunto con los procesos humanos, técnicos y organizacionales para establecer tempranamente una reacción ante cualquier amenaza.

La detección es el más complicado o sutil componente de los sistemas de seguridad en la aviación. Dicho término, puede tener diferentes significados, y el principal y más común entendible es la revisión física individual y el uso apropiado de máquinas detectoras, sin embargo, muchas técnicas de detección son, tales como revisión del historial o vinculo criminal del personal del aeropuerto (tal y como lo menciona el apartado 1.2.2), revisión de la correcta correspondencia del equipaje para cada pasajero o viajero, evitando intercambios o robos, y la responsabilidad del personal de transporte en cuanto a reservarse la carga de un equipaje hasta que no esté convencido que dicho equipaje haya sido revisado o autorizado (Price y Forrest, 2009).

Existen cuatro principales áreas de detección y aplicación de estos métodos, las cuales son: los viajeros o pasajeros, el equipaje de mano, el equipaje documentado y la carga general del avión. La revisión de los pasajeros y del equipaje de mano, ha sido una práctica establecida desde los años setenta. La revisión del equipaje documentado, no había empezado hasta mediados de los años ochenta (Price y Forrest, 2009).

La Organización de Aviación Civil Internacional (OACI) sostiene que la revisión de equipaje documentado, es la parte fundamental de cualquier sistema de seguridad implementado (ICAO, 2012). Canadá inició el primer programa de revisión de equipaje documentado después de los incidentes de 1985 en la aerolínea “Air India”, Gran Bretaña continuó con lo mismo, después del incidente del “Pam Am Flight 103”. Los Estados Unidos y demás países implementaron la revisión del 100 % del equipaje documentado después de los ataques del 11 de septiembre, cuando condujeron a su Congreso a realizar el acta de Seguridad de la Aviación y Transporte (ATSA 2001). La responsabilidad del ATSA para inspeccionar personas y sus pertenencias fue transferida a la Secretaría de Seguridad para el Transporte, la cual encabeza una nueva agencia creada, la Administración de Seguridad para el Transporte (TSA) (Price y Forrest, 2009).

El 17 de febrero de 2002, la TSA asume la responsabilidad de inspeccionar personas y sus pertenencias, esta responsabilidad previamente era realizada por operadores de las aeronaves. Cinco días después, el 22 de febrero, la Secretaría de Seguridad para el Transporte transfirió las regulaciones de la Administración Federal de Aviación (FAA) hacia el Código de Regulaciones Federales (CFR 49) (Price y Forrest, 2009).

Inicialmente, los programas o sistemas de detección aplicados a pasajeros y sus equipajes de mano, eran para detectar elementos que comúnmente pueden usar los secuestradores o terroristas, es decir, se implementaban de tal forma para detectar armas o granadas de mano. Fue hasta 1973, cuando se implementaron los arcos detectores de metales “walk through metal detectors” (WTMD), instalados en puntos de inspección de aeropuertos para detección de personas que llevaran elementos como armas o granadas de manos. Además actualmente, máquinas convencionales de rayos X son usadas para identificar en dichos equipajes de mano tanto armas y explosivos. La Figura 1.11, indica un esquema general del equipo de rayos X simplificado utilizado en puntos de revisión de pasajeros para aeropuertos (Cobra, 2012).

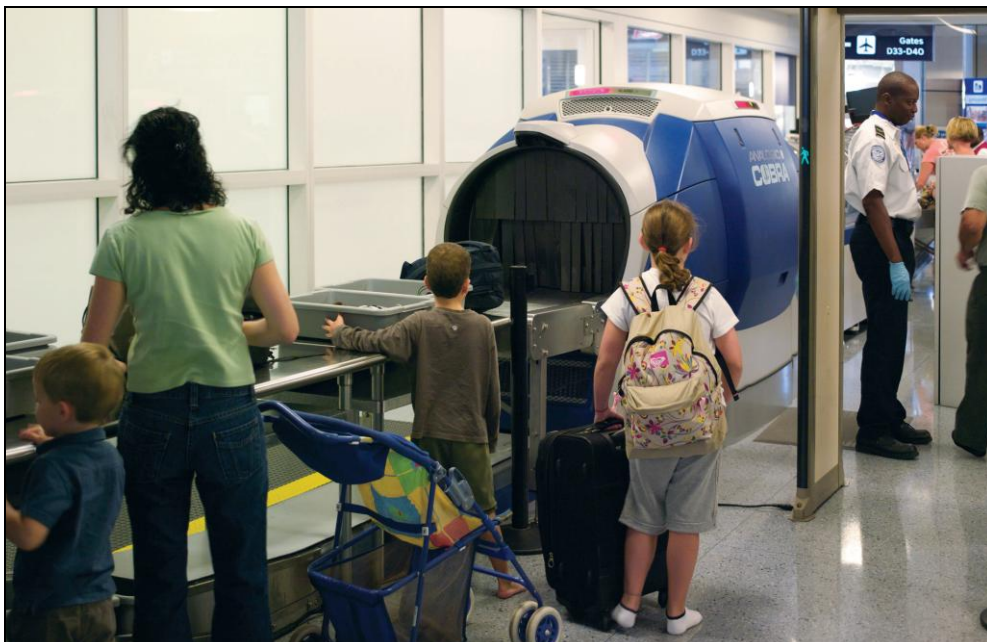
Los equipos WTMD, activan un alarma audible o visual cuando algún metal es detectado dentro de la acción de su campo magnético, y es entonces cuando otro elemento de detección o seguridad investiga si dicho pasajero lleva una arma o algún elemento no autorizado para transporte en el avión (Garrett, 2012).

Los circuitos avanzados de este tipo de equipos localizan objetos pequeños, armas a nivel de piso difíciles de encontrar y objetivos en movimiento a pesar de la velocidad. Su ajuste por zonas permite máxima detección a pesar de inconvenientes climáticos. La mayoría contiene un sistema de múltiples objetivos, con 33 diferentes zonas de detección para una cobertura completa del cuerpo. Son equipos de fácil operación con una barra de luz posterior para un estado de operación en línea continuo y reporte de diagnóstico propio.

La Figura 1.10, indica un esquema general del equipo más utilizado en aeropuertos como el WTMD, para cada acceso o punto de revisión de pasajeros al área de abordaje y que ha sido aprobado para detección de elementos tanto en partes laterales como centrales del cuerpo, inclusive en zonas verticales del mismo.



**Figura 1.10. Sistema WTDM empleado generalmente en aeropuertos (Garrett, 2012)**



**Figura 1.11. Sistema simplificado de rayos X empleado generalmente en aeropuertos (Cobra, 2012)**

Algunos de los elementos prohibidos y no permitidos para transporte antes de subir al avión para el equipaje de mano, documentado y objetos susceptibles de poner en peligro la seguridad de la aeronave, de las personas o de los bienes a bordo de dicha aeronave, conforme a lo establecido en la Ley de Aviación Civil y su Reglamento, la normatividad aérea nacional e internacional y en los manuales y condiciones de la misma aerolínea, de manera enunciativa pero no limitativa se indican a continuación (Interjet, 2012):

- Líquidos o gases inflamables (gasolina, pinturas, cargas de gas)
- Armas de fuego o explosivos (municiones, fuegos artificiales, señales de bengala)
- Productos industriales o artículos domésticos (blanqueadores, aerosoles, mercurio o solventes)
- Cerillos o encendedores
- Materiales corrosivos (ácidos, baterías húmedas, etc.)
- Materiales o sustancias irritantes
- Materiales magnetizados
- Materiales oxidantes (como peróxido)
- Materiales radioactivos
- Sustancias químicas, biológicas, fluidos corporales, radiológicas tóxicas e infecciosas
- Portafolios o cajas con mecanismos de alarma instalados
- Venenos
- Oxígeno y tanques de gas de uso medicinal no mayor a 5 kg de peso bruto

En caso de vuelos internacionales, aquellos objetos que están prohibidos por las leyes o reglamentaciones aplicables en el país de origen o en el de destino.

Objetos que, a discreción de la aerolínea, pudieran ser peligrosos o inseguros para la operación debido a su peso, tamaño o forma, para lo cual la aerolínea deberá tomar en cuenta, entre otras cosas, el tipo de aeronave que se utiliza y si no se encuentran convenientemente empacados o embalados tales como (Interjet, 2012):

- Armas de fuego o de municiones. Si la aerolínea, a su absoluta discreción, acepta transportar armas de fuego o de municiones, el transporte de las mismas estará sujeto a lo que se establezca en la Ley de Aviación Civil y su Reglamento, y en los manuales de la aerolínea, que señalan, entre otros requisitos, que deberán ser transportadas descargadas, con el seguro puesto, convenientemente embaladas, en el compartimiento de carga de la aeronave y cuenten con el permiso correspondiente de la autoridad competente para su portación y transportación. En cualquier caso, estará prohibido transportar más de 5 kilogramos de municiones, por pasajero.
- Objetos frágiles o perecederos, dinero, divisas, joyas, obras de arte, metales preciosos, platería, alhajas, títulos y cualquier otro objeto de valor, tales como prendas costosas, aparatos ópticos o electrónicos, televisiones, computadoras, cámaras y videocámaras, aparatos emisores de radiofrecuencias, documentos empresariales, valores negociables, pasaportes, muestras y acciones. La aerolínea no será responsable de la pérdida, robo o daño que pudiera sufrir cualquiera de los objetos a que se refiere este inciso.
- Incubadoras o camillas. Todo equipaje documentado deberá ser revisado para verificar el contenido del equipaje del pasajero, en el entendido de que dicha revisión podrá realizarse manualmente y siempre en presencia de éste, o bien el equipaje podrá ser revisado mediante dispositivos electrónicos (rayos X) y en tal caso no será obligatoria la presencia del pasajero. En caso de que la aerolínea tenga razones para presumir que el pasajero pudiera estar llevando consigo o en su equipaje, artículos prohibidos o que pudieran ser constitutivos de un delito, dará aviso a las autoridades competentes para que sean ellas quienes se encarguen de ejecutar las medidas correspondientes.

Además de los objetos señalados como prohibidos en equipaje documentado, está prohibido transportar en el equipaje de mano globos, balones o pelotas inflados, cañas de pescar, palos de lluvia, lanzas, dardos, toletes, herramientas domésticas, instrumentos quirúrgicos o punzo cortantes, vidrios, espejos y cualquier otro artículo que, a juicio de la aerolínea, represente un peligro para los pasajeros, la tripulación o la aeronave.

Existen también restricciones y condiciones especiales dentro del proceso de transportación de equipaje o carga, tales como:

- Transportación de animales. La aerolínea se reserva el derecho exclusivo de transportar o negar el transporte de animales. De ser el caso, la transportación de animales estará sujeta a lo que establezcan las leyes aplicables y los manuales de procedimiento de la aerolínea.
- Transportación de instrumentos musicales. La aerolínea se reserva el derecho exclusivo de transportar o negar el transporte de instrumentos musicales. De ser el caso, la transportación de instrumentos musicales estará sujeta a lo que establezcan los manuales de procedimiento de la aerolínea.
- Transportación de cenizas. El transporte de cenizas se permitirá bajo la absoluta responsabilidad del pasajero y siempre que las lleve consigo en la cabina de pasajeros en un recipiente hermético, adecuado para ese fin, y que se cumplan las condiciones establecidas para el equipaje de mano. Además, el pasajero estará obligado a presentar el certificado de cremación correspondiente.

Cuando se encuentra en un punto de inspección de equipaje, un error de inspección del equipaje puede generar que un explosivo conlleve a una tragedia, así como la detección de explosivos líquidos, cuya tarea se hace difícil y necesitará de métodos más agresivos de revisión y más precisos. Es por eso, que por ejemplo, el simple volumen o capacidad de los equipajes hace que el factor humano contribuya a un error en la detección, ya que implica una dificultad para la observación de los elementos debido a lo limitante de la tecnología, y la falta de entrenamiento para detección de elementos extraños debido muchas veces a la superposición de los mismos. Los sistemas de rayos X simples, tienen limitaciones en cuanto a la detección de elementos, ya que presentan visualizaciones restringidas en cuanto a sus ángulos de acción lo que generan una imagen en dos dimensiones (2D), incluso en algunos de ellos presentan imágenes distorsionadas y algunos elementos como ropa o papel presentes en el equipaje, generan una dificultad para la interpretación de dichas imágenes.

Estas limitaciones humanas y tecnológicas, generan frecuentemente, segundos escaneos de los equipajes, segunda revisión física de los mismos con los detectores de metales o manuales, separación de elementos no permitidos haciendo más largo el trámite de abordaje y un alto porcentaje de falsas alarmas.

La solución para este tipo de cuestiones, es el de la aplicación de elementos detectores que involucren la tomografía computarizada “computed tomography” (CT), cuya detección volumétrica tridimensional puede ayudar a compensar las limitaciones de las actuales técnicas de detección, dando nuevas técnicas mejoradas, mayor circulación de pasajeros, y teniendo un ahorro en costo beneficio de compra contra el tiempo de vida y utilización del equipo (Cobra, 2012).

El equipaje se escaneará en una sola pasada, generando de 15 a 20 veces más imágenes de información sobre los equipos de rayos X tradicionales y cuyas ventajas son las siguientes:

- Los equipos CT, no requieren que los pasajeros retiren equipos de cómputo o especiales de los equipajes de mano o documentados (en caso contrario de los equipos de rayos X convencionales).
- Los equipos CT, no requieren separar contenedores o envases que contengan líquidos.
- Los equipos CT evitan generar nuevos escaneos de los equipajes o revisión posterior a que hayan pasado el sistema.

A primera instancia resulta que los equipos de rayos X convencionales, son más baratos que los equipos CT, es por eso que se han elegido como principales equipos de revisión de equipajes, después de las inspecciones físicas mediante detectores establecidos. Evaluando todos estos criterios, los equipos de rayos X convencionales en adquisición y mantenimiento son bajos con respecto al equipo CT, pero dichos equipos pueden procesar más pasajeros en horarios pico y se requerirían menos personal de revisión, generarán más confianza en las revisiones y a la larga la vida útil del equipo CT es mucho mayor generando ahorros en un periodo de no más de siete años. La Tabla 1.13, muestra un criterio de evaluación entre los dos sistemas principales de detección aplicados en puntos de revisión de equipaje para terminales aeroportuarias.

#### 1.2.4 Ejemplos en diversos países

Las medidas de seguridad que se aplican en los aeropuertos, responden a normas nacionales como internacionales y su cumplimiento es de carácter obligatorio. Para garantizar el cumplimiento de estas normativas y asegurar que se alcanzaran los niveles de calidad requeridos, las medidas de seguridad en los aeropuertos son auditadas por organismos como la Organización de Aviación Civil Internacional (ICAO, 2012), la Asociación Internacional de Transporte Aéreo (IATA, 2008) y la Dirección General de Aeronáutica Civil (DGAC, 2011).

**Tabla 1.13. Comparativa entre equipos de detección utilizados en puntos de inspección de aeropuertos (Cobra, 2012)**

Criterio aplicado	Equipo CT	Equipo de rayos X
Imagen	3D volumétrica	2D plana
Ángulos de visión	Ilimitados	Dos
Capacidad de detección	Alta	Limitada
Rango de falsas alarmas	Bajísimo	Dos o tres veces más alta
Nuevos escaneos necesarios	No	Si
Fluidez de pasajeros	Constante y rápido	Con paradas
Equipos de cómputo en equipaje	Si	No
Líquidos en equipaje	Si	No
Costo beneficio de compra y mantenimiento	Bajo y recuperable en 7 años	Alto en un 22 % al mismo tiempo de 7 años

El control de seguridad se ha dicho que es el lugar donde el personal de seguridad inspecciona a todos los que van a acceder a las zonas restringidas de seguridad del aeropuerto, incluidas las de acceso a las aeronaves, buscando los artículos peligrosos que pudieran llevar consciente o inconscientemente. Para que la inspección sea lo menos molesta posible para el pasajero, los controles de seguridad disponen de métodos y equipos que facilitan la detección de los



artículos peligrosos. Dichos métodos varían de país a país, pasando por tanto filtros como sean considerados necesarios y por tantas revisiones, dependiendo de la zona del mundo de la que se trate. Desafortunadamente no es lo mismo la zona del Oriente Medio o de África a ciudades de América o Europa. A continuación se listan algunos ejemplos aplicados para los sistemas de seguridad comúnmente utilizados en aeropuertos nacionales e internacionales.

- El primer método más utilizado es el arco detector de metales, que está destinado a las personas, pasajeros, empleados y tripulación (referencia del apartado 1.2.3).
- Otro método utilizado, son las máquinas de inspección de equipaje de mano, que permiten visualizar todo material transportado en el interior de los equipajes personales de mano.
- El método de la inspección manual, para detectar cualquier objeto que no habiendo causado alarma sea necesario analizar con mayor detalle por si hubiera algún artículo prohibido (AICM, 2012).

Existen otros métodos utilizados y aplicados, reforzando a los comúnmente utilizados, debido a la naturaleza de la zona que ocupa mundialmente y sobre todo al nivel de pasajeros que pudieran en su momento pasar por ahí.

- Niveles de seguridad, con el fin de prevenir los ataques terroristas y proteger la red de transporte nacional e internacional, el método con el que los aeropuertos han proporcionado una seguridad eficaz a los viajeros consiste en la configuración de niveles de seguridad para proteger a los pasajeros de las compañías aéreas. Los niveles incluyen medidas de seguridad, tales como puntos de control en el aeropuerto, control realizado por perros adiestrados, agentes aéreos, inspección de equipaje y detección de materiales explosivos. Cada nivel de protección, por sí mismo, es capaz de prevenir ataques terroristas; al funcionar de forma conjunta, el valor de seguridad de los niveles es exponencialmente mayor, creando un sistema de seguridad global más robusto.
- Equipamiento para control de accesos, equipos que requieren autenticación biométrica además de la verificación de la identidad de los portadores de las tarjetas para obtener acceso a las zonas restringidas. Los lectores de huellas dactilares incluyen la tecnología de tarjetas inteligentes sin contacto de lectura/escritura para administrar el acceso a sitios restringidos dentro del aeropuerto como, por ejemplo, las salas VIP y las zonas de operaciones. Gracias a la combinación de la capacidad de lectura biométrica (mediante la autenticación de huellas dactilares) con un módulo de lectura/escritura de tarjeta inteligente sin contacto, una sola unidad representa una autenticación de doble factor óptima para obtener un alto grado de seguridad en este sitio de suma importancia. Con este método el proceso de verificación de la identidad se duplica. Es decir, si alguien desea pasar por una puerta controlada, primero debe identificarse presentando su tarjeta de control de acceso. Una vez que la tarjeta se lee y verifica correctamente, el portador de la tarjeta coloca el dedo en el lector biométrico para demostrar que la persona que porta la credencial es realmente la persona para la que se emitió. De esta forma, el acceso es prácticamente imposible con una tarjeta que no pertenezca al propietario de la tarjeta (HID, 2010).
- El sistema biométrico (“profiling”), es un sistema que se está comenzando a implementar en los aeropuertos de países como los Estados Unidos y los que conforman la Unión Europea. Este

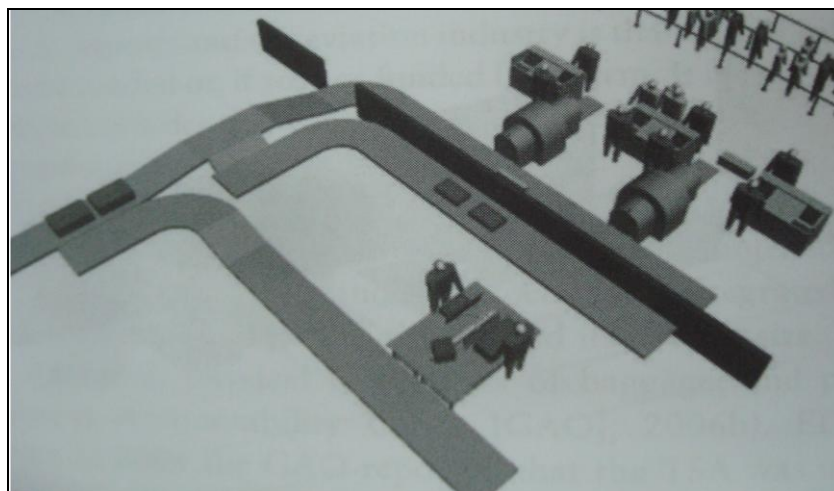
sistema utiliza las características biológicas de cada ser humano para identificar sus rasgos, aspecto físico u origen, de tal forma que no solamente se utilice la huella dactilar para la identificación, sino también la identificación por algún método biométrico para alguna parte del cuerpo, como por ejemplo la identificación del iris, el uso de la voz y de la firma (CANAERO, 2010).

- Tecnología AIT (tecnología avanzada de procesamiento de imágenes) de onda milimétrica, máquinas con un nuevo software de reconocimiento de objetivos automático, diseñado para mejorar la privacidad de los pasajeros al eliminar las imágenes específicas de pasajeros, a la vez que mejoran las capacidades de rendimiento de la tecnología y facilitan el proceso de revisión en puntos de control. AIT está diseñada para mejorar al revisar con seguridad a los pasajeros por amenazas metálicas y no metálicas, incluidos armas, explosivos y otros objetos escondidos debajo de capas de ropa, cavidades del cuerpo y piel. En realidad, la energía emitida por la tecnología de onda milimétrica es 1000 veces menor que los límites e instrucciones internacionales. Desafortunadamente, existen ciertas consideraciones con el uso de este tipo de elementos, ya que utilizan cierta cantidad de radiación ionizante del tipo rayos X, para definir la imagen y que pueden ser dañina para gente susceptible como niños y mujeres embarazadas. Así también, incluye que el escaneo realizado por estos elementos, “prácticamente” desnuda a la gente, ya que la radiación penetra las capas de ropa, generando inconformidades en su aplicación, ya que viola la privacidad y la dignidad de las personas, tema que aún está en discusión para su uso (TSA, 2011).

### 1.3 Transportadores de banda

#### 1.3.1 Historia y desarrollo

Una cinta transportadora o transportador de banda es un sistema de transporte continuo formado básicamente por una banda continua que se mueve entre dos tambores o rodamientos. La banda es arrastrada por fricción por uno de los rodamientos, que a su vez es accionado por un motor. El otro rodamiento suele girar libre, sin ningún tipo de accionamiento, y su función es servir de retorno a la banda. La banda es soportada por rodillos entre los dos rodamientos. La Figura 1.12, muestra un ejemplo de banda transportadora aplicada a un aeropuerto para revisión de equipaje de mano o documentado.



**Figura 1.12. Esquema de un sistema de bandas transportadoras aplicado a un aeropuerto (Price y Forrest, 2009)**

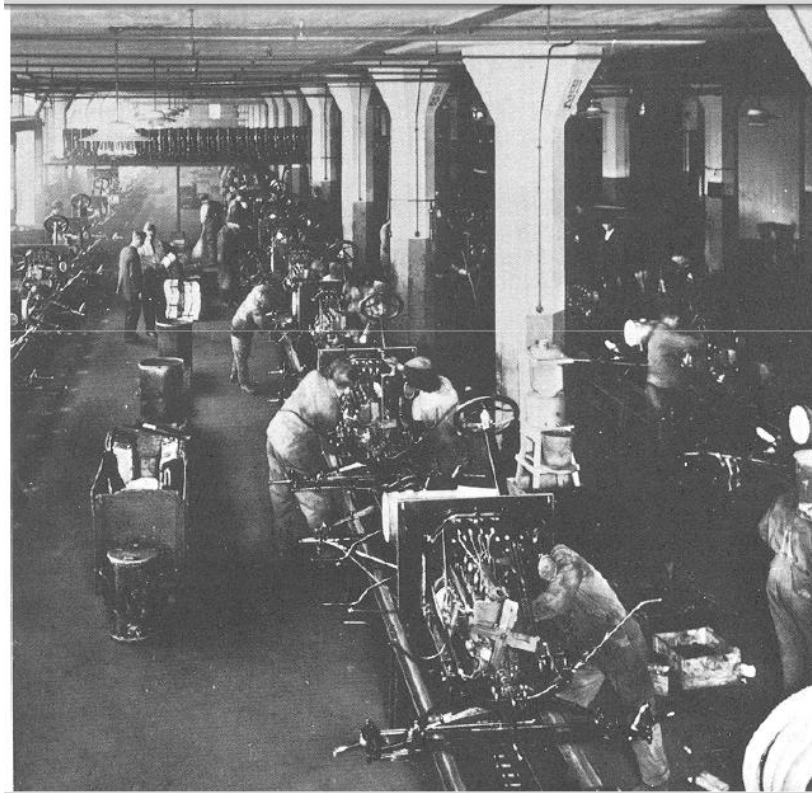
Las primeras cintas transportadoras que se conocieron fueron empleadas para el transporte de carbón y materiales de la industria minera. El transporte de material mediante cintas transportadoras, datan aproximadamente del año 1795. La mayoría de estas tempranas instalaciones se realizaban sobre terrenos relativamente planos, así como en cortas distancias.

El primer sistema de cinta transportadora era muy primitivo y consistía en una cinta de cuero, lona o cinta de goma que se deslizaba por una tabla de madera plana o cóncava. Este tipo de sistema no fue calificado como exitoso, pero proporcionó un incentivo a los ingenieros para considerar los transportadores como un rápido, económico y seguro método para mover grandes volúmenes de material de un lugar a otro. En 1892, Thomas Robinson empezó con algunas invenciones que desarrollaron el proceso de las bandas transportadoras para acarreo de carbón, minerales y otros productos (Hounshell, 1994).

En 1901, Sandvik compañía sueca industrial minera, inventó y empezó el proceso de producción de bandas transportadora hechas de acero. En 1913, Henry Ford, introdujo las líneas de producción basadas mediante bandas transportadoras en las fábricas de producción de la “Ford Motor Company”. Las Figuras 1.13 y 1.14 muestran los inicios de las bandas transportadoras aplicadas en los procesos de producción de esos tiempos.



**Figura 1.13. Fotografía de un sistema de bandas transportadoras en la Ford para el año de 1913 aplicadas al amarado de piezas (Hounshell, 1994)**



**Figura 1.14. Fotografía de un sistema de bandas transportadoras en la Ford para el año de 1913 aplicada al armado de automóviles (Hounshell, 1994)**

Durante los años 1920, las instalaciones de la compañía americana Henry. C. Frick ubicada en Pittsburgh, demostraron que los transportadores de cinta podían trabajar sin ningún problema en largas distancias. Estas instalaciones se realizaron bajo tierra, desde una mina de coque y carbón, recorriendo casi 8 kilómetros. La cinta transportadora consistía de múltiples pliegues de algodón de pato recubierta de goma natural, que eran los únicos materiales utilizados en esos tiempos para su fabricación. En 1972, la sociedad francesa REI creada en New Caledonia, tenía en ese entonces el mayor transportador de banda lineal en el mundo con una longitud de 13.8 kilómetros para transporte de minerales (Hounshell, 1994).

En 1957 la compañía B. F. Goodrich patentó un transportador de banda, el cual tenía un proceso de medio giro que daba la ventaja de generar una vida útil de la banda más larga sobre bandas convencionales ya que exponía toda su superficie para el trabajo de llevar y traer materiales. La Figura 1.15 muestra un ejemplo de este tipo de banda transportadora mostrando el giro que hacia la misma. Actualmente este tipo sistema ya no se utiliza, debido a la gran cantidad de materiales resistentes y durables que existen para la construcción de bandas desarrollados en posteriores años.



**Figura 1.15. Fotografía de un sistema de bandas transportadoras de la B. F. Goodrich del año de 1957 (Hounshell, 1994)**

Durante la Segunda Guerra Mundial (1945), los componentes naturales de los transportadores se volvieron muy escasos, permitiendo que la industria de goma se volcara en crear materiales sintéticos que reemplazaran a los naturales. En 1970, la compañía americana Intralox, en Louisiana, registró la primera patente para bandas transportadoras modulares y en esos años se establece la construcción de bandas con materiales plásticos o de gomas muy resistentes a diversos ambientes y materiales (Hounshell, 1994).

Desde entonces se han desarrollado muchos materiales para aplicaciones muy concretas dentro de la industria, como las bandas con aditivos antimicrobianos para la industria de la alimentación o las bandas con características resistentes para altas temperaturas y corrosión de materiales. La Figura 1.16, muestra bandas transportadoras actualmente utilizadas en centros aeroportuarios.



**Figura 1.16. Fotografía de un sistema de bandas transportadoras actual aplicadas para un aeropuerto (Baselis, 2010)**

### **1.3.2 Tipos de sistemas**

Se considera que un transportador de banda es un sistema automático de distribución que se considera como un elemento de ahorro de trabajo ya que permite mover grandes cantidades o volúmenes rápidamente para ciertos procesos permitiendo a las compañías entregar o recibir enormes cantidades de productos ahorrando espacio y generando menor gasto en mano de obra y traslados.

Existe una amplia variedad de cintas transportadoras, que difieren en su modo de funcionamiento, medio y dirección de transporte, incluyendo transportadores de tornillo, los sistemas de suelo móvil, que usan planchas oscilantes para mover la carga y transportadores de rodillos, que usan una serie de rodillos móviles para transportar cajas o contenedores.

### **1.3.3 Aplicaciones**

Las cintas transportadoras se usan principalmente para transportar materiales granulados, agrícolas e industriales, tales como cereales, carbón, minerales, etcétera, aunque también se pueden usar para transportar personas en recintos cerrados (por ejemplo, en grandes centros comerciales y aeropuertos). A menudo para cargar o descargar buques cargueros o camiones. Para transportar material por terreno inclinado se usan unas secciones llamadas cintas elevadoras.

Las cintas transportadoras se usan como componentes en la distribución y almacenaje automatizados. Combinados con equipos informatizados de manejo de contenedores, permiten una distribución minorista, mayorista y manufacturera más eficiente, permitiendo ahorrar mano de obra y transportar rápidamente grandes volúmenes en los procesos, lo que ahorra costos a las empresas que envían o reciben grandes cantidades, reduciendo además el espacio de almacenaje necesario.

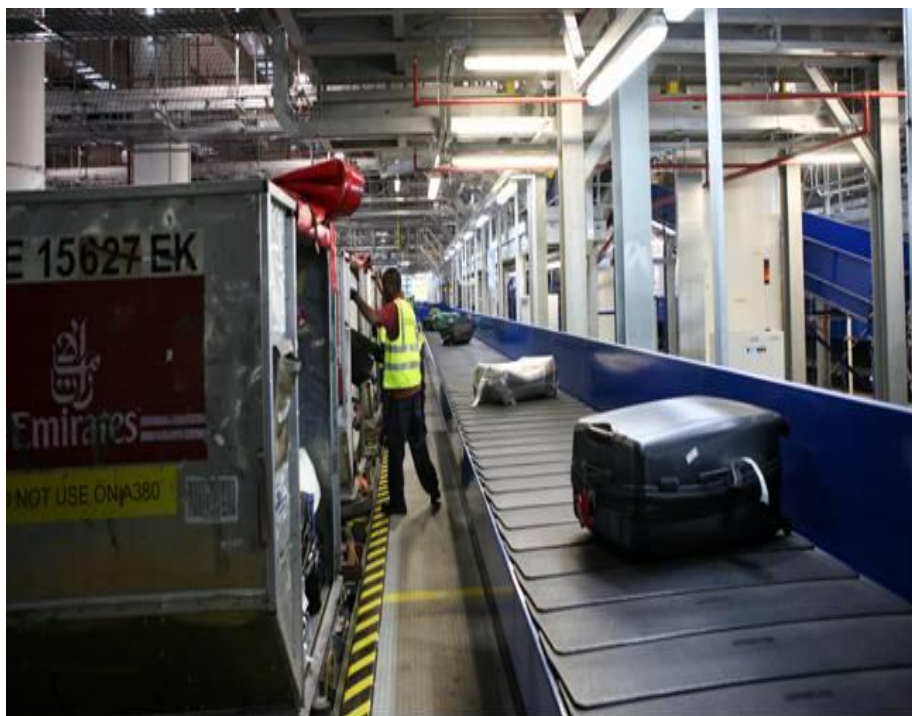
Esta misma tecnología se usa en dispositivos de transporte de personas tales como cintas y escaleras mecánicas y en muchas cadenas de montaje industriales. Las tiendas suelen contar con cintas transportadoras en las cajas para desplazar los artículos comprados. Las estaciones de esquí también usan cintas transportadoras para remontar a los esquiadores. La Figura 1.17, presenta un ejemplo de banda transportadora tipo cinta elevadora para grandes contenedores de carga que son llevados en los aviones.

La cinta transportadora más larga del mundo está en el norte del Sáhara Occidental, tiene aproximadamente 100 kilómetros de longitud (98,653 metros y una velocidad de 4.5 metros por segundo) y va desde las minas de fosfatos de “Bu Craa” hasta la costa sur de “El Aaiun” ciudad capital de la provincia. La cinta transportadora simple más larga tiene 17 km y se usa para transportar caliza y pizarra desde “Meghalaya” (India) hasta “Sylhet” (Bangladesh).

La banda transportadora más grande aplicada en un aeropuerto, es la localizada en el aeropuerto internacional de la ciudad de Dubai en los Emiratos Árabes, con una longitud aproximada de 92 kilómetros. La instalación fue realizada por Siemens en el año de 2008 y es una gran combinación de módulos de bandas y bandejas para repartición de equipajes. La Figura 1.18, muestra una pequeña parte de este enorme sistema de bandas en el aeropuerto de Dubai.



**Figura 1.17. Ejemplo de bandas transportadoras aplicadas para carga en un aeropuerto (Dubai, 2012)**



**Figura 1.18. Sistema de bandas transportadoras aplicadas para el aeropuerto en Dubai (Dubai, 2012)**

# CAPÍTULO 2. FUNDAMENTOS

## 2.1 Instalaciones eléctricas

En primer lugar se necesita conocer las instalaciones eléctricas de media y baja tensión, y para ello se define previamente “sistema eléctrico”, que es un conjunto de circuitos interconectados, cuya función es llevar la energía eléctrica generada en el sistema o recibida de otros sistemas, de fuentes autónomas de energía, hasta los puntos de utilización donde se conecta el equipo eléctrico, o hasta otros puntos en que esa energía es transferida a otros sistemas, incluyendo los circuitos y equipos auxiliares destinados a su funcionamiento. Este es un concepto muy amplio y puede aplicarse tanto a un sistema eléctrico de una ciudad como al sistema eléctrico de un predio, de un aeropuerto o un centro comercial (Harper, 2004).

El objetivo fundamental de la instalación eléctrica es cumplir con los requerimientos planteados durante el proyecto de la misma, tendientes a proporcionar el servicio eficiente que satisfaga la demanda de los aparatos que deberán ser alimentados con energía eléctrica. Para dar apoyo a lo anteriormente citado tendrán que conjuntarse los factores siguientes (Harper, 2004):

- Seguridad contra accidentes e incendios. Ya que la presencia de la energía eléctrica significa un riesgo para el humano, se suministrará la máxima seguridad posible para salvaguardar su integridad así como la de los bienes materiales.
- Eficiencia y economía. En este rubro deberá procurarse conciliar lo técnico con lo económico y es donde el proyectista deberá mostrar su ética profesional para no perjudicar al cliente.
- Accesibilidad y distribución. Se ubicará adecuadamente cada parte integrante de la instalación eléctrica, sin perder de vista la funcionabilidad y la estética.
- Mantenimiento. Con el fin de que una instalación eléctrica aproveche al máximo su vida útil, resulta indispensable considerar una labor de mantenimiento preventivo adecuada.

Una instalación eléctrica puede definirse como el conjunto de las partes eléctricas y no eléctricas necesarias para el funcionamiento de un sistema eléctrico o de una parte del mismo. En la Tabla 2.1 se indica la conformación de la instalación eléctrica de un aeropuerto.

**Tabla 2.1. Estructura general del sistema eléctrico del aeropuerto (SENER, 2005a)**

Sistema	Estructura	Descripción
Instalación eléctrica de un aeropuerto	El sistema eléctrico del mismo	Conductores, interruptores y demás componentes eléctricos
	Partes no eléctricas necesarias para su funcionamiento	Estructuras de soporte, tableros, canalizaciones y demás componentes no eléctricos

Es decir, se entiende por instalación eléctrica al conjunto integrado por canalizaciones, estructuras, conductores, accesorios y dispositivos que permiten el suministro de energía eléctrica



desde el sistema generador hasta el centro de consumo, para alimentar las máquinas y aparatos que la demanden para su funcionamiento. Para que una instalación eléctrica sea considerada como segura y eficiente se requiere que los productos empleados en ella estén aprobados por las autoridades y normas competentes en curso, que esté diseñada para las tensiones nominales de operación, que los conductores y sus aislamientos cumplan con lo especificado, y que se considere el uso que se dará a la instalación y el tipo de ambiente en que se encontrará.

Para distribuir la energía eléctrica a todos los lugares de un edificio, industria o infraestructura de un aeropuerto, es necesario hacer uso de los diferentes equipos y materiales eléctricos que ofrecen los fabricantes. Además, el propósito principal es distribuir la energía a los equipos en cuestión que la requieran para desarrollar sus funciones, pero sin exponer al personal ó equipo a los daños que puedan ocasionar los conductores con altas corrientes y tensiones elevadas, por lo que, en la construcción de instalaciones eléctricas es importante proteger a los conductores eléctricos contra posibles daños mecánicos a los que puedan estar sometidos, así como a las condiciones ambientales que se deriven de los diferentes procesos productivos donde se localicen dichas instalaciones.

### 2.1.1 Tipos de instalaciones eléctricas

Las instalaciones eléctricas pueden clasificarse tomando como base varios criterios. Si se consideran las etapas de generación, transformación, transmisión y distribución, se tiene que hablar de las centrales eléctricas, de los transformadores elevadores, de las líneas de transmisión, de las subestaciones reductoras y de las redes de distribución. Si se clasifican a las instalaciones eléctricas en función de sus voltajes de operación, necesariamente habría que mencionarse, extra alta tensión, alta tensión, media tensión y baja tensión. Para efectos del tema la Tabla 2.2, indica la clasificación general de las instalaciones eléctricas. Las cuales según la Tabla 2.2, se explican por sí mismas y donde se enfocarán en particular a las industriales aplicadas a un aeropuerto. Tomando en cuenta la clasificación de dicha Tabla 2.2 y las características de las áreas donde se desarrollarán las instalaciones, éstas pueden denominarse como se indica en la Tabla 2.3.

**Tabla 2.2. Clasificación general de las instalaciones eléctricas (SENER, 2005a)**

Tipo de instalaciones	Aplicaciones
Instalaciones eléctricas	Residenciales
	Comerciales
	Industriales

### 2.1.2 Subestaciones eléctricas

Una subestación o una estación eléctrica es un conjunto de construcciones e instalaciones destinadas a alguna de las siguientes funciones: Conversión, transformación, regulación, repartición, distribución y utilización de la energía eléctrica. La Tabla 2.4, indica la clasificación general por aplicación de las subestaciones en cualquier tipo de sistema eléctrico utilizado, y la Tabla 2.5, de la clasificación por tipo de transformación a la cual se aplique o se use dicha subestación (Raull, 1990).

**Tabla 2.3. Clasificación general de las instalaciones eléctricas por área de aplicación (Schneider, 2003)**

Tipo	Descripción
Visibles	Las instalaciones eléctricas son así realizadas, ya que las estructuras de la construcción y el material de los muros impiden el ahogar las canalizaciones, en este caso sí existe protección mecánica y contra los factores ambientales.
Temporales	Este tipo de instalaciones se construyen para abastecer de energía eléctrica por períodos de tiempo cortos, como es en el caso de ferias, carnavales, exposiciones, juegos mecánicos, servicios en obras en proceso, instalaciones provisionales, etc.
De emergencia	Cuando se requiere contar con suministro continuo de energía eléctrica, se coloca una planta de emergencia que generalmente se pone en operación automáticamente al faltar la energía que proporciona la compañía suministradora. Es muy usual encontrar este tipo de instalaciones en grandes centros comerciales, aeropuertos, hospitales, teatros, cines y en industrias que cuentan con un proceso de fabricación continuo.
Ocultas	En este caso la instalación eléctrica presenta un muy buen acabado, ya que quedan visibles solamente las tapas de los contactos, apagadores, de los interruptores y de los centros de carga o tableros. Poseen el grado más alto de estética cuando los accesorios son de buena calidad y presentación. Parte de la canalización va empotrada por pisos y muros y la restante por estructuras o armaduras; en áreas comunes, pasillos, oficinas, donde quedan cubiertas con falso plafón.
A prueba de explosión	Las instalaciones eléctricas a prueba de explosión se construyen en los locales y ambientes donde existen polvos o gases explosivos, así como partículas en suspensión factibles de incendiarse. Las canalizaciones deberán cerrar herméticamente. Por ejemplo, generalmente se desarrollan este tipo de instalaciones en minas, gaseras, plantas petroquímicas, etc.

**Tabla 2.4. Clasificación general de las subestaciones eléctricas (Raull, 1990)**

Clasificación	Descripción
Interior	Si la instalación está contenida en un local que la protege de los agentes atmosféricos. Por ejemplo, en un centro comercial o un aeropuerto.
Exterior	Si está constituida por equipos instalados a la intemperie. Por ejemplo, la red general de CFE.
Mixta	Cuando sólo algunos de los equipos de media o alta tensión son tipo interior. Ejemplo, la red de CFE o empresas de transformación.

**Tabla 2.5. Tipos de subestaciones eléctricas (Raull, 1990)**

Tipo	Descripción
Subestación transformadora	Cuando transforma tensiones de alta a media tensión, permitiendo adicionalmente distribución de redes de alta y media tensión.
Subestación reductora	Para cuando transforma tensiones de media a baja tensión, puesto que su configuración permite las interconexiones de redes eléctricas.
Instalaciones de enlace	Son las que unen la red de distribución eléctrica de la empresa distribuidora con la instalación interior o receptora.

En baja tensión están compuestas por los siguientes elementos:

- Acometida general
- Líneas repartidoras
- Tablero de medidores (opcional)
- Derivación individual en tableros de distribución interna

En suministros de media tensión, la instalación de enlace es simplemente la parte comprendida entre la celda de corte en el puesto de conexión y medida de la compañía suministradora, y el primer elemento de corte general de la subestación de la instalación receptora (seccionador de entrada).

En aquellos casos que se realice una nueva solicitud de suministro o un aumento de carga, donde las obras impliquen la construcción de nuevos edificios o modificación de importancia en los existentes, al realizar los trámites necesarios para iniciar la construcción, deberá obtenerse la conformidad de la operadora o administrador para la ubicación. Es decir, para el espacio destinado a la acometida, el tablero de medidores y subestación si correspondiera, en coordinación con la empresa suministradora.

### 2.1.3 Mantenimiento de instalaciones

El área de mantenimiento es de primordial importancia en el ámbito de la ejecución de las operaciones en la industria. De un buen mantenimiento depende no sólo un funcionamiento eficiente de las instalaciones, sino que además, es preciso llevarlo a cabo con rigor para conseguir otros objetivos como son el control del ciclo de vida de las instalaciones. Por lo que el mantenimiento consiste en prevenir fallas en un proceso continuo, desde la etapa inicial de todo proyecto y asegurando la disponibilidad planificada a cierto nivel de calidad dado, al menor costo y dentro de la recomendaciones de las normas de seguridad y del medio ambiente aplicables.

Las estrategias convencionales de reparar cuando se produzca la falla ya no funcionan, ya que fueron válidas en el pasado, pero ahora se debe estar consciente de que esperar a que se produzca la avería para intervenir, es incurrir en unos costos excesivamente elevados por pérdidas de producción, deficiencias en la calidad, etc. Por ello, en las empresas industriales se plantea llevar a cabo procesos de prevención de estas averías mediante un adecuado programa de mantenimiento. La evolución del mantenimiento se estructura en cuatro procesos generales indicados en la Tabla 2.6.

**Tabla 2.6. Clasificación de procesos llevados a cabo para mantenimiento industrial (Balper, 2012)**

Tipo de proceso	Descripción
Proceso 1	Se empiezan a realizar tareas de mantenimiento para prevenir averías. Trabajos cíclicos y repetitivos con una frecuencia determinada y establecida.
Proceso 2	Se implanta el mantenimiento a condición. Es decir, se realizan monitoreos de parámetros en función de los cuales se efectuarán los trabajos propios de sustitución o reacondicionamiento de los elementos.
Proceso 3	Se implantan sistemas de mejora continua de los planes de mantenimiento preventivo. Organización y ejecución del mantenimiento. Se establecen los grupos de mejora y seguimiento de las acciones.
Proceso 4	El objetivo fundamental va encaminado a aumentar la disponibilidad de las instalaciones reduciendo el número de averías, costos y aumentando su duración.

El mantenimiento de equipos, infraestructuras, herramientas, maquinaria, etc. representa una inversión que a mediano y largo plazo acarreará ganancias no sólo para el empresario a quien ésta inversión se le revertirá en mejoras en su producción, sino también el ahorro que representa tener trabajadores sanos e índices de accidentalidad bajos. Así, los servicios e instalaciones pueden cumplir la función para la cual fueron proyectados con la capacidad y calidad especificadas definidas por los requerimientos nacionales e internacionales. Las Tablas 2.7 y 2.8, indican un ejemplo de índices de accidentes dentro de las instalaciones de un aeropuerto internacional tomadas del reporte de sustentabilidad del grupo aeroportuario Centro Norte (OMA, 2011).

**Tabla 2.7. Índices de accidentes de trabajo en aeropuertos operados por el grupo aeroportuario Centro Norte (OMA, 2011)**

	Monterrey	Torreón	Acapulco	Zacatecas	Culiacán	Chihuahua	Durango
2009	4	1	0	0	0	0	0
2010	2	0	1	1	0	0	0
2011	5	0	0	1	0	0	0
	Mazatlán	Reynosa	San Luis	Tampico	Zihuatanejo	Juárez	Corporativo
2009	0	0	0	0	0	0	0
2010	0	0	0	0	0	0	0
2011	0	0	0	2	0	1	0

**Tabla 2.8. Índices de días perdidos de trabajo en aeropuertos operados por el grupo aeroportuario Centro Norte (OMA, 2011)**

	Monterrey	Torreón	Acapulco	Zacatecas	Culiacán	Chihuahua	Durango
2009	24	7	0	0	0	0	0
2010	18	0	3	110	0	0	0
2011	125	0	0	28	0	0	0
	Mazatlán	Reynosa	San Luis	Tampico	Zihuatanejo	Juárez	Corporativo
2009	0	0	0	0	0	0	0
2010	0	0	0	0	0	0	0
2011	0	0	0	52	0	66	0

El mantenimiento representa un arma importante en seguridad laboral, ya que un gran porcentaje de accidentes son causados por desperfectos en los equipos que pueden ser prevenidos. El mantener las áreas y ambientes de trabajo con adecuado orden, limpieza, iluminación, etc. es parte del mantenimiento preventivo de los sitios de trabajo. Cabe mencionar que el mantenimiento no sólo debe ser realizado por el departamento encargado de esto. Cualquier trabajador debe ser concientizado en mantener en buenas condiciones los equipos, herramientas, maquinarias, y con esto permitirá mayor responsabilidad del trabajador y prevención de accidentes.

La Tabla 2.9, indica en forma general, según estadísticas del Instituto Mexicano del Seguro Social (IMSS) la tasa de reducción de accidentes por división económica nacional, indicando que la división 7, corresponde al área de aeropuertos. Los principales objetivos del mantenimiento, manejados con un criterio económico y encausado a un ahorro en los costos generales de producción son los indicados en la Tabla 2.10. Tomando en cuenta que las instalaciones eléctricas son un componente importante de los sistemas de potencia, además de ser los de mayor costo económico, y que la continuidad del servicio depende en gran parte de ellas; es necesario aplicar a estos sistemas una adecuada gestión de procesos y objetivos de mantenimiento. Esta gestión deberá observar al

mantenimiento preventivo, englobando al mantenimiento predictivo, para revisar con cierta frecuencia el estado de los equipos. Al mantenimiento correctivo para reparaciones o reemplazos preventivos, el cual deberá tener cierta planificación para intervenciones de emergencia, y al mantenimiento proactivo, para el análisis y revisión periódica de la gestión, y para la evolución del mantenimiento y sus procedimientos. Todo esto interrelacionado entre sí, dando a la conformación del mantenimiento integrado.

**Tabla 2.9. Reducción en la tasa de accidentes por división económica nacional (IMSS, 2011)**

División económica	Descripción	Número de trabajadores	Tasa de accidentes de trabajo	Reducción respecto de la tasa nacional (%)
0	Agricultura, ganadería, silvicultura, pesca y caza	322	1.86	33.6
1	Industrias extractivas	5,710	2.19	21.8
2	Industrias de transformación	93,888	0.91	67.5
3	Industrias de transformación	332,383	0.62	77.9
4	Industria de la construcción	4,233	0.71	74.6
5	Industria eléctrica y captación y suministro de agua potable	423	0.00	100
6	Comercio	19,165	1.73	38.2
7	Transportes y comunicaciones	8,200	1.73	38.2
8	Servicios para empresas, personas y el hogar	25,774	1.21	56.8
9	Servicios sociales y comunales	283	0.00	100
	Total	490,381	0.79	71.8

**Tabla 2.10. Clasificación de los objetivos generales para el mantenimiento industrial (Balper, 2012)**

Objetivo	Descripción
Inspección	Llevar a cabo una inspección sistemática de todas las instalaciones con intervalos de control para detectar oportunamente cualquier desgaste o ruptura, manteniendo los registros adecuados.
Revisión	Mantener permanentemente los equipos e instalaciones en su mejor estado para evitar los tiempos de parada que aumenten costos. Se debe anticipar a lo que puede pasar.
Reparación	Efectuar las reparaciones de emergencia lo más pronto, empleando métodos más fáciles de reparación. Mantenimiento correctivo.
Proyección	Sugerir, planificar y proyectar mejoras en las instalaciones para disminuir daños.
Control y tiempos	Controlar el costo directo del mantenimiento mediante el uso correcto y eficiencia del tiempo, materiales, hombres y servicio.

Durante la ejecución del servicio de mantenimiento integrado, se deben de cumplir las condiciones de seguridad establecidas en la norma NOM – 029 – STPS – 2011, para el mantenimiento de instalaciones eléctricas en los centros de trabajo. Esta norma establece las condiciones de seguridad para la realización de actividades de mantenimiento de las instalaciones eléctricas en los centros de trabajo, a fin de evitar accidentes al personal responsable de llevarlas a cabo y a personas ajenas a dichas actividades que pudieran estar expuestas.

La Tabla 2.11 muestra en base a la NOM – 029 – STPS – 2011, las medidas de seguridad que pueden adoptarse cuando se realicen actividades básicas de mantenimiento a instalaciones eléctricas con tensiones menores a 600 V, aplicadas a todo tipo de establecimientos con sus respectivas excepciones. Adicionalmente a los procesos recomendados para el manejo de instalaciones eléctricas en baja tensión, para un voltaje de 600 V, se puede recomendar que también se aplique lo siguiente en dichas actividades de mantenimiento (Balper, 2012):

- a) Verificación del sistema. Se realizará una prueba general del sistema completo al ser instalado, y posteriormente a intervalos periódicos.
- b) Prueba con carga. Se deben proveer medios necesarios para la prueba de sistemas de emergencia de alumbrado y fuerza, en condiciones de carga máxima.
- c) Pruebas periódicas. Los sistemas se deben probar periódicamente por el usuario, para asegurar que los trabajos de mantenimiento son los adecuados para mantener las condiciones apropiadas de funcionamiento.
- d) Mantenimiento de sistemas de respaldo. Los sistemas de respaldo, incluyendo las baterías utilizadas para el respaldo eléctrico, deben tener mantenimiento periódico. Revisión de vida útil de las mismas.
- e) Registros escritos o bitácora. Se debe mantener un registro o bitácora de todas las pruebas y trabajos de mantenimiento, para realización de un control histórico de equipos y sus periodos de vida o de garantía.

Estas supervisiones deben ser realizadas por profesionales y técnicos especializados y son directamente responsables de las áreas que les toca revisar, llevando información al director o gerente del sistema de administración de mantenimiento para que se tomen las acciones correspondientes en caso de falla o deterioro. Tomando una consideración final que para el tipo de mantenimiento de áreas operacionales, se debe contar con materiales, equipo o maquinaria más conveniente para realización de dichas reparaciones, reposiciones y correcciones que puedan realizarse con el personal de apoyo al mantenimiento de estas áreas. Hay que hacer notar que un buen sistema de mantenimiento, acorde a las normas y especificaciones de operación de una instalación sea cual sea, traerá como consecuencia un servicio eficaz y seguro de la misma.

**Tabla 2.11. Medidas de seguridad para actividades básicas de mantenimiento a instalaciones eléctricas con tensiones menores a 600 V (STPS, 2011a)**

Actividad	Medida de seguridad										
	Contar con orden o plan de trabajo	Emplear instrumentos de medición de acuerdo con el nivel de tensión que se maneje	Utilizar herramientas adecuadas	Mantener las distancias de seguridad	No tocar la parte conductora de energía	Realizar las actividades sólo con personal capacitado	Disponer de instrucciones o procedimientos de seguridad	Desenergizar o desconectar el circuito	Verificar la ausencia de potencial	Disponer del equipo de trabajo, maquinaria, herramientas e implementos de protección aislante	Usar equipo de protección personal adecuado
Realizar revisiones de las instalaciones eléctricas	x	x		x	x	x	x				x
Sustituir fusibles	x	x	x			x	x	x			x
Cambiar una lámpara o foco	x	x	x			x	x	x			x
Sustituir un balastro de una lámpara	x	x	x			x	x	x	x		x
Comprobar tensión eléctrica de un contacto	x	x	x			x	x		x		x
Reemplazar un interruptor	x	x	x			x	x	x	x		x
Reubicar un interruptor	x	x	x			x	x	x	x	x	x
Comprobar la puesta a tierra	x	x	x		x	x	x				x
Reemplazar conductores en mal estado	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Limpieza exterior de las cajas de conexión de contactos e interruptores	x	x	x		x	x	x			x	x
Trabajos en tableros de distribución	x	x	x			x	x	x	x		x
Mediciones eléctricas, calibración, localización de fallas	x	x	x		x	x	x				x
Reemplazar un motor o bomba	x	x	x			x	x	x	x		x
Realizar empalmes en líneas o circuitos	x	x	x		x	x	x	x	x	x	x
Apertura y revisión de elementos de protección	x	x		x	x	x	x		x	x	x

## 2.2 Instalaciones de bandas transportadoras

Dentro de la terminal de pasajeros, el éxito del proyecto de las instalaciones de esta misma, se basa en el cumplimiento de las necesidades de quien lo vaya a utilizar. En la terminal de pasajeros, se tienen tres tipos de usuarios: El pasajero y sus acompañantes, las líneas aéreas y la autoridad aeroportuaria. La mayor parte de los proyectos de las terminales se preocupan fundamentalmente de las necesidades de los pasajeros. El número de pasajeros es mucho mayor que el número de empleados, de las líneas aéreas y del aeropuerto, y es por eso que existen estas terminales (Glidepath, 2012).

Al pasajero se le considera como una fuente de ingresos durante el tiempo en que éste está en la terminal, por eso, la máxima satisfacción de las necesidades del pasajero es el objetivo principal de la mejora en instalaciones de las terminales. Las líneas aéreas es otra de las fuentes principales de ingresos del aeropuerto y a la vez constituyen una de las áreas funcionales principales en las operaciones del aeropuerto. La terminal del aeropuerto actúa como el lugar de transferencia entre el aire y tierra en el llamado “viaje aéreo”, que efectúan los pasajeros. Para que la terminal permita un máximo nivel de servicio para los pasajeros y visitantes, las instalaciones pueden clasificarse como: Accesos (incluyendo el enlace de tierra), áreas de tramitación de pasajeros, áreas de espera de pasajeros, circulaciones interiores, enlaces al aire, bandas de transportación de equipaje y líneas aéreas y de apoyo (Ashford y Wright, 2005).

Contrariamente a casi todos los demás medios de transporte, en el transporte aéreo se acostumbra a separar los pasajeros de sus equipajes durante el tramo de vuelo. Esto viene a sumarse sustancialmente a la complejidad del viaje aéreo y complica seriamente el diseño de la terminal de pasajeros, dado que es esencial que la separación y reencuentro del pasajero y sus equipajes se lleve a cabo con la máxima eficacia y a un nivel de confiabilidad extremadamente alto (Glidepath, 2012). La clasificación para cada vuelo en particular en lo que a equipaje se refiere, depende grandemente del tamaño del aeropuerto y del número de vuelos con equipaje que se realicen al mismo tiempo. Dado que la clasificación manual de equipajes se hace difícil cuando hay muchos pasajeros en un vuelo y grandes volúmenes de equipajes y para reducir los costos de mano de obra, se recurre a la revisión y clasificación mecánica mediante bandas transportadoras y elementos detectores de rayos X (Ashford y Wright, 2005).

En base a la tendencia de crecimiento de pasajeros, la Tabla 2.12, muestra el crecimiento empleado para hacer una proyección de capacidad de las instalaciones en hora pico y determinar dicha capacidad a futuro. Utilizando la Tabla 2.12, y de los datos obtenidos de Nolasco y Ramírez, (2009), se determina que el número de pasajeros por operaciones en hora pico es de 3654 pasajeros por cada hora pico de operación en el aeropuerto de la ciudad de Monterrey para la terminal A, pero considerando que este incremento es a largo plazo para un periodo de casi 8 años. La información recabada para determinar la hora pico, es obtenida de los itinerarios de las aerolíneas más importantes que operan en la terminal A del aeropuerto de Monterrey, y cuyo valor se determinó que fuera las 8:00 a.m. (Nolasco y Ramírez, 2009).

De los datos de la Tabla 2.12 se establece una característica importante de referencia en cuanto a la capacidad de la banda transportadora, para el sistema de documentación de equipaje, establecido en la terminal A del aeropuerto de Monterrey.



**Tabla 2.12. Tendencia de crecimiento de pasajeros anuales hasta el año 2020 en el aeropuerto de Monterrey (Nolasco y Ramírez, 2009)**

Año	Pasajeros
2007	5,243,612
2008	5,580,247
2009	5,935,159
2010	6,309,133
2011	6,702,973
2012	7,117,508
2013	7,553,586
2014	8,012,082
2015	8,493,889
2016	8,999,925
2017	9,531,129
2018	10,088,465
2019	10,672,915
2020	11,285,486

Por otro lado, para cumplir los requerimientos de seguridad de un aeropuerto, referentes a la garantía de seguridad del contenido del equipaje que involucra la detección de explosivos y otras amenazas, se incorpora el escaneo continuo del 100 % del equipaje facturado o documentado. Todas las maletas pasan por las máquinas de rayos X, que están integradas al sistema de transporte por medio de bandas transportadoras. Las imágenes del contenido de las maletas que fallan en la clasificación del Nivel I de seguridad (EDX) son identificadas para una inspección adicional física por un operador de Nivel II de seguridad (operadores). Si una maleta permanece sospechosa, es redirigida por el sistema de transporte al dispositivo de detección de explosivos Nivel III (EDS) para una inspección más detallada. Finalmente llegar a un Nivel IV (operador de seguridad aeroportuaria) implica la aplicación de un procedimiento de rápida actuación para eliminar la amenaza (DGAC, 2011).

El funcionamiento general del sistema de transporte de equipajes mediante bandas transportadoras se puede escalonar como sigue (DGAC, 2011):

- Entrega del equipaje en mostradores.
- Introducción del equipaje al sistema.
- Desplazamiento del equipaje a Nivel I (EDX) de seguridad.
- Equipaje se visualiza en el Nivel II de seguridad (operador).
- Entrega del equipaje normal (libre) a carrusel para carga.
- Retiro del equipaje para cargarlo en la aeronave.
- Equipaje alarmado continúa a revisión superior de seguridad.
- Nueva revisión del equipaje en el Nivel II de seguridad (operador).
- Equipaje liberado se entrega para acarreo y traslado a la aeronave (proceso de “handling” de equipaje).
- Equipaje nuevamente alarmado pasa a Nivel III de seguridad (EDS, scanner rayos X), revisión mayor.
- Revisión de equipaje en scanner.
- Entrega del equipaje normal (libre) a carrusel para carga.

- Equipaje alarmado continúa a Nivel IV (operador de seguridad aeroportuaria) y se aplican algunos procedimientos.
- Equipaje sospechoso activa procedimiento (agrupación de antisequestros aéreos, fuerza aérea, policía federal o ejército, en su grupo de élite que tiene como función principal el de guardar e intervenir si fuese necesario en cualquier tipo de contingencia aérea).
- Retiro del equipaje peligroso de la terminal de pasajeros para destrucción final, en sitio especial del aeropuerto.

El sistema general y su acomodo de los diversos módulos (sólo como ejemplo para una zona de la terminal) para bandas transportadoras se pueden observar en la Figura 2.1 y en la Figura 2.2 algunos cortes para este mismo sistema de forma general y cuya colocación se establece en base al proyecto de Siemens (2010). La Tabla 2.13, contiene los datos técnicos de diseño del sistema de bandas transportadoras y cuyos datos se basan en parte de los obtenidos de la Tabla 2.12 (Nolasco y Ramírez, 2009) y en datos del constructor y diseñador Siemens (2010).

**Tabla 2.13. Datos técnicos de diseño para las bandas transportadoras (Siemens, 2010)**

Descripción	Datos
Capacidad para la zona 1	956 maletas por hora
Capacidad para la zona 2	678 maletas por hora
Capacidad de carga	40 lb/ft
Voltaje de operación	480 V en corriente alterna
Velocidad de la banda	90 – 200 cm por minuto
Potencia de los motores	0.3 – 2.6 kW
Acabados en áreas vista al público	En acero inoxidable
Acabados en áreas ocultas al público	En color azul de esmalte

La Tabla 2.14, determina los valores estimados del tamaño de equipaje que puede manejar la banda transportadora, sin tener problema de generar atrasos o que se atoren los mismos.

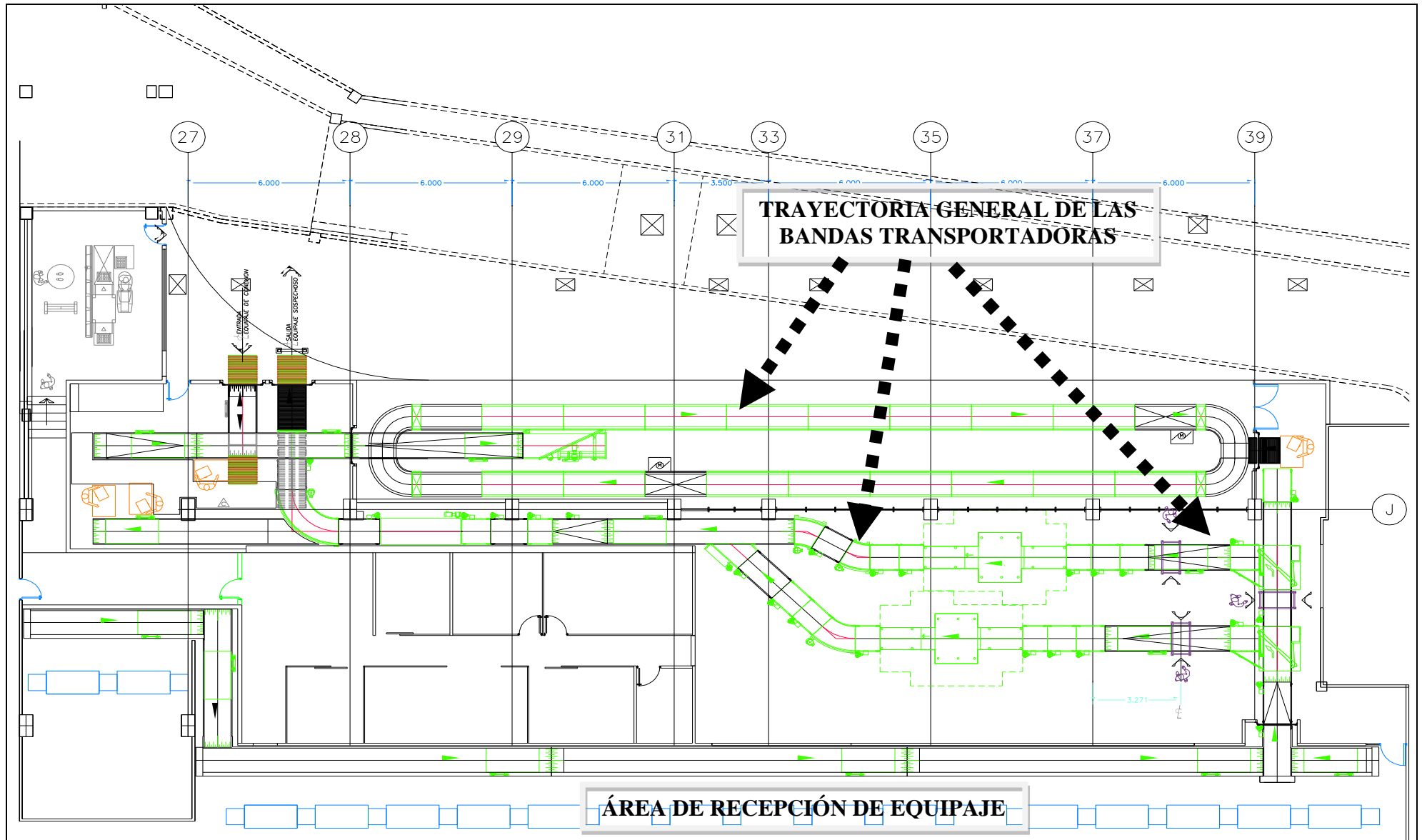


Figura 2.1. Esquema general del sistema de bandas transportadoras de Siemens en zona 2 (Siemens, 2010)

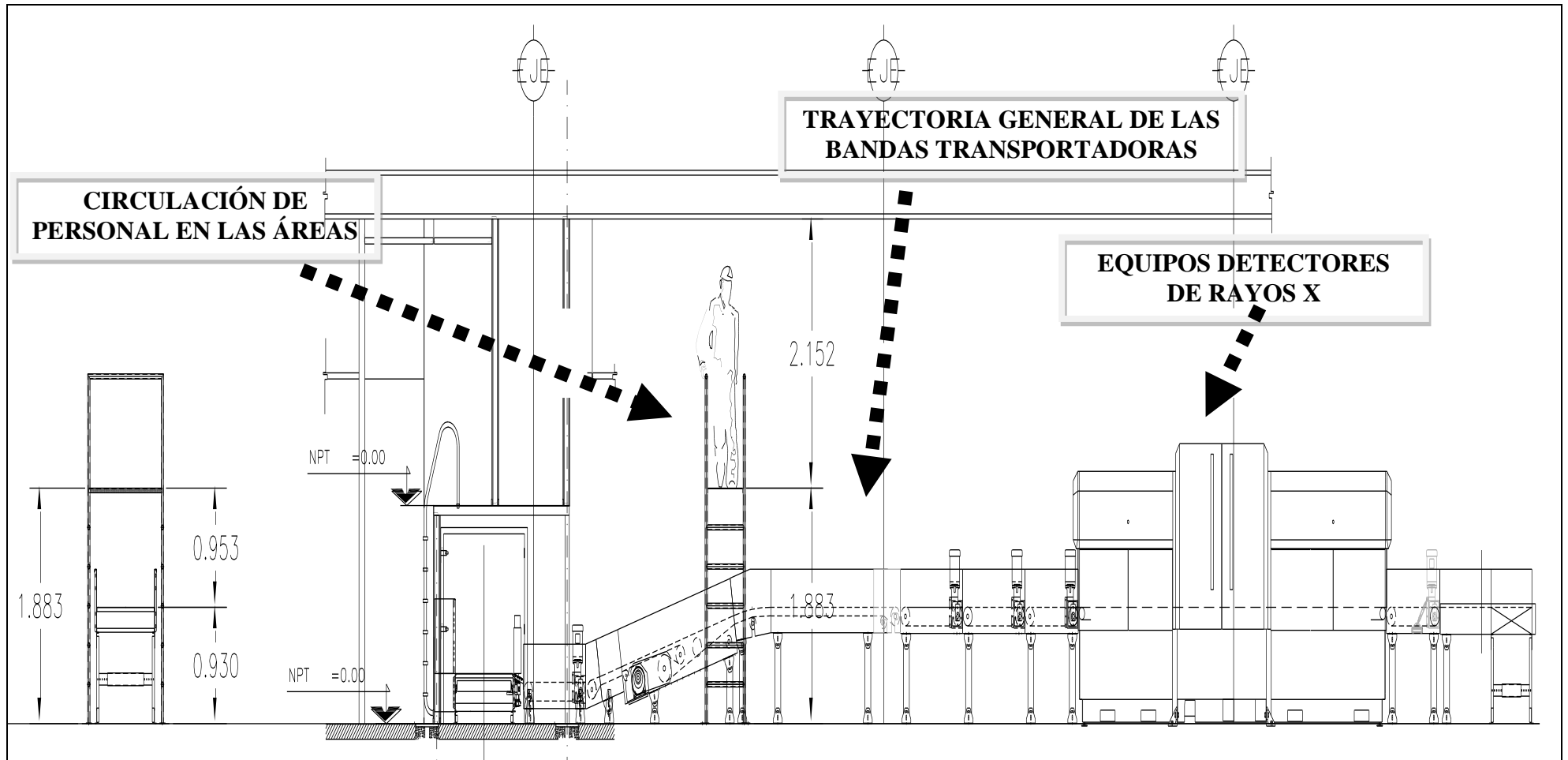
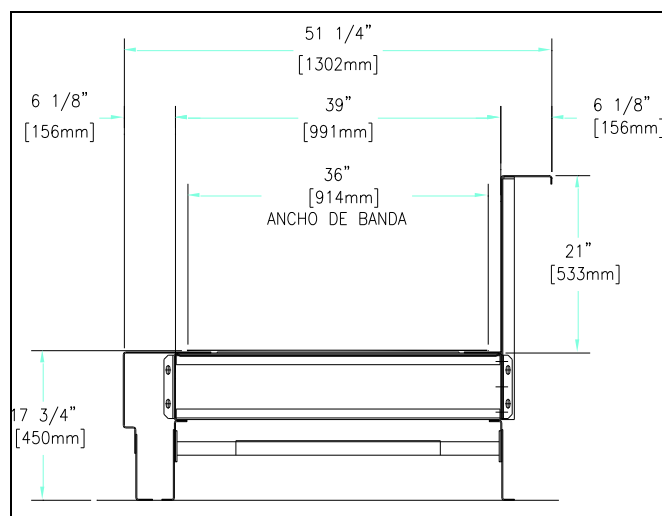


Figura 2.2. Cortes generales del sistema de bandas transportadoras de Siemens (Siemens, 2010)

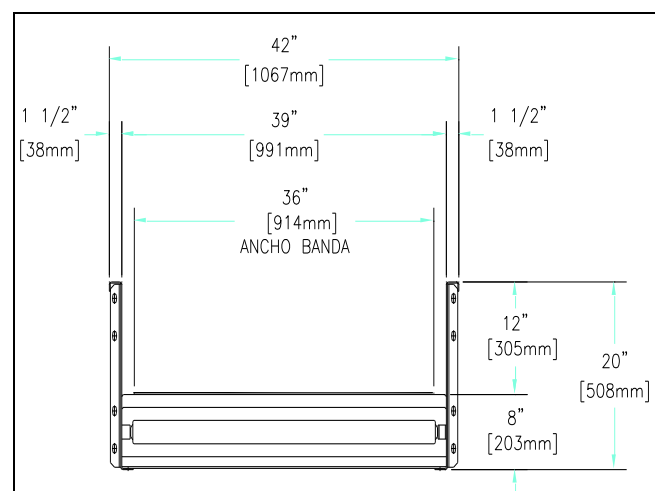
**Tabla 2.14. Tamaños de equipajes estimados para las bandas transportadoras (Siemens, 2010)**

	Largo	Ancho	Alto	Peso
Máximo	1372 mm	610 mm	762 mm	54 kg
Mínimo	229 mm	76 mm	51 mm	0.5 kg

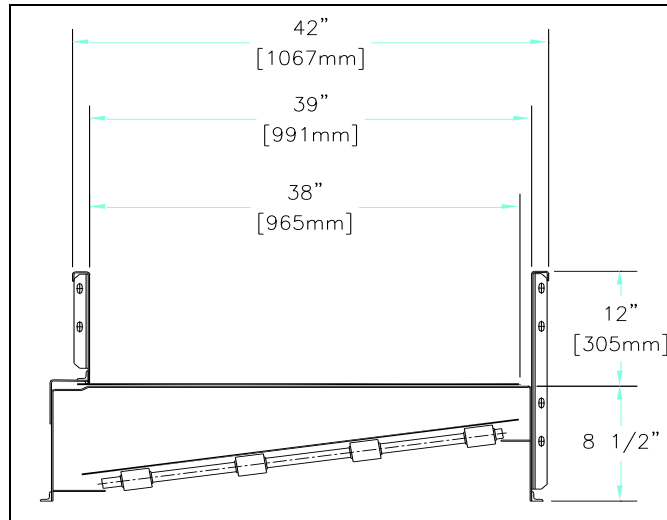
El sistema de bandas transportadoras mostrado en las Figuras 2.11 y 2.12 para cada zona de la terminal, señala la ubicación de cada módulo (en el Lay Out de la terminal) que conforma las bandas y cuyo acomodo y medidas se establecen en la Tabla 2.15 para zona 1 y la Tabla 2.16 en la zona 2 para identificar cada módulo con su nomenclatura, su longitud aproximada, su altura de descarga, velocidad en cmpm (centímetros de banda por minuto) y potencia de consumo eléctrica aproximada. Esta misma nomenclatura es la utilizada en las Tablas 3.2 a 3.5 del capítulo 3, para determinación de valores eléctricos y controladores para su funcionamiento en sus tableros. Las Figuras 2.3 a 2.10, muestran la configuración de cada módulo con sus medidas aproximadas y sus nombres de identificación general.



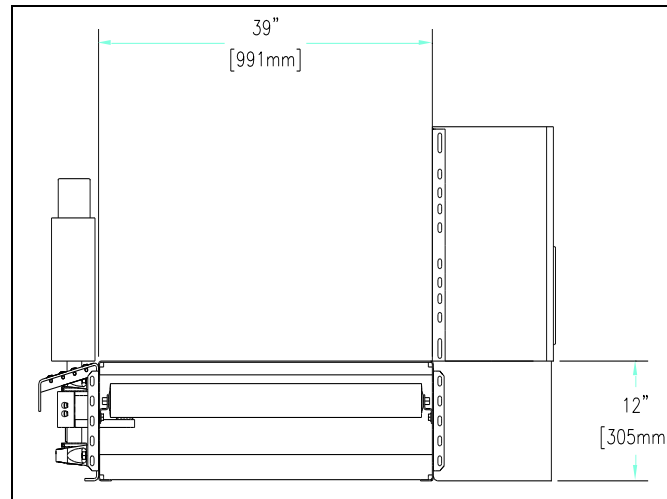
**Figura 2.3. Esquema de la sección típica lineal para área de documentación visible (Siemens, 2010)**



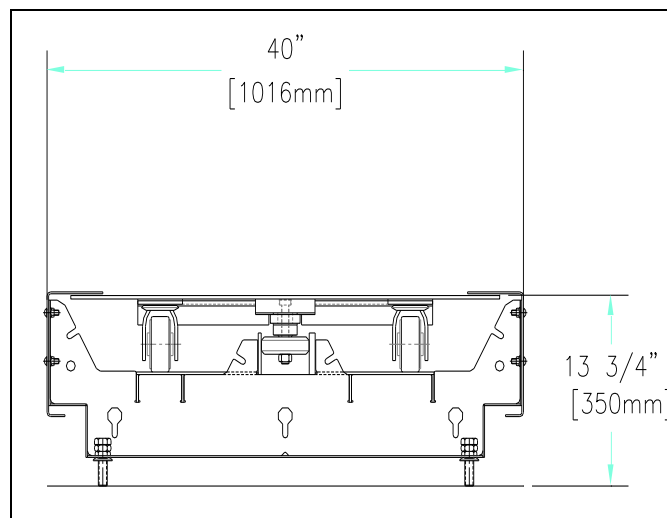
**Figura 2.4. Esquema de la sección típica para área de transportación lineal oculta (Siemens, 2010)**



**Figura 2.5. Esquema de la sección típica para curva de banda en 45° y 90° (Siemens, 2010)**



**Figura 2.6. Esquema de la sección típica llamada “High Speed Diverter” divisor de alta velocidad (Siemens, 2010)**



**Figura 2.7. Esquema de la sección típica llamada “Flat Plate” carrusel o banda plana (Siemens, 2010)**

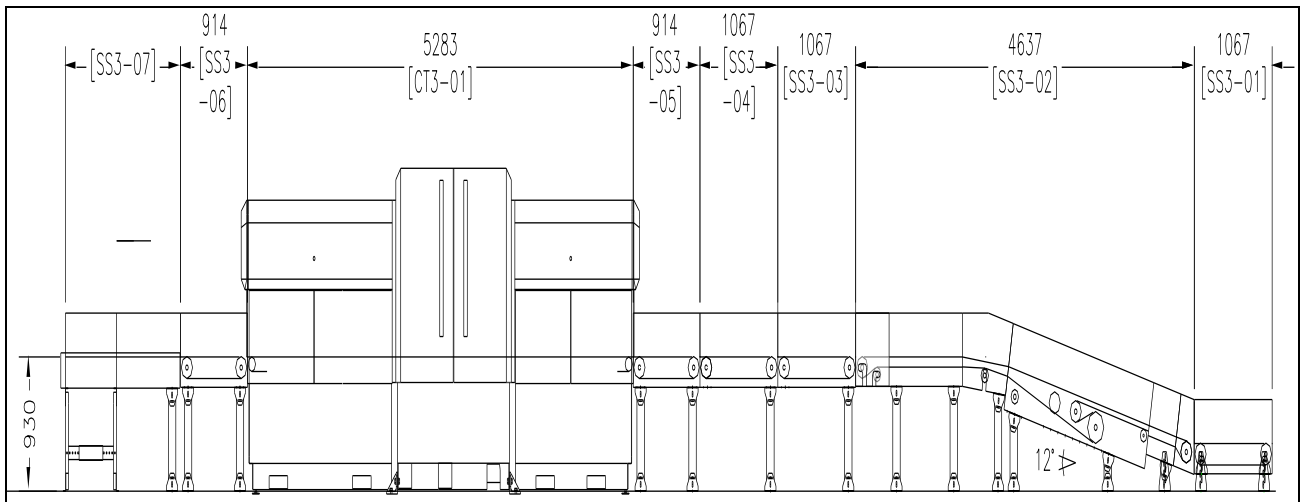
**Tabla 2.15. Datos técnicos de los módulos para bandas transportadoras en zona 1 (Siemens, 2010)**

Identificación	Longitud en m	Altura de carga en m	Altura de descarga en m	Velocidad en cmpm	Potencia en kW
TC1 – 01	4.26	0.55	0.55	90	1.8
TC1 – 02	5.49	0.50	0.50	90	1.8
TC1 – 03	13.93	0.45	0.45	90	2.6
TC1 – 04	13.93	0.45	0.45	90	2.6
TC1 – 05	13.93	0.45	0.45	90	2.6
TC1 – 06	2.38	0.40	0.40	150	0.9
TC1 – 07	1.49	0.40	0.40	180	0.9
M1 – 01	7.81	0.4	0.4	200	2.6
HSD1 – 01	1.82	0.4	0.4	200	2.29
HSD1 – 02	1.82	0.4	0.4	200	2.29
OS1 – 01	1.06	0.4	0.4	150	0.9
OS1 – 02	1.16	0.55	0.45	–	–
SS1 – 01	1.06	0.33	0.33	200	0.9
SS1 – 02	5.39	0.33	0.93	180	2.6
SS1 – 03	1.06	0.93	0.93	150	0.9
SS1 – 04	1.06	0.93	0.93	150	0.9
SS1 – 05	0.91	0.93	0.93	150	0.9
CT1 – 01	5.28	0.93	0.93	150	2.6
SS1 – 06	0.91	0.93	0.93	150	0.9
SS1 – 07	45°	0.93	0.93	120	1.3
SS1 – 08	1.06	0.93	0.93	150	0.9
SS1 – 09	1.06	0.93	0.93	180	0.9
SS1 – 10	1.76	0.93	1.00	180	0.9
SS1 – 11	0.92	1.00	1.00	180	1.8
SS1 – 12	6.35	0.93	0.93	180	2.6
SS1 – 13	2.04	0.93	0.99	180	0.9
SS1 – 14	0.91	0.99	0.99	180	0.9
SS1 – 15	1.76	0.99	0.99	180	0.9
SS1 – 16	1.06	0.99	0.99	200	0.9
LS1 – 01	2.66	0.99	1.62	200	1.49
CB1 – 01	1.90	1.62	1.62	200	0.9
CB1 – 02	90°	1.62	1.62	200	1.8
CB1 – 03	1.27	1.62	1.62	200	0.9
CB1 – 04	2.97	1.55	1.55	200	0.9
MU1 – 01	5.91	1.55	0.46	170	1.8
MU1 – 02	4.26	0.46	0.46	140	1.8
MU1 – 03	66.86	0.35	0.35	90	4.8
SS2 – 01	1.06	0.33	0.33	200	0.9
SS2 – 02	3.63	0.33	0.93	180	1.8
SS2 – 03	1.06	0.93	0.93	150	0.9
SS2 – 04	1.06	0.93	0.93	150	0.9
SS2 – 05	0.91	0.93	0.93	150	0.9
CT2 – 01	5.28	0.93	0.93	150	2.6
SS2 – 06	0.91	0.93	0.93	150	0.9
SS2 – 07	1.06	0.93	0.93	120	0.9
SS2 – 08	30°	0.93	0.93	150	1.3
SS2 – 09	1.17	0.93	0.93	180	0.9
SS2 – 10	30°	0.93	0.93	180	1.3
SB1 – 01	7.95	0.33	0.33	120	1.8
CB2 – 01	3.54	0.62	1.55	90	1.8
X1 – 01	5.18	0.33	0.33	90	1.8
X1 – 02	1.52	0.33	0.33	–	–
X1 – 03	4.31	0.33	0.33	–	–
X1 – 04	1.52	0.33	0.33	–	–

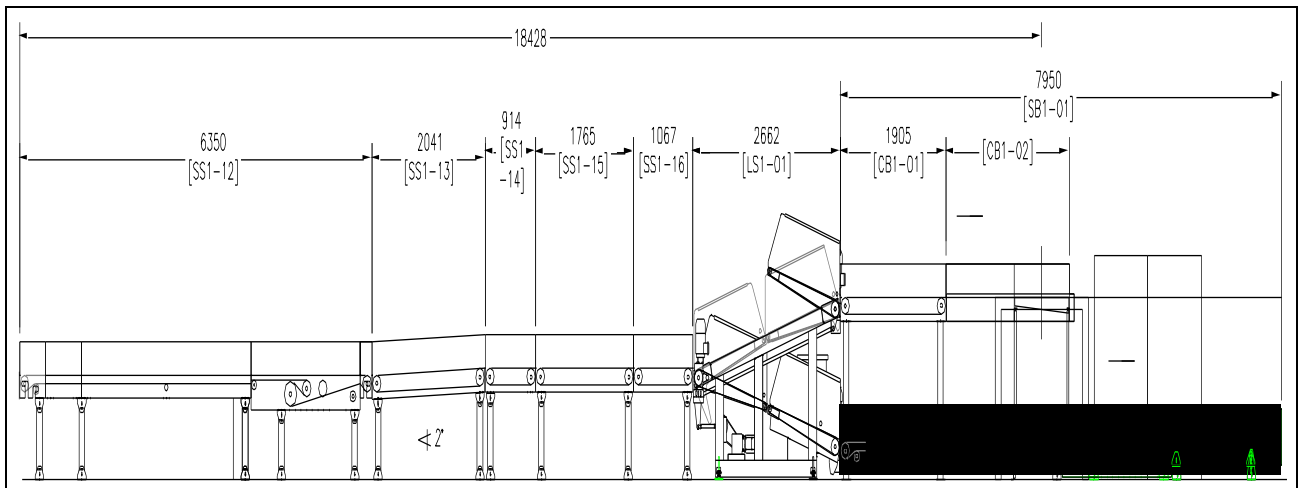
**Tabla 2.16. Datos técnicos de los módulos para bandas transportadoras en zona 2 (Siemens, 2010)**

Identificación	Longitud en m	Altura de carga en m	Altura de descarga en m	Velocidad en cpm	Potencia en kW
TC3 – 01	6.65	0.55	0.55	90	1.8
TC3 – 02	5.73	0.50	0.50	90	1.8
TC3 – 03	13.17	0.45	0.45	90	2.6
TC3 – 04	13.17	0.45	0.45	90	2.6
TC3 – 05	13.17	0.45	0.45	90	2.6
TC3 – 06	2.38	0.40	0.40	150	0.9
TC3 – 07	3.22	0.45	0.45	90	1.3
TC3 – 08	1.83	0.40	0.40	180	0.9
M3 – 01	7.81	0.4	0.4	200	2.6
HSD3 – 01	1.82	0.4	0.4	200	2.29
HSD3 – 02	1.82	0.4	0.4	200	2.29
OS3 – 01	1.06	0.4	0.4	150	0.9
OS3 – 02	1.16	0.55	0.45	–	–
SS3 – 01	1.06	0.33	0.33	200	0.9
SS3 – 02	4.63	0.33	0.93	180	1.8
SS3 – 03	1.06	0.93	0.93	150	0.9
SS3 – 04	1.06	0.93	0.93	150	0.9
SS3 – 05	0.91	0.93	0.93	150	0.9
CT3 – 01	5.28	0.93	0.93	–	–
SS3 – 06	0.91	0.93	0.93	150	0.9
SS3 – 07	45°	0.93	0.93	120	1.3
SS3 – 08	1.06	0.93	0.93	150	0.9
SS3 – 09	1.06	0.93	0.93	180	0.9
SS3 – 10	1.76	0.93	1.00	180	0.9
SS3 – 11	0.92	1.00	1.00	180	1.8
SS3 – 12	6.90	0.93	0.93	180	2.6
SS3 – 13	2.04	0.93	0.99	180	0.9
SS3 – 14	0.91	0.99	0.99	180	0.9
SS3 – 15	1.76	0.99	0.99	180	0.9
SS3 – 16	1.06	0.99	0.99	200	0.9
LS3 – 01	2.66	0.99	1.62	200	1.49
CB3 – 01	1.90	1.62	1.62	200	0.9
CB3 – 02	90°	1.62	1.62	200	1.8
CB3 – 03	1.27	1.62	1.62	200	0.9
CB3 – 04	5.69	1.55	1.55	200	2.6
MU3 – 01	5.91	1.55	0.46	170	1.8
MU3 – 02	4.26	0.46	0.46	140	1.8
MU3 – 03	66.86	0.35	0.35	90	4.8
SS4 – 01	1.06	0.33	0.33	200	0.9
SS4 – 02	3.02	0.33	0.93	180	1.8
SS4 – 03	1.06	0.93	0.93	150	0.9
SS4 – 04	1.06	0.93	0.93	150	0.9
SS4 – 05	0.91	0.93	0.93	150	0.9
CT4 – 01	5.28	0.93	0.93	–	–
SS4 – 06	0.91	0.93	0.93	150	0.9
SS4 – 07	1.06	0.93	0.93	120	0.9
SS4 – 08	30°	0.93	0.93	150	1.3
SS4 – 09	1.17	0.93	0.93	180	0.9
SS4 – 10	30°	0.93	0.93	180	1.3
SB3 – 01	10.61	0.33	0.33	120	2.6
CB4 – 01	3.54	0.62	1.55	90	1.8
X3 – 01	2.88	0.33	0.33	90	1.8
X3 – 02	1.52	0.33	0.33	–	–
X3 – 03	5.02	0.33	0.33	–	–
X3 – 04	1.52	0.33	0.33	–	–
X3 – 05	1.16	0.33	0.33	–	–

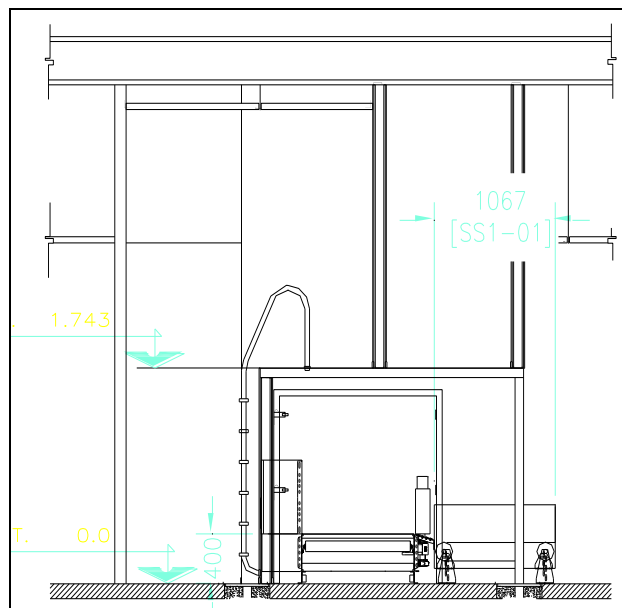




**Figura 2.8. Esquema de la sección para acoplamiento de los equipos detectores (Siemens, 2010)**



**Figura 2.9. Esquema de la sección para derivación y selección de niveles (Siemens, 2010)**



**Figura 2.10. Esquema de la sección para el paso de gato encima de las bandas (Siemens, 2010)**

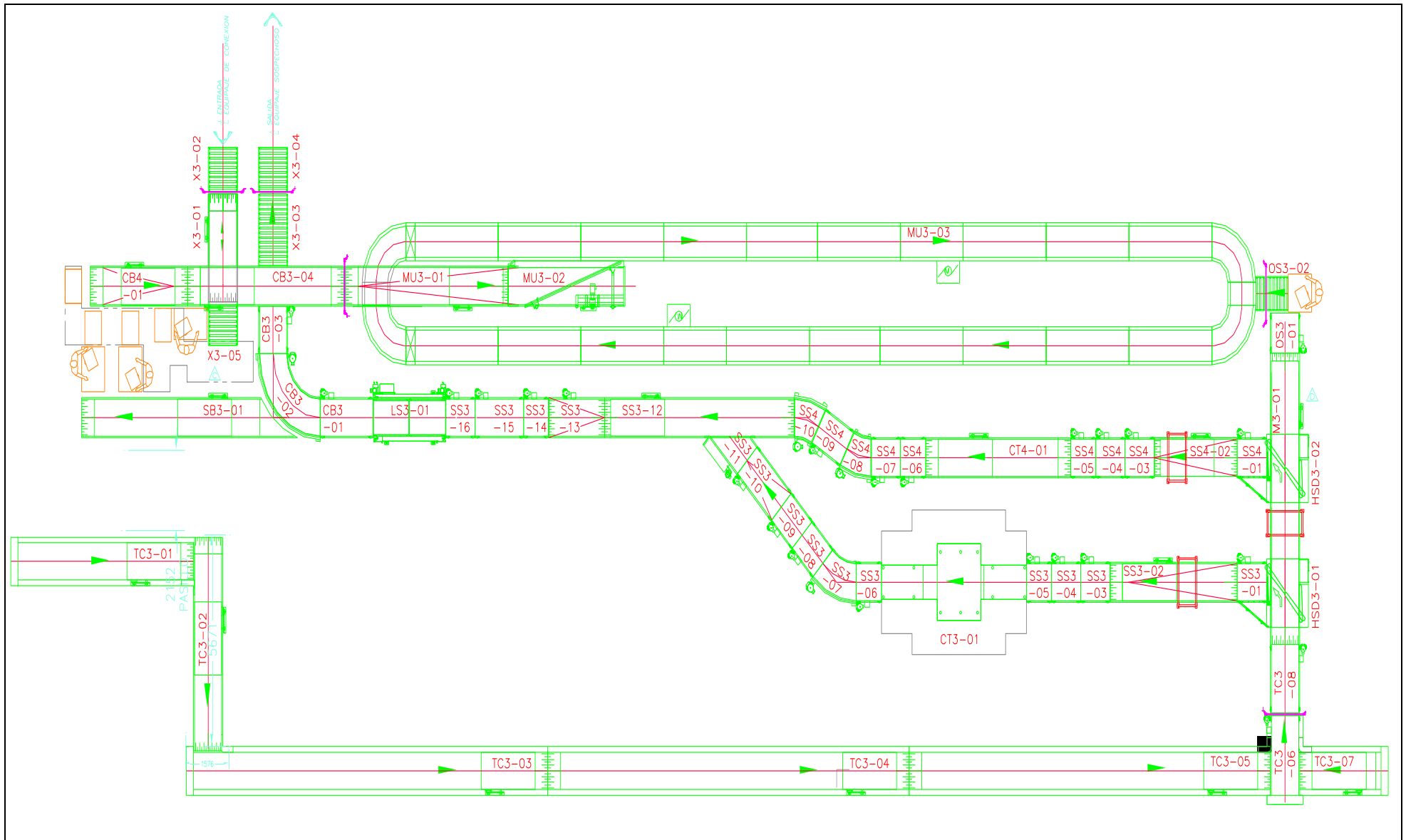


Figura 2.11. Esquema de acomodo de módulos para las bandas transportadoras en zona 2 (Siemens, 2010)

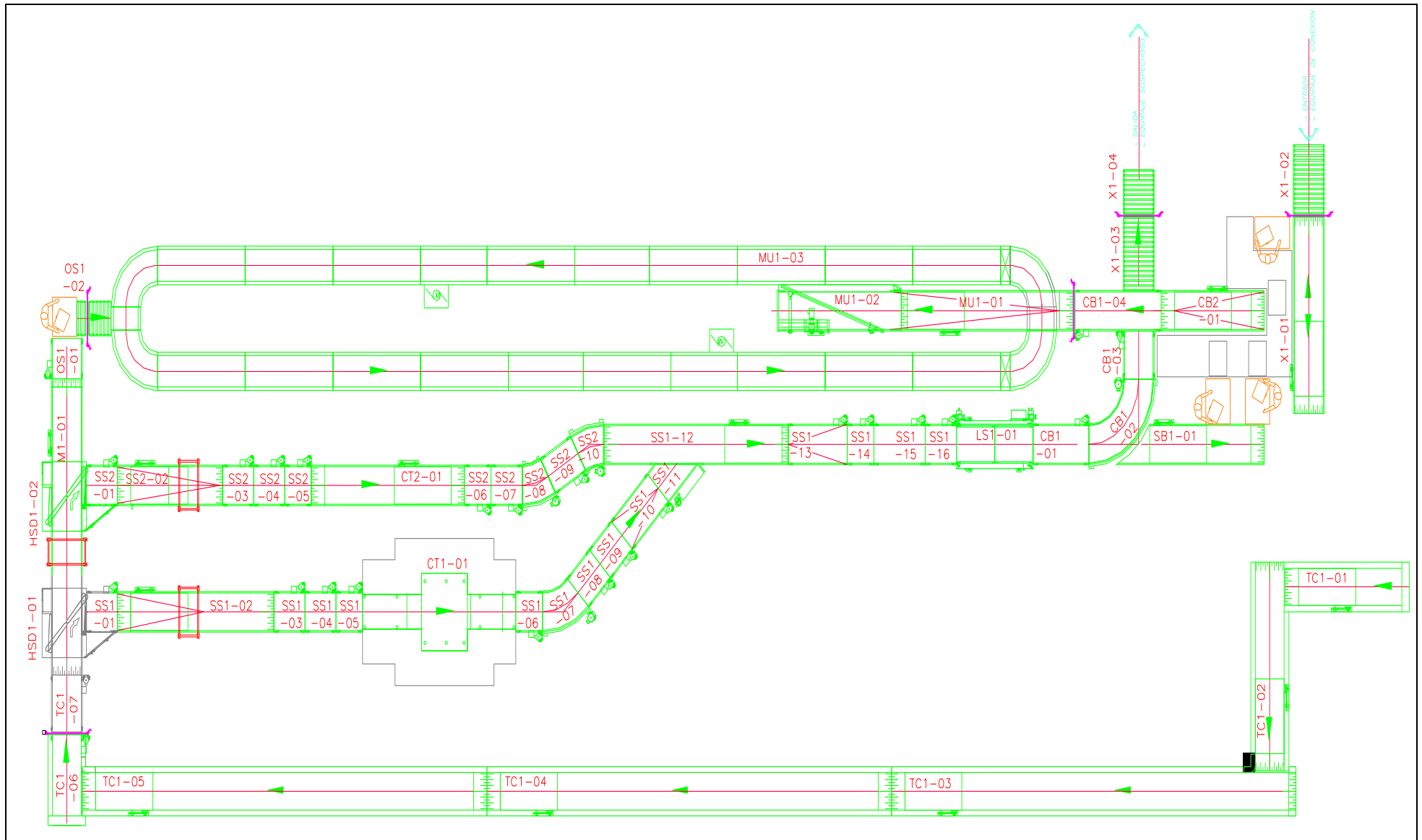


Figura 2.12. Esquema de acomodo de módulos para las bandas transportadoras en zona 1 (Siemens, 2010)

### 2.3 Sistemas de detección tipo “eXaminer”

Los requerimientos de los aeropuertos modernos se han incrementado en los últimos años debido a varios factores que van desde el incesante crecimiento del tráfico de drogas, personas, armas, hasta temas cada vez más comunes como la protección de los usuarios y nuevas necesidades relacionadas a sus hábitos de viaje. Por fortuna, el desarrollo de la tecnología avanza prácticamente a la par de estos nuevos requerimientos y hacen que la logística y seguridad sean atendidas de manera adecuada.

Por otra parte, un tema importante también a considerar es el escenario de “amenaza de bomba”. En los aeropuertos, esta alerta se ha convertido lamentablemente en el mayor problema latente a través de los tiempos debido a todas sus consecuencias y repercusiones desfavorables a la población de cada país a nivel mundial. Según la normativa de la Unión Europea, las compañías que gestionan los aeropuertos son ahora responsables de que se inspeccione al 100 % el equipaje para detectar artículos que constituyan un riesgo para la seguridad de las aeronaves. A la vez solucionar de manera óptima las necesidades de los usuarios en cuanto al trayecto que realizan los equipajes, requiere de mejoramiento para modernizar y reconstruir el sistema existente para obtener mayores beneficios (IATA, 2008).

Por ejemplo, el sistema de transporte de equipajes común, presenta deficiencias en su operatividad y en el factor humano como (L3, 2010):

- Acciones y condiciones inseguras que comete el personal de las compañías aéreas, errores que al momento de recibir los equipajes, pueden afectar directamente la labor de especialistas en seguridad aeroportuaria.
- Equipajes con identificación que en ocasiones se destruyen o se atorán en el transcurso del sistema de transporte de equipajes, provocando confusión entre los pasajeros, retardo en la entrega, y lentitud a la hora de aplicar un procedimiento de equipaje sospechoso, por lo tanto ante la aplicación de algún procedimiento ante amenaza de bomba o explosivos, no se pueden generar respuestas rápidas.
- Cambio de cintas de transporte planas o de rodillos a inclinadas, ya que las cintas planas del sistema de transporte de equipaje, presentan una superficie limitada para los equipajes y es necesario cambiar estas a las inclinadas para así permitir una mayor superficie en el transporte de equipajes, de esta manera se logra reducir tiempos de espera de pasajeros y un mayor nivel de seguridad ante eventos sospechosos.
- Existencia de derivadores mecánicos robustos que actúan cuando el equipaje es sospechoso, pero al realizar esta acción produce un alto impacto sobre el equipaje al empujarlo o “patearlo”, maltratándolo sin importar el contenido en su interior, para ello existe un divisor de alta velocidad (Figura 2.6) que realiza la función de desviar el equipaje con un mínimo impacto.

Dentro del Nivel II de seguridad (operador con monitor) la imagen del equipaje se visualiza cuando este sigue su curso por las máquinas de rayos X, siguiendo el recorrido por el sistema de bandas transportadoras, siendo así que el operador determina, destacando con colores las zonas del equipaje que el sistema ha detectado como posible contenido riesgoso, y dicho operador debe, en un

plazo no mayor de 13 segundos calificar la información, confirmando la sugerencia del sistema o declarándolo como falsa alarma (L3, 2010).

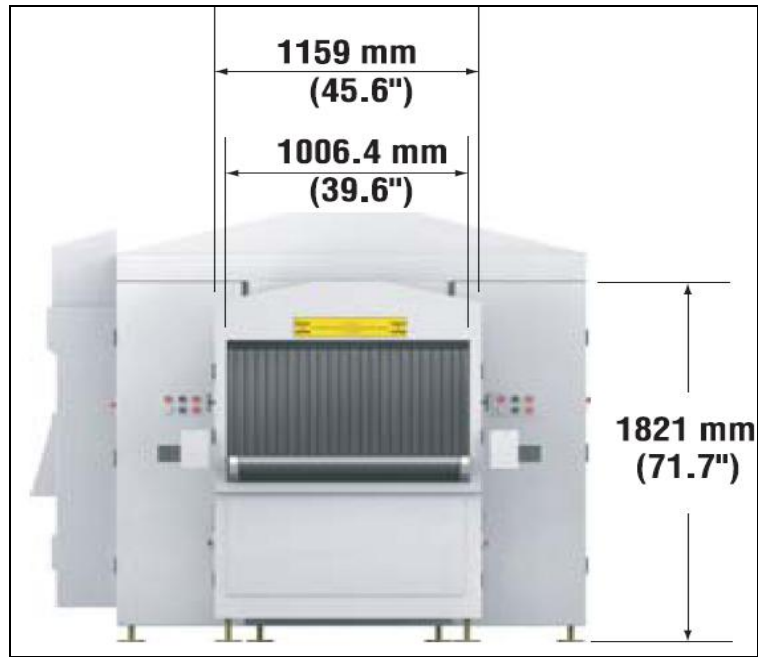
Si el operador califica el equipaje como libre de riesgo, envía el equipaje hacia el carrusel para que la compañía aérea lo cargue y lleve a la aeronave. Si el operador lo califica de riesgoso (confirma la sugerencia del sistema), lo envía hacia la revisión con la máquina scanner tipo EX – 3DX “eXaminer” (Nivel III). El sistema actúa por defecto, es decir, si el operador no resuelve en el plazo de los 13 segundos, el sistema desvía el equipaje hacia la revisión con la máquina scanner como una medida de seguridad (L3, 2010). La Figura 2.13, muestra el esquema general de la máquina scanner o detectora de rayos X, que puede acoplarse al sistema de las bandas transportadoras. Las Figuras 2.14 a 2.16, muestran las medidas físicas (conocida como guía mecánica) de la máquina detectora en cuanto a su largo y ancho para los diversos elementos de entrada y salida.



**Figura 2.13. Máquina scanner tipo EX – 3DX “eXaminer” (L3, 2010)**



**Figura 2.14. Medidas de parte frontal de la máquina scanner tipo EX – 3DX “eXaminer” (L3, 2010)**



**Figura 2.15. Medidas de parte trasera de la máquina scanner tipo EX – 3DX “eXaminer” (L3, 2010)**

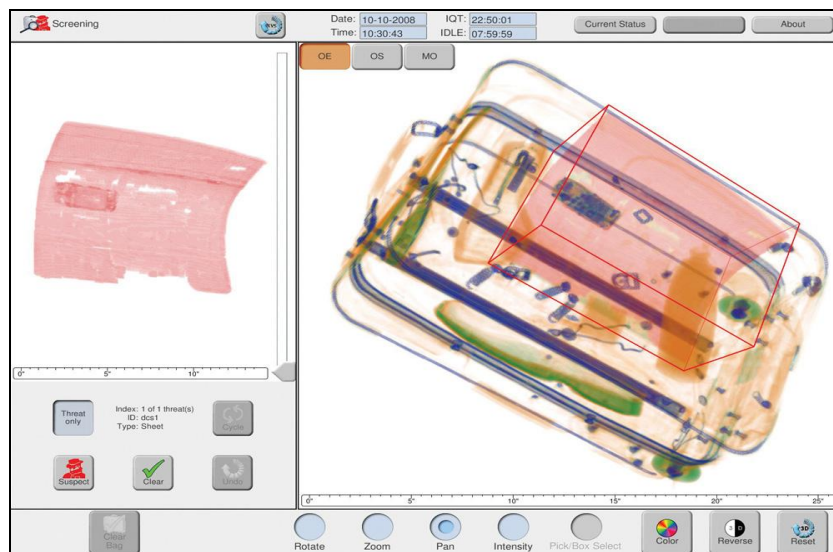


**Figura 2.16. Especificaciones físicas a lo largo de la máquina scanner tipo EX – 3DX “eXaminer” (L3, 2010)**

El funcionamiento general del equipo scanner es mediante el sistema de bandas que se acoplan al mismo (como referencia la Figura 2.8), llegando el equipaje hasta la máquina EX – 3DX “eXaminer” que proyecta rayos X de dos formas: Verticales – helicoidales, donde se pueden obtener imágenes de planta del equipaje, y transversales, conforme a la zona que el sistema ha detectado como contenido sospechoso, el sistema obtiene imagen de varios cortes transversales en esa zona,

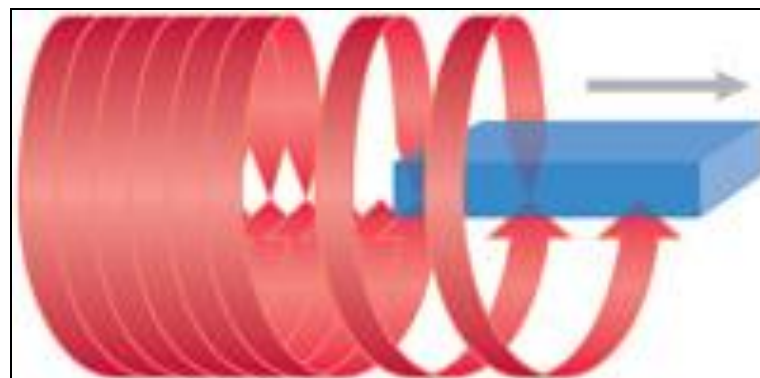
comparando las imágenes con información preestablecida del sistema, y por tanto el sistema puede recomendar si el contenido es explosivo o no.

El sistema EX – 3DX “eXaminer”, está configurado para mostrar sólo imágenes con amenaza, en la cual el operador debe decidir, que el contenido del equipaje cumpla con la condiciones y no sea riesgoso. Por lo tanto, puede activar el envío del equipaje hacia una zona de espera para que personal de la compañía lo retire para llevarlo a la aeronave y cuando el scanner no encuentra amenaza lo libera automáticamente. La Figura 2.17, muestra una imagen donde se representa la resolución de las imágenes que se pueden obtener de estos equipos detectores y que mediante tomografía computarizada “computed tomography” (CT), se desarrolla una imagen real en tres dimensiones del objeto en estudio para una detección oportuna de explosivos u objetos que puedan generar una alerta (L3, 2010).



**Figura 2.17. Imagen generada en tres dimensiones de objetos revisados por la máquina scanner EX – 3DX “eXaminer” (L3, 2010)**

La Figura 2.18, muestra el proceso por el cual es aplicada la CT, mediante el uso de un sistema de escaneo helicoidal y espiral, alrededor de la banda central el cual genera rápidamente una imagen clara tridimensional del equipaje completo y sus contenidos, para la detección de elementos peligrosos y evaluar automáticamente amenazas de explosivos y ayudar a resolver las alarmas rápidamente y con confianza.



**Figura 2.18. Forma del proceso de CT en tres dimensiones de objetos revisados por la máquina scanner EX – 3DX “eXaminer” (L3, 2010)**

En el evento que el sistema confirme que el contenido del equipaje es sospechoso, el operador debe discernir sobre el contenido, para lo cual puede solicitar al sistema mayor información, con nuevos cortes transversales, para ratificar o descartar sobre el contenido. Si el operador confirma el contenido como sospechoso este pasa al siguiente nivel de seguridad (IATA, 2008). Las especificaciones técnicas y eléctricas del equipo EX – 3DX “eXaminer” se muestran en la Tabla 2.17.

**Tabla 2.17. Especificaciones técnicas de la máquina scanner EX – 3DX “eXaminer” (L3, 2010)**

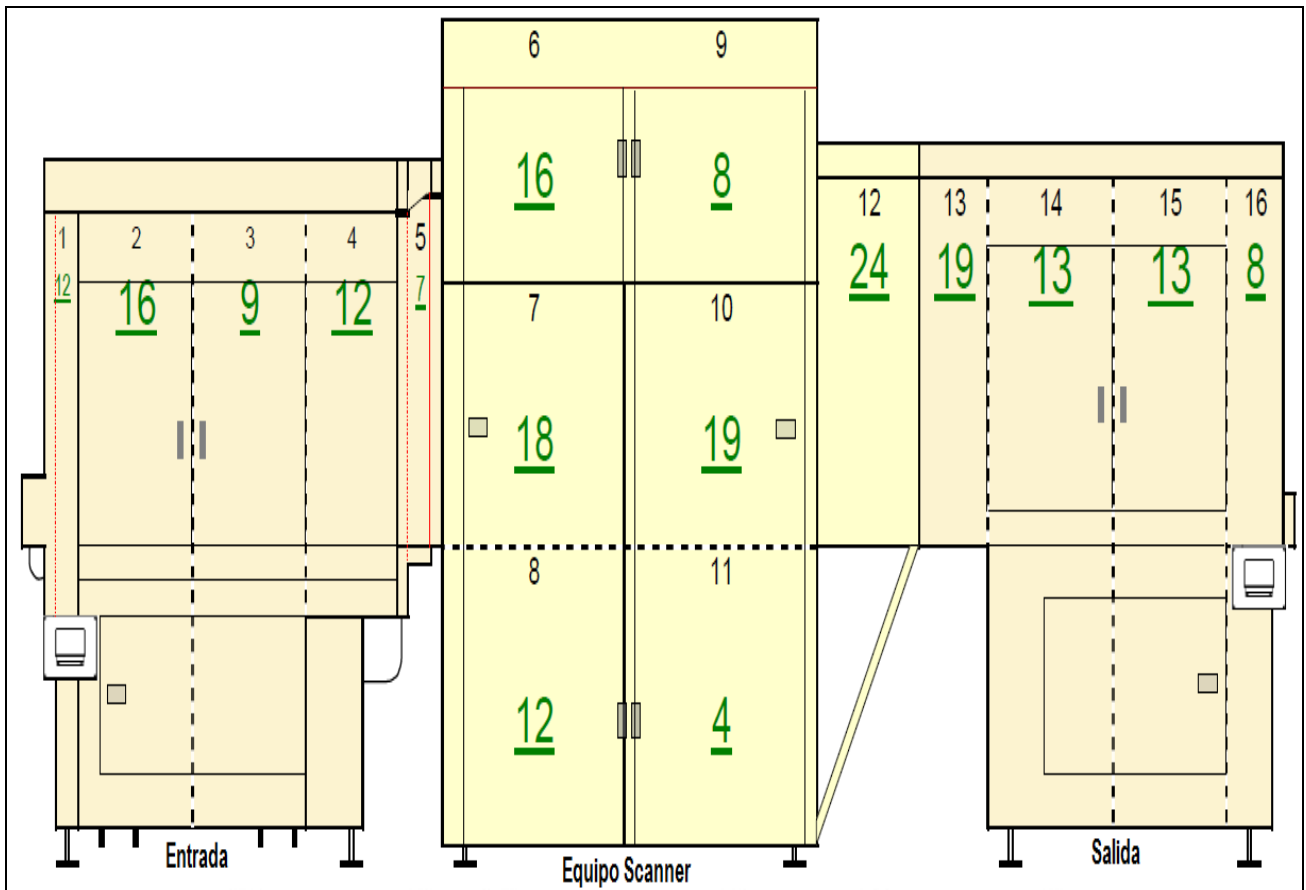
Especificación	Descripción
Túnel de entrada	1,005.4 x 600 mm
Altura máxima de la banda transportadora	927 mm (36.5”)
Dimensiones del túnel del scanner	1,600 x 1,821 mm
Voltaje de operación en corriente alterna	208 V ± 10 %
Frecuencia de operación	60 Hz
Corriente de operación a plena carga	39.5 A
Carga estimada	11 kW
Velocidad de la banda interna	15 cm por segundo
Capacidad de carga de la banda	136 kg
Maletas por hora	750 piezas
Construcción	Acero
Peso aproximado	4,592 kg
Temperatura de operación	0° - 40° C
Certificación	TSA
Refrigeración	Aceite y aire forzado (en su alrededor)
Sistema de rayos X	
Voltaje aproximado de operación	165 kV
Ciclo de operación	Continuo
Sensores de rayos X	6,048 piezas, de rayos helicoidales
Norma de protección contra la radiación	21 CFR1020.40

De la Tabla 2.17, se desprende la certificación aplicada a este tipo de equipos, los cuales cumplen en base a la 49 USC 40101 del acta de Seguridad de la Aviación y Transporte (ATSA 2001) de fecha 19 de noviembre, cumpliendo los requerimientos de un elemento seguro para revisión de equipaje documentado generando ampliamente una excelente confiabilidad y los probados índices bajos de falsa alarma que brinda el equipo (ATSA, 2001).

También de la Tabla 2.17, se deriva la norma de protección contra la radiación, de la USCFR, llamado Código de Regulaciones de los Estados Unidos, sección 1020 – 40, la cual regula los sistemas de inspección de equipaje cuya manufactura o ensamble haya sido después de abril de 1974, y que además especifica que la emisión límite de radiación emitida por el dispositivo no debe exceder de 0.5 miliRoentgen por hora (mR/hora) en cada punto a 5 cm de la superficie exterior (CFR 21, 1974).

La Figura 2.19, muestra un esquema ejemplo de mediciones aplicadas para este tipo de equipos detectores de rayos X en ciertos puntos marcados por la regulación USCFR, sección 1020 – 40, y la Tabla 2.18, muestra la tabulación de datos obtenidos por la mediciones realizadas y cuyos valores se diagnostican en base a los criterios establecidos (CFR 21, 1974).





**Figura 2.19. Puntos de medición normativos para la máquina scanner “eXaminer” (CFR 21, 1974)**

**Tabla 2.18. Tabulación de los puntos de medición para la máquina scanner “eXaminer” y en base a la Figura 2.19 (CFR 21, 1974)**

Punto de medición	Elemento	$\mu\text{R/hora}$	Diagnostico
1	Panel de entrada	12	OK
2	Panel de entrada	16	OK
3	Panel de entrada	9	OK
4	Panel de entrada	12	OK
5	Panel de entrada a panel del scanner	7	OK
6	Panel superior del scanner (mitad 1)	16	OK
7	Panel central del scanner (mitad 1)	18	OK
8	Panel bajo del scanner (mitad 1)	12	OK
9	Panel superior del scanner (mitad 2)	8	OK
10	Panel central del scanner (mitad 2)	19	OK
11	Panel bajo del scanner (mitad 2)	4	OK
12	Panel del scanner a panel de salida	24	OK
13	Panel de salida	19	OK
14	Panel de salida	13	OK
15	Panel de salida	13	OK
16	Panel de salida	8	OK

## 2.4 Equipos auxiliares

El equipo “eXaminer” suministra un equipo o elemento de monitoreo y auto - diagnostico, así como funciones de documentación, además de la función de seguimiento de cada uno de los elementos a inspeccionar a través de todo el dispositivo, incluyendo la verificación de rechazo, tal y como se ha mencionado anteriormente. El sistema emite una señal de alarma, o bien detiene el proceso de revisión de inmediato. La información relativa a los fallos de funcionamiento que se han diagnosticado quedan almacenados en el sistema, al igual que las imágenes de detección de los elementos que han sido identificados como peligrosos. La Figura 2.20 muestra un ejemplo de este tipo de estaciones de trabajo remotas.



**Figura 2.20. Estación remota de monitoreo para las máquinas scanner “eXaminer” (L3, 2010)**

Esta información tan importante, puede ser recuperada en cualquier momento desde el mismo dispositivo, así como desde cada computadora personal, estación remota o panel de control del operador que esté conectada en red. La conexión opcional del equipo al sistema de base de datos de revisión hace que sea posible archivar y analizar los indicadores importantes de funcionamiento de forma que se pueda incrementar la eficiencia de la línea de revisión al completo.

Por otra parte, el sistema de bandas transportadoras, tiene un sistema de monitoreo también remoto, cuyos valores son controlados tanto en sus tableros denominados PC y cuya información es redirigida al cuarto de sistemas especiales o “site” ubicado en zona 2, y éste a su vez es redireccionado al “site” principal del aeropuerto, que controla todos los movimientos de datos en la terminal A del Aeropuerto de Monterrey (logística del sistema de datos, voz, internet, red de vuelos, telefonía, control de accesos, sistema de alarmas, CCTV, etc.). Este enlace es hecho mediante cable de fibra óptica para su intercomunicación interna.

La Figura 2.21, muestra el rack del “site” para el área de datos en la zona 2 de la terminal A del Aeropuerto de Monterrey. La Figura 2.22, muestra una parte de los tableros controladores de las bandas transportadoras, mostrando sus arreglos, sus controladores y dispositivos de comunicación.



**Figura 2.21. Rack de servicios para datos de la zona 2 (Baselis, 2010)**



**Figura 2.22. Tablero de control "PC" de las bandas transportadoras (Siemens, 2010)**

## CAPÍTULO 3. METODOLOGÍA

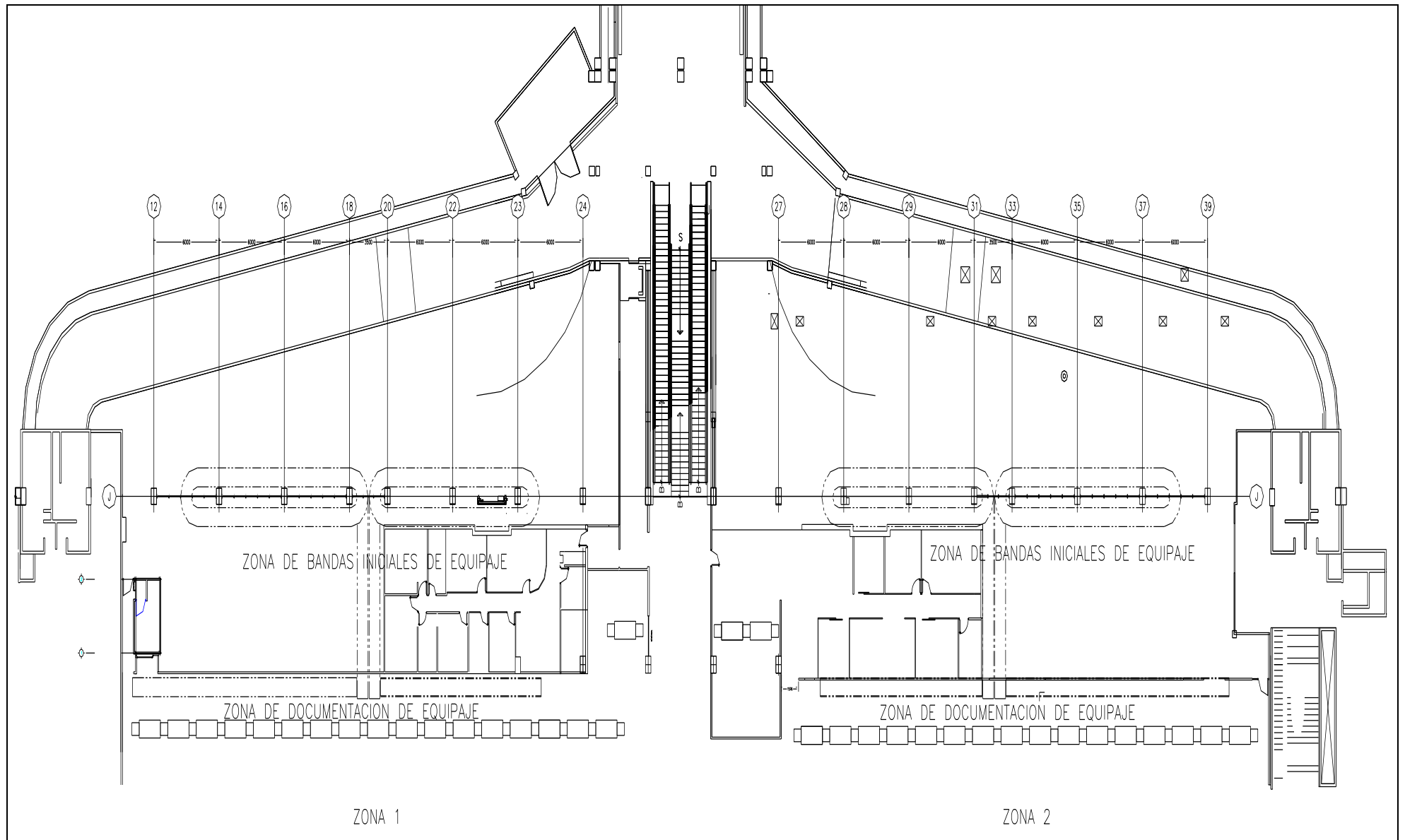
### 3.1 Caso de estudio

El propósito de este trabajo es aplicar la experiencia en instalaciones eléctricas, para establecer un punto de referencia en base a la instalación de bandas transportadoras y equipos de detección. Actualmente se están llevando a cabo en diferentes aeropuertos alrededor del país para equipaje documentado y ciertos lugares donde el personal tiene acceso a plataforma. Por mencionar algunos aeropuertos, se tiene el de la Ciudad de México en la terminal A, en la Ciudad de Monterrey en terminal B o el de Ixtapa Zihuatanejo terminal A.

El aeropuerto en estudio es el Mariano Escobedo en su terminal A, en la ciudad de Monterrey, y que en condiciones iniciales existían cierto tipo de bandas transportadoras mecánicas austeras, también instaladas por Siemens, que eran activadas mediante un control de arranque y paro tipo manual. Es decir, que este mecanismo se activaba cuando era necesario transportar equipaje de cierta aerolínea (recibidos en sus áreas de documentación), hacia el área exterior en la plataforma y que mediante un sistema de comunicación a base de radio de onda corta o vía teléfono celular se coordinaban ambos lados para la entrega y recepción del equipaje documentado.

De lo anterior se deriva que no existía algún método de revisión especial para este equipaje, únicamente el que se le daba de forma manual mediante el personal de la misma compañía. Por otro lado, debido a que estas bandas transportadoras ya presentaban defectos, algunos rodillos, engranes o las mismas bandas que van enrolladas, presentaban ya algún tipo de deterioro, ocasionando a veces que los equipajes, mochilas u objetos que viajaran en ellas se atoraran, se dañaran, rompieran o salieran de su curso. En este último caso, como se mencionó anteriormente, la gente que se encontraba del lado de la plataforma hacia el área de carga, era la encargada de vigilar este proceso y de parar en su defecto la banda, para desatorar o encaminar el equipaje que sufrió algún percance, ocasionado que esto generara atrasos en la carga del equipaje, daños en el mismo, etc. La Figura 3.1, indica en forma general el Lay Out del aeropuerto para su terminal A, indicando las dos zonas de estudio y además, indicando el área de oficinas iniciales, el área de la documentación de equipaje y el área o zona de las bandas (Siemens, 2010).

En las Figuras 3.2 y 3.3 (AMTY, 2010), directamente de instalaciones del aeropuerto en estudio, indican el estado físico de las bandas antes mencionadas, señalando los detalles de falta de limpieza, desgastes naturales de operación y escaso mantenimiento. Estas mismas imágenes son las que se presentan en caso similar para las dos zonas de estudio en el aeropuerto para la terminal A, zona 1 y zona 2. Se puede notar que las bandas eran formadas por rodillos envueltos por una banda de tela y metal y que no contenían ningún elemento que permitiera que se salieran los equipajes o paquetes que viajaban en ellas.



**Figura 3.1. Vista en planta de la ubicación y distribución de las bandas transportadoras en el aeropuerto (Siemens, 2010)**



**Figura 3.2. Vista física del estado de la banda transportadora donde se nota el daño a los rodillos y el escaso mantenimiento (AMTY, 2010)**



**Figura 3.3. Otra vista del estado de la banda transportadora indicando la falta de banda de tela, diversos daños en su trayectoria y limpieza general (AMTY, 2010)**

Las Figuras 3.4 y 3.5, también de instalaciones del aeropuerto de Monterrey en la terminal A, indican en forma general el estado de las instalaciones eléctricas que controlaban estas bandas, así como un panorama general del estado de carga de estas mismas bandas. Todo esto es similar para las dos zonas en estudio.

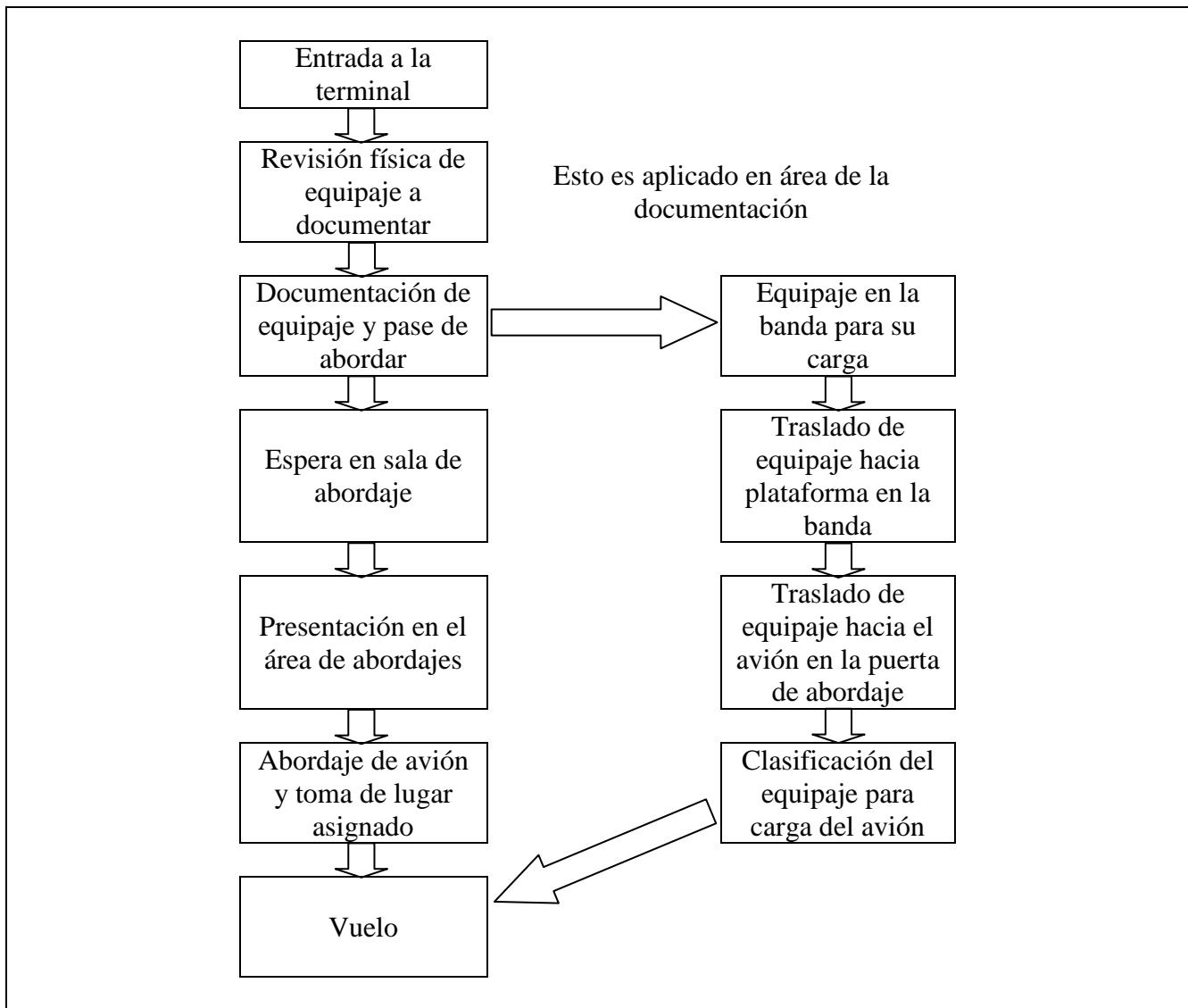


**Figura 3.4. Estado de las instalaciones eléctricas de las bandas transportadoras, mostrando cables sueltos, tuberías rotas y basura (AMTY, 2010)**



**Figura 3.5. Proceso de carga del equipaje (al fondo) y vista general del sistema de bandas transportadoras hacia plataforma (AMTY, 2010)**

El esquema mostrado de la Figura 3.6, indica el proceso por el cual debía pasar el equipaje documentado por estas bandas transportadoras para su traslado y posterior carga en el avión.



**Figura 3.6. Esquema general del proceso de abordaje y documentación de equipaje en el aeropuerto (AMTY, 2010)**

En cuanto a instalaciones ya existentes, se determina físicamente que las bandas iniciales, en cuanto se empezaron los desmantelamientos, eran simplemente controladas mecánicamente por motores y rodillos. Todo esto controlado por ciertas estaciones de botones de arranque y paro en los puntos donde debían empezar los recorridos con el equipaje documentado y hasta el final de la misma en donde serían recogidas. La Figura 3.7, indica las características de los motores controladores de las bandas iniciales, y donde se observa que el voltaje de operación es de 440 V, con frecuencia de 60 Hz y con potencia nominal de 5 Hp. Las Figuras 3.8 y 3.9, indican el estado físico desgastado de los arrancadores para los motores de las bandas iniciales, en los cuales se ve el voltaje utilizado y la capacidad de potencia para el control de los mismos. En este caso su operación es a 440 V y una potencia máxima de 10 Hp.





Figura 3.7. Placa de datos de los motores para las bandas transportadoras iniciales (AMTY, 2010)

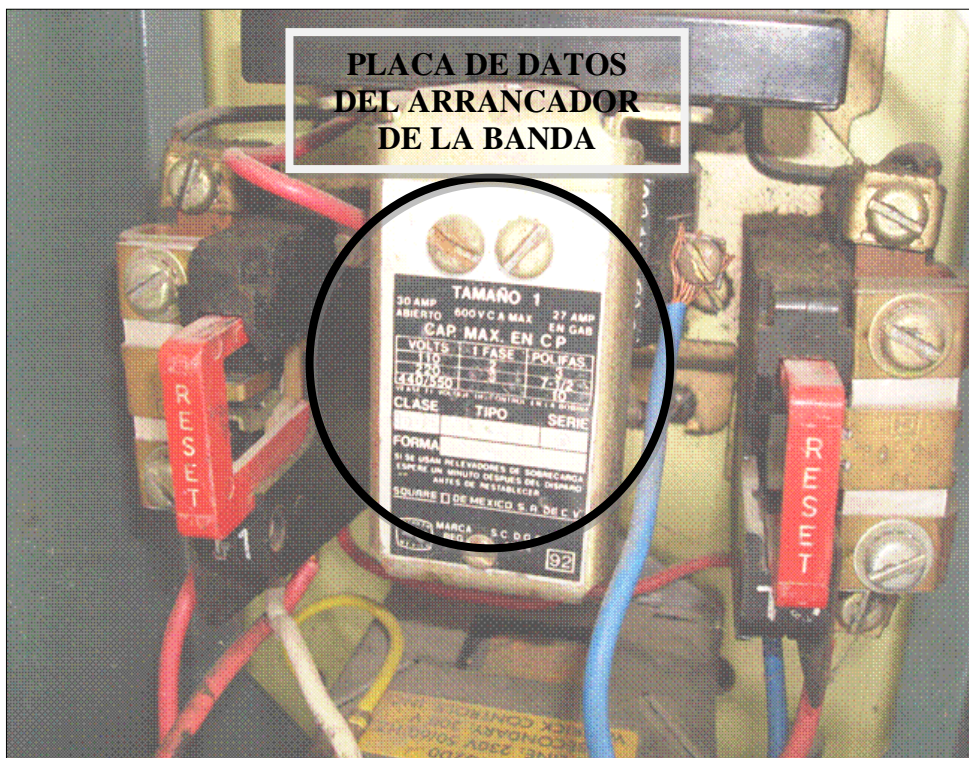
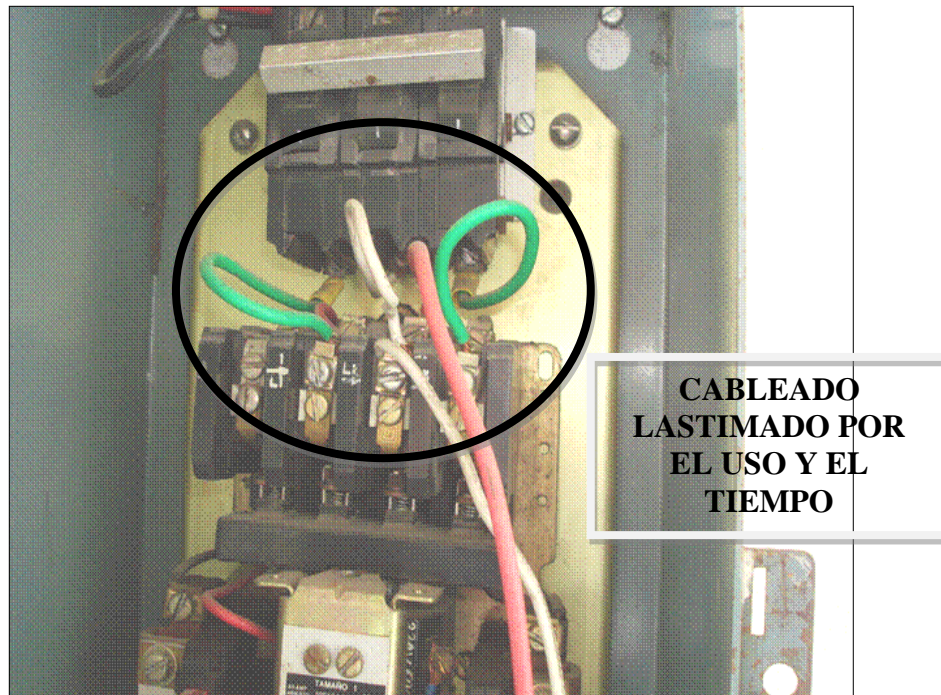
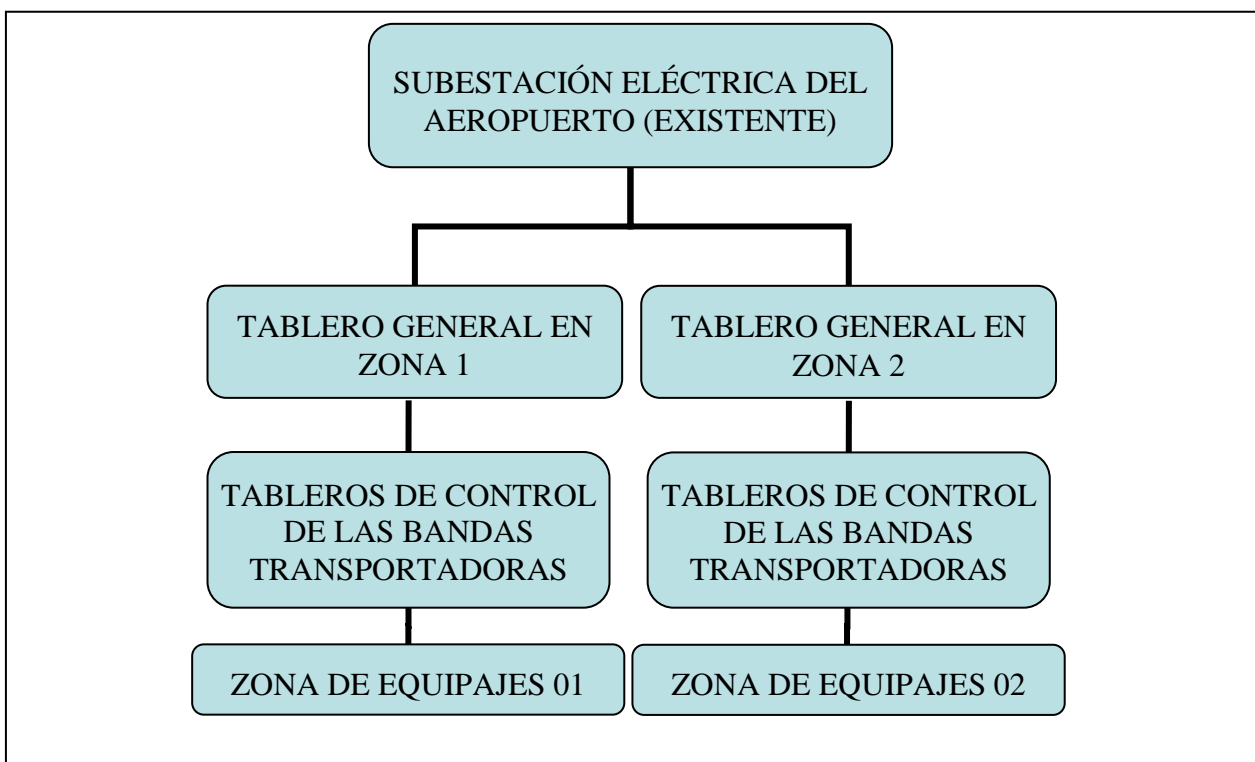


Figura 3.8. Placa de datos de los arrancadores para los motores de las bandas transportadoras iniciales (AMTY, 2010)



**Figura 3.9. Estado físico de los arrancadores y su cableado para las bandas transportadoras iniciales (AMTY, 2010)**

La Figura 3.10, muestra en forma general cómo era la organización del sistema de bandas transportadoras en cuanto al sistema eléctrico inicial, para el aeropuerto internacional de la ciudad de Monterrey en la Terminal A.



**Figura 3.10. Esquema general inicial de la instalación eléctrica de las bandas transportadoras existentes en la terminal A (AMTY, 2010)**

Es por estos detalles anteriores, que se debe establecer un análisis para determinar la instalación eléctrica necesaria para la alimentación de los tableros de control de las bandas transportadoras y los equipos “eXaminer”, conociendo los requerimientos establecidos por cada uno de estos proveedores, debido a su delicadeza en cuanto a variaciones de voltaje y con las modificaciones de las instalaciones existentes. Así mismo, se considera establecer una subestación eléctrica independiente a la existente con respaldo de emergencia para su alimentación, la iluminación, aire acondicionado y servicios generales para la remodelación del área de revisión de equipaje documentado para los equipos. Además el análisis incluye las pequeñas oficinas de control e inspección y las de paso de personal a plataformas que serán nuevas ampliaciones a la estructura existente del aeropuerto.

Finalmente, como se ha mencionado, el sistema de bandas iniciales ya presentaba varios problemas en cuanto a su operación, y se vió que dichos sistemas tenían desgaste y defectos debido a la operación continua del mismo. Presentaba un deficiente programa de mantenimiento por parte de la operadora, es decir, casi nulo. También incluye que no tenían algún sistema de revisión especial, todo era a base de revisión manual o visual, porque el equipaje sólo viajaba de la zona de recepción o documentación hacia el área de la plataforma para su carga.

### **3.2 Descripción general del sistema y equipos a instalar**

El nuevo sistema aplicado, sigue teniendo en términos generales, la misma función que la banda inicial, pero con la ampliación del mismo en cuanto a servicio y cobertura de la seguridad en el traslado del equipaje documentado, aumentado su confiabilidad, su capacidad de transporte y sobre todo de su escaso o poco mantenimiento necesario. Todo esto controlado bajo un esquema predeterminado por Siemens. Cabe mencionar que la terminal A se dividió en dos zonas de trabajo: “zona 1” y “zona 2”; se puede decir que una es prácticamente similar a la otra, cada una con sus respectivas adaptaciones y con la única diferencia principal de que los tableros de alimentación de energía eléctrica a todo el sistema y que provienen de la nueva subestación, se localizan en la zona 2, así mismo el cuarto del área de sistemas especiales.

Las opciones para haber instalado todo este sistema que Siemens realiza, son básicamente pocas, ya que fundamentalmente se basa en la renovación de todo el sistema de seguridad para revisión del equipaje documentado, utilizando tecnología de rayos X y la generación de imágenes tridimensionales, cuyos resultados y observaciones ya se han probado en diferentes aeropuertos y con buenos resultados, cabe mencionar que este sistema ya estaba aplicado en este mismo aeropuerto, en la terminal B, pero en escala mucho menor. Para este último caso, el sistema aún estaba en prueba, ya que por algunos problemas de suministros, las máquinas examinadoras no habían sido configuradas para funcionar, y por lo tanto, se seguían con las rutinas normales de revisión física a los equipajes.

En la Tabla 3.1, se indican algunos de los principales equipos que conforman el sistema los cuales se listan y se enumeran, para que en posteriores capítulos dicha tabla permita establecer un diagrama general del sistema en base a los datos de fabricantes y las necesidades del diseño propuesto.

**Tabla 3.1. Descripción general de los equipos eléctricos que se proponen para el sistema de bandas transportadoras (Siemens, 2010)**

Número de equipo	Descripción general, especificaciones de fabricantes y de diseño
1	<p>Subestación general de distribución en alta tensión del aeropuerto con acometida de CFE a un voltaje de 13.8 kV, marca General Electric, tipo servicio interior, Nema 12, conteniendo 6 secciones:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Una sección de acoplamiento al lado derecho del transformador general.</li> <li>- Una sección con desconectador tripolar de operación en grupo para alimentar transformador de equipos de aires acondicionados en toda la terminal A.</li> <li>- Sección de acometida eléctrica con desconectador tripolar de operación en grupo y fusibles de 63 A.</li> <li>- Sección con desconectador tripolar de operación en grupo, para alimentación de tableros de distribución en alta tensión del aeropuerto.</li> <li>- Sección con desconectador tripolar de operación en grupo para alimentación del transformador de todos los servicios, mostradores, oficinas y escaleras de la terminal A.</li> <li>- Sección de acoplamiento al lado izquierdo del transformador.</li> </ul>
2	<p>Subestación propuesta para el sistema de bandas y detección, para media tensión, con voltaje de operación de 13.8 kV, y con los siguientes elementos:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Celda de acometida eléctrica.</li> <li>- Celda del seccionador o desconectador.</li> <li>- Celda de acoplamiento a transformador propuesto, con barras de cobre de 400 A y fusibles de 60 A.</li> </ul>
3	<p>Transformador tipo seco de 500 kVA, con voltaje de operación a 13.8 kV – 440/254 V, marca Deemsa, con conexión tipo delta estrella, provisto de taps al 2.5 % arriba y abajo del voltaje nominal, tres fases, un neutro y operación a 60 Hz.</p>
4	<p>Interruptor termomagnético general del sistema, en gabinete metálico y con capacidad interruptora de 800 A, con voltaje de operación de 440 V, marca Siemens</p>
5	<p>Tablero de transferencia automático, que incluye el interruptor anterior y un interruptor igual para control de la planta de emergencia, en gabinete metálico y control marca Ottomotores, con voltaje de operación de 440 V, y 3 fases con cuatro hilos.</p>
6	<p>Planta de emergencia, con motor de combustión interna a base de diesel, marca Cummins y generador eléctrico marca Stamford, de 350 kW, 440 kVA, factor de potencia de 0.8 y voltaje de operación de 440/254 V, y 3 fases con cuatro hilos.</p>
7	<p>Tablero general de distribución para el sistema de bandas y detección (Planta baja) “FCI”, marca Siemens, para voltaje de operación de 440/254 V, 3 fases con cuatro hilos y con interruptor general de 3 x 800 A, y circuitos derivados calculados en posteriores capítulos.</p>
8	<p>Tableros “PC”, para control de las bandas transportadoras, tipo CCM, con diferentes derivados para control por PLC, y con voltaje de operación de 440/254 V.</p>
9	<p>Transformador tipo seco para servicios de baja tensión, de 150 kVA, marca Victory, para voltaje de operación de 440 – 208/120 V, provisto de taps al 2.5 % arriba y abajo del voltaje nominal, 3 fases con cuatro hilos.</p>
10	<p>Tablero subgeneral para servicios generales del sistema de bandas y detección, “P2”, marca Siemens, de baja tensión, voltaje de operación de 208/120 V, y 3 fases con cuatro hilos.</p>
11	<p>Tableros del sistema “eXaminer”, marca Square D, de baja tensión, voltaje de operación de 208/120 V, y 3 fases con cuatro hilos.</p>
12	<p>Tablero de servicios especiales y servidor, marca Square D, de baja tensión, con doce circuitos de distribución, voltaje de operación de 208/120 V, y 3 fases con cinco hilos (uno es aislado por la tierra física necesaria para equipos de señal).</p>
13	<p>Tablero de servicios generales zona 1, marca Square D, de baja tensión, con treinta circuitos de distribución, voltaje de operación de 208/120 V, y 3 fases con cuatro hilos.</p>
14	<p>Tablero de servicios generales zona 2, marca Square D, de baja tensión, con treinta circuitos de distribución, voltaje de operación de 208/120 V, y 3 fases con cuatro hilos.</p>

En las Tablas 3.2, 3.3, 3.4 y 3.5, se indican los principales equipos que conforman el sistema de bandas propuestas por Siemens y cuyos datos fueron proporcionados por ellos y se anexan para cada uno de los tableros, tanto de zona 1 como el de zona 2. Cada uno de los tableros corresponde a cada tabla, considerando que cada zona contiene dos de éstos y que cada circuito derivado de ellos controla un PLC individual y un motor, que a su vez controla un módulo del sistema de las bandas individuales. Estos módulos individuales son identificados en base a la nomenclatura indicada en la primera columna y al final se determina el consumo aproximado de potencia y de corriente.

Los controladores PLC, se apoyan mucho en sensores fotoeléctricos, que verifican la posición de las maletas en la banda, rastreándola de modo que se pueda controlar cada módulo o componente del sistema de manera de dirigir al equipaje a su destino. Así se obtiene información detallada informando de situaciones en las que el equipaje se desvía del modelo establecido en el PLC y se genera una alerta para su pronta actuación.

La Figura 3.11, muestra uno de los tableros controladores de motores para las bandas transportadoras, donde se muestran algunos de los controladores tipo PLC y cada uno de los cableados controladores y alimentadores.



**Figura 3.11. Tablero de control que contiene los PLC para el control de las bandas transportadoras (Siemens, 2010)**

**Tabla 3.2. Listado de los equipos eléctricos de control PLC que componen el sistema de bandas transportadoras para el tablero “PC 10” de la zona 1 (Siemens, 2010)**

Número de banda o módulo	Consumo en kW	Nomenclatura en Tablero “PC 10”	Consumo de corriente aproximado en A
TC1 - 01	2.6	10	4.92
TC1 - 02	2.6	10	4.92
TC1 - 03	2.6	10	4.92
TC1 - 04	2.6	10	4.92
TC1 - 05	2.6	10	4.92
TC1 - 06	2.6	10	4.92
TC1 - 07	2.6	10	4.92
M1 - 01	4.8	10	8.94
HSD1 - 01	5.5	10	10.00
HSD1 - 02	5.5	10	10.00
OS1 - 01	2.6	10	4.92
SS1 - 01	2.6	10	4.92
SS1 - 02	2.6	10	4.92
SS1 - 03	1.8	10	3.66
SS1 - 04	1.8	10	3.66
SS1 - 05	1.8	10	3.66
SS1 - 06	1.8	10	3.66
SS1 - 07	2.6	10	4.92
SS1 - 08	1.8	10	3.66
SS1 - 09	1.8	10	3.66
SS1 - 10	1.8	10	3.66
SS1 - 11	1.8	10	3.66

**Tabla 3.3. Listado de los equipos eléctricos de control PLC que componen el sistema de bandas transportadoras para el tablero “PC 11” de la zona 1 (Siemens, 2010)**

Número de banda o módulo	Consumo en kW	Nomenclatura en Tablero “PC 11”	Consumo de corriente aproximado en A
SS1 - 12	2.6	11	4.92
SS1 - 13	2.6	11	4.92
SS1 - 14	2.6	11	4.92
SS1 - 15	2.6	11	4.92
SS1 - 16	2.6	11	4.92
LS1 - 01A	7.5	11	13.73
LS1 - 01B	0.75	11	1.77
CB1 - 01	2.6	11	4.92
CB1 - 02	2.6	11	4.92
CB1 - 03	2.6	11	4.92
CB1 - 04	2.6	11	4.92
MU1 - 01	2.6	11	4.92
MU1 - 02	1.8	11	3.66
MU1 - 03A	4.8	11	8.94
MU1 - 03B	4.8	11	8.94
SS2 - 01	2.6	11	4.92
SS2 - 02	2.6	11	4.92
SS2 - 03	1.8	11	3.66
SS2 - 04	1.8	11	3.66
SS2 - 05	1.8	11	3.66
SS2 - 06	1.8	11	3.66
SS2 - 07	1.8	11	3.66
SS2 - 08	2.6	11	4.92
SS2 - 09	1.8	11	3.66
SS2 - 10	2.6	11	4.92
SB1 - 01	2.6	11	4.92
CB2 - 01	2.6	11	4.92
X1 - 01	2.6	11	4.92

**Tabla 3.4. Listado de los equipos eléctricos de control PLC que componen el sistema de bandas transportadoras para el tablero “PC 20” de la zona 2 (Siemens, 2010)**

Número de banda o módulo	Consumo en kW	Nomenclatura en Tablero “PC 20”	Consumo de corriente aproximado en A
TC3 - 01	2.6	20	4.92
TC3 - 02	2.6	20	4.92
TC3 - 03	2.6	20	4.92
TC3 - 04	2.6	20	4.92
TC3 - 05	2.6	20	4.92
TC3 - 06	1.8	20	3.66
TC3 - 07	2.6	20	4.92
TC3 - 08	2.6	20	4.92
M3 - 01	4.8	20	8.94
HSD3 - 01	5.5	20	10.00
HSD3 - 02	5.5	20	10.00
OS3 - 01	2.6	20	4.92
SS3 - 01	2.6	20	4.92
SS3 - 02	1.8	20	3.66
SS3 - 03	1.8	20	3.66
SS3 - 04	1.8	20	3.66
SS3 - 05	1.8	20	3.66
SS3 - 06	1.8	20	3.66
SS3 - 07	2.6	20	4.92
SS3 - 08	1.8	20	3.66
SS3 - 09	1.8	20	3.66
SS3 - 10	1.8	20	3.66
SS3 - 11	1.8	20	3.66



**Tabla 3.5. Listado de los equipos eléctricos de control PLC que componen el sistema de bandas transportadoras para el tablero “PC 21” de la zona 2 (Siemens, 2010)**

Número de banda o módulo	Consumo en kW	Nomenclatura en Tablero “PC 21”	Consumo de corriente aproximado en A
SS3 - 12	2.6	21	4.92
SS3 - 13	2.6	21	4.92
SS3 - 14	2.6	21	4.92
SS3 - 15	2.6	21	4.92
SS3 - 16	2.6	21	4.92
LS3 - 01A	7.5	21	13.73
LS3 - 01B	0.75	21	1.77
CB3 - 01	2.6	21	4.92
CB3 - 02	2.6	21	4.92
CB3 - 03	2.6	21	4.92
CB3 - 04	2.6	21	4.92
MU3 - 01	2.6	21	4.92
MU3 - 02	1.8	21	3.66
MU3 - 03A	4.8	21	8.94
MU3 - 03B	4.8	21	8.94
SS4 - 01	2.6	21	4.92
SS4 - 02	2.6	21	4.92
SS4 - 03	1.8	21	3.66
SS4 - 04	1.8	21	3.66
SS4 - 05	1.8	21	3.66
SS4 - 06	1.8	21	3.66
SS4 - 07	1.8	21	3.66
SS4 - 08	2.6	21	4.92
SS4 - 09	1.8	21	3.66
SS4 - 10	2.6	21	4.92
SB3 - 01	2.6	21	4.92
CB4 - 01	2.6	21	4.92

Para el sistema eléctrico de alimentación de todos los anteriores sistemas, el cual incluye elementos como: La subestación eléctrica, ubicada en la azotea, los alimentadores principales que bajan desde dicha subestación hasta el cuarto de tableros ubicados en planta baja, dentro del área de las bandas, es aplicado a diferentes niveles de voltaje según sea el caso. Por ejemplo, el cuarto de tableros, ubicado en la zona 2, es el que contiene el tablero general del sistema (a un voltaje de operación establecido de 440 – 254 V). Éste a su vez alimenta directamente los tableros de control con los PLC de las bandas transportadoras y alimenta también, al transformador reductor (con un voltaje de operación de 440/208 – 120 V) para nuevamente alimentar otros tableros de los servicios generales, el de los sistemas de detección “eXaminer”, y el tablero de sistemas para el denominado “site” (que incluye los servicios de red, alarmas, CCTV, etc.).

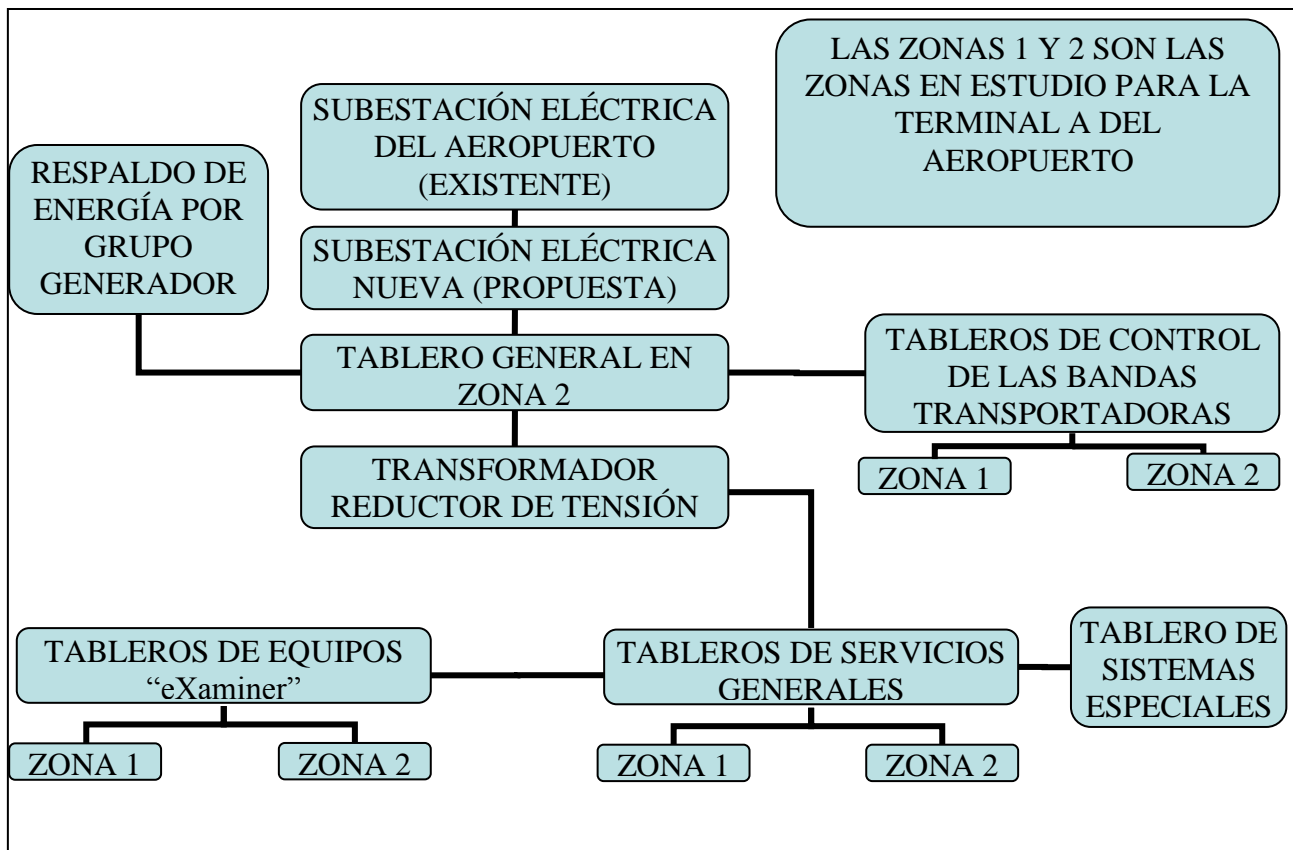
Todos estos equipos conforman el proyecto para la instalación eléctrica de las bandas transportadoras, un esquema sencillo muy general se puede ver en la Figura 3.12 y el arreglo general global total se definirá en el diagrama unifilar en consecuentes apartados. El diagrama unifilar ayudará al proyecto ejecutivo de toda la instalación que se necesita para alimentar un sistema de este tipo.

### **3.3 Descripción general de la adaptación y remodelación en la terminal A, para los equipos**

Para la implementación del sistema de bandas transportadoras y dispositivos de inspección en el edificio Terminal A del aeropuerto internacional de la ciudad de Monterrey, se requirió hacer adecuaciones, remodelaciones, demoliciones, desmantelamientos, reubicaciones, construcción de muros, puertas, ventanas, cubiertas, estructuras de apoyo y adecuación de instalaciones eléctricas, aire acondicionado e hidrosanitarias en las áreas donde estarán localizados todos los equipos. La Figura 3.12, muestra en forma general como fue distribuido la organización del sistema de bandas transportadoras en cuanto al sistema eléctrico se refiere, para el aeropuerto internacional de la ciudad de Monterrey en la Terminal A, bajo un esquema nuevo según lo proyectado.

De la Figura 3.12, se puede describir y determinar lo siguiente:

- Se establece la colocación de una subestación alimentadora de todo el sistema eléctrico, derivada de la existente del aeropuerto.
- Se determina un grupo generador para respaldo de la alimentación eléctrica en caso de fallo o ausencia del sistema principal de alimentación eléctrica.
- Estas dos alimentaciones son distribuidas mediante un tablero general de distribución, ubicado en la zona 2, en planta baja.
- Del tablero general de distribución se deriva una alimentación a los tableros que llevan todo el control de las bandas transportadoras.
- Igualmente de este tablero, se deriva otro circuito para un transformador reductor de tensión, que alimenta a su vez los servicios generales y las maquinas detectoras.
- Del tablero general de baja tensión, se derivan todos los servicios generales de las dos zonas en cuestión, como lo es el alumbrado, los contactos, el servicio del área de sistemas y los aires acondicionados.



**Figura 3.12. Esquema general propuesto para la instalación eléctrica de las bandas transportadoras en ambas zonas de la terminal A (Siemens, 2010)**

Como se puede apreciar en la Figura 3.13, se tienen indicadas las áreas donde se planean las adaptaciones y remodelaciones necesarias para la colocación del nuevo sistema de bandas transportadoras, además, en la Figura 3.13 se señalan las zonas donde se encontrarán físicamente los sistemas de detección "eXaminer", divididas en zona 1 y zona 2, de las cuales a cada una le corresponde dos equipos detectores y por lo menos se determinan las zonas donde se aplican las demoliciones y nuevos muros.

La zona 2 del aeropuerto en terminal A (mostrada en la Figura 3.13), está comprendida por oficinas administrativas de las siguientes aerolíneas: Aladia, Aerocalifornia, American Airlines, Azteca, Delta y una parte de las oficinas de Aeroméxico. La zona 1 del aeropuerto en terminal A (también mostrada en la Figura 3.13), está también comprendida por las oficinas administrativas para aerolíneas como: Aviacsa, Interjet, Continental Airlines, Magnicharters, Volaris, Mexicana (que está en proceso de reestructuración) y Aeromar.

Principalmente se establece que estas oficinas quedan dentro del área que se necesita para la instalación de los equipos de detección (Figura 3.13) y bandas transportadoras, por lo que en coordinación con la operadora OMA, se establece una reubicación de las mismas incluyendo su equipamiento, servicios e instalaciones, es decir, cada aerolínea mediante sus contratistas, realiza un cambio físico de oficinas a un área nueva ya destinada para eso.

Las Figuras 3.15 y 3.16, detallan en forma general, algunas de las áreas que sufren modificaciones necesarias para la colocación del sistema de bandas transportadoras. Por ejemplo, según la Figura 3.15, indica en algunos puntos que hay áreas que sufren de una extensión de su

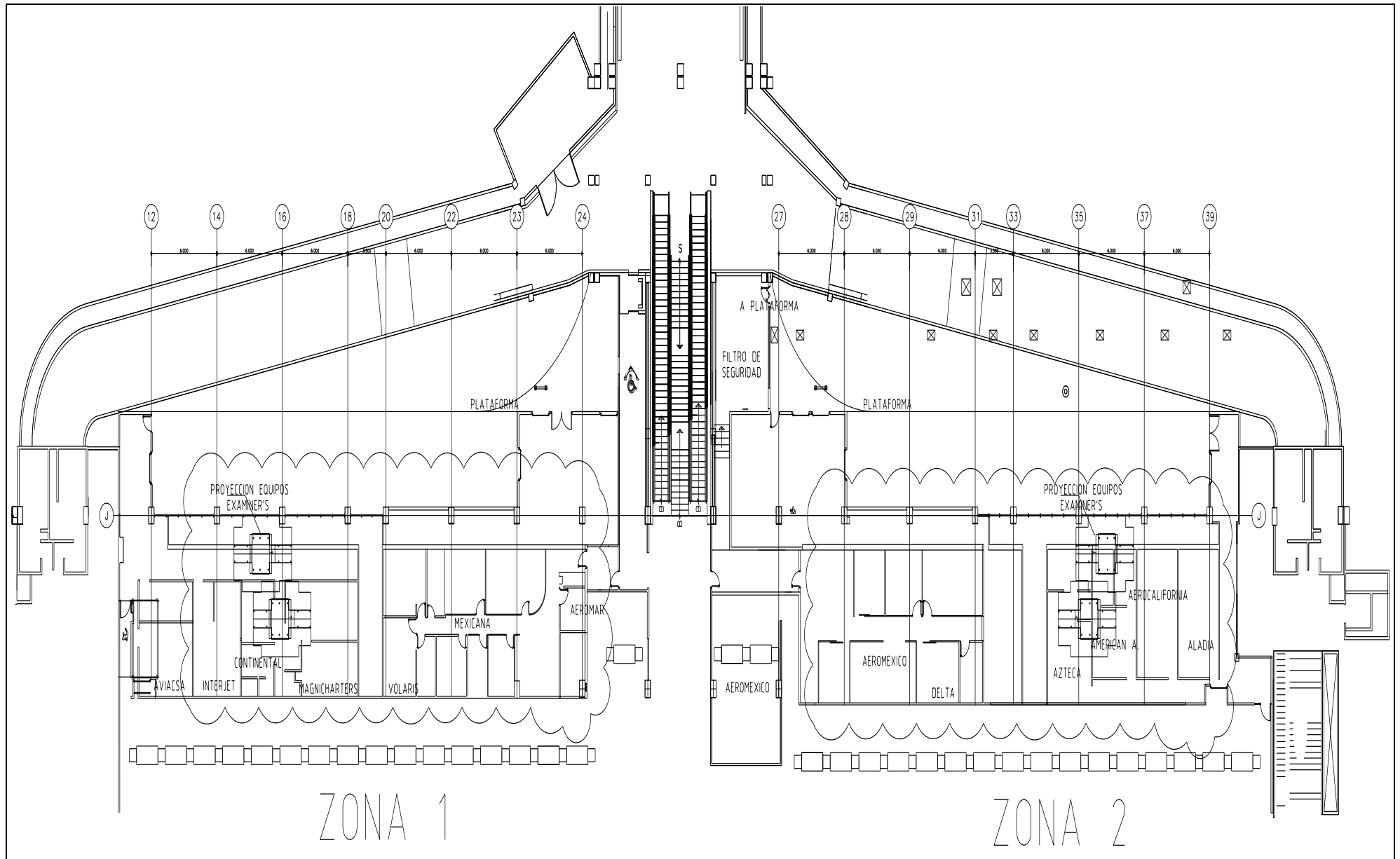
estructura, es decir, en este caso se amplían unos cuartos exteriores adjuntos al inmueble existente, los cuales funcionarán como paso hacia plataforma y para entrega o recepción de equipaje en ambas zonas de la terminal A.

Por otro lado, de esta misma Figura 3.15, se indican que existen ya áreas limpias y con espacio donde se establece físicamente todo el sistema de bandas, y por último, se indican áreas de algunas oficinas existentes que por ejemplo, en área 1 no sufren modificación alguna, no así en área 2, donde se extienden unas oficinas existentes (para ampliación de un comedor de empleados) y se levantan muros para definir los cuartos eléctricos (de todo el sistema) y los cuartos de control y señal.

El caso de la Figura 3.16, indica algunas áreas más específicas en cuanto a remodelación se refiere, ya que por ejemplo, para ambas zonas 1 y 2, se amplía la estructura metálica existente para cobertura de la nueva banda y el área de carrusel exterior. Se hacen también anotaciones para la modificación de algunos muros exteriores por medio del uso de tablaroca en interiores y de tabla durock para exteriores (la diferencia entre ambas tablas es que la tablaroca se conforma de una hoja de yeso cubierta de cartón o papel, y el durock es una hoja de malla delgada cubierta de cemento).

También en la Figura 3.16, se muestran los puntos en donde se modifican los accesos existentes para ciertos puntos como el filtro de seguridad (se hace un nuevo pasillo) y la modificación de las oficinas ya existentes de la aerolínea Aeroméxico, en cuanto a pintura, limpieza y algo de iluminación sencilla (todo ya era existente).

Finalmente, en la Figura 3.17, se muestra un esquema donde se indican cada una de las alturas de plafón en las áreas para la remodelación de ambas zonas de la terminal A, y cuyos valores sirven de referencia para los cálculos necesarios en el capítulo 4 apartado 4.1.3 de resultados para los servicios generales, en donde se aplica el método de los lúmenes y que se basa principalmente en la geometría del lugar y tomando ciertos criterios en el mismo.



**Figura 3.13. Plantas generales del área por remodelar en la terminal A del aeropuerto de Monterrey (Siemens, 2010)**

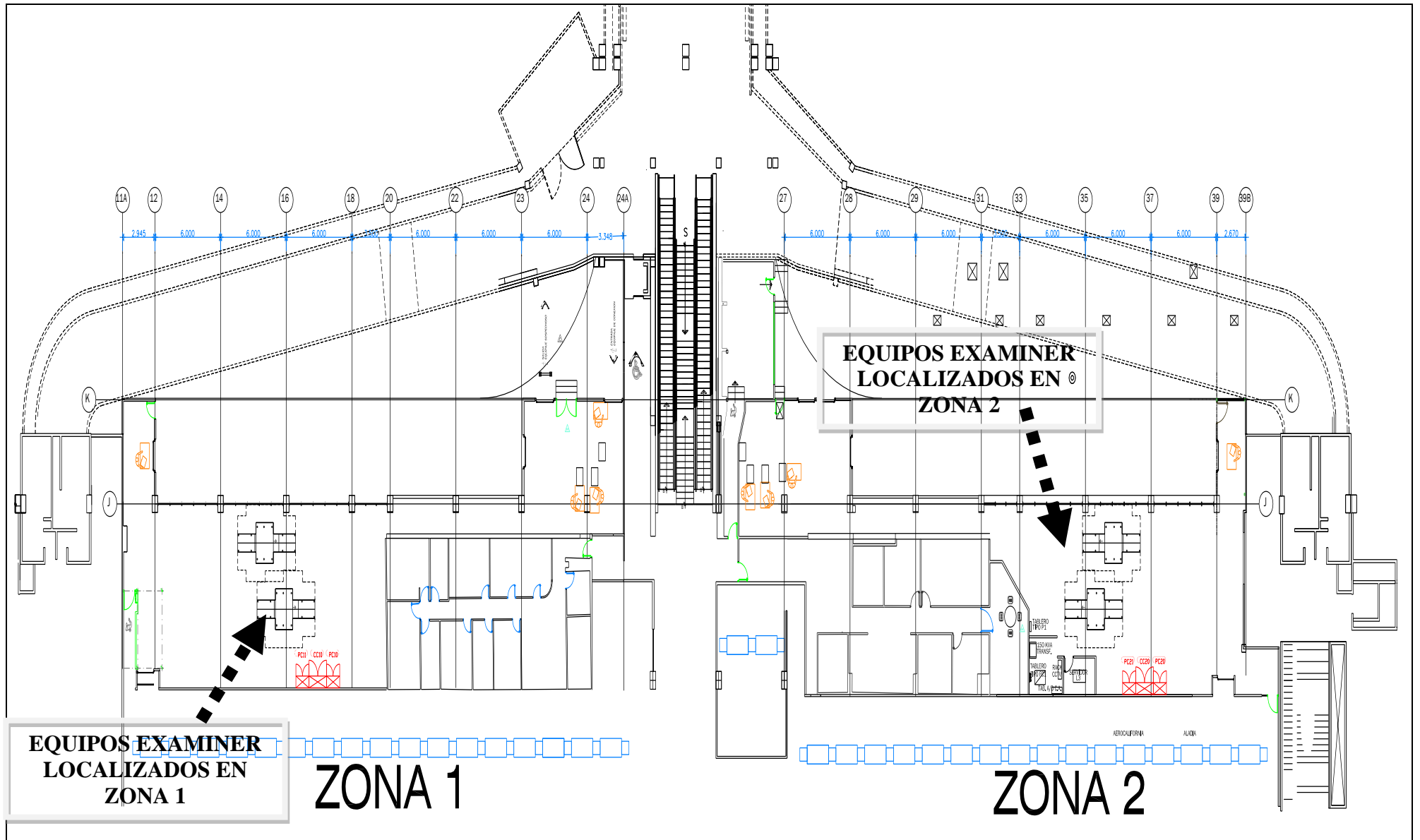


Figura 3.14. Plantas generales de la ubicación de los equipos detectores en terminal A para ambas zonas (Siemens, 2010)

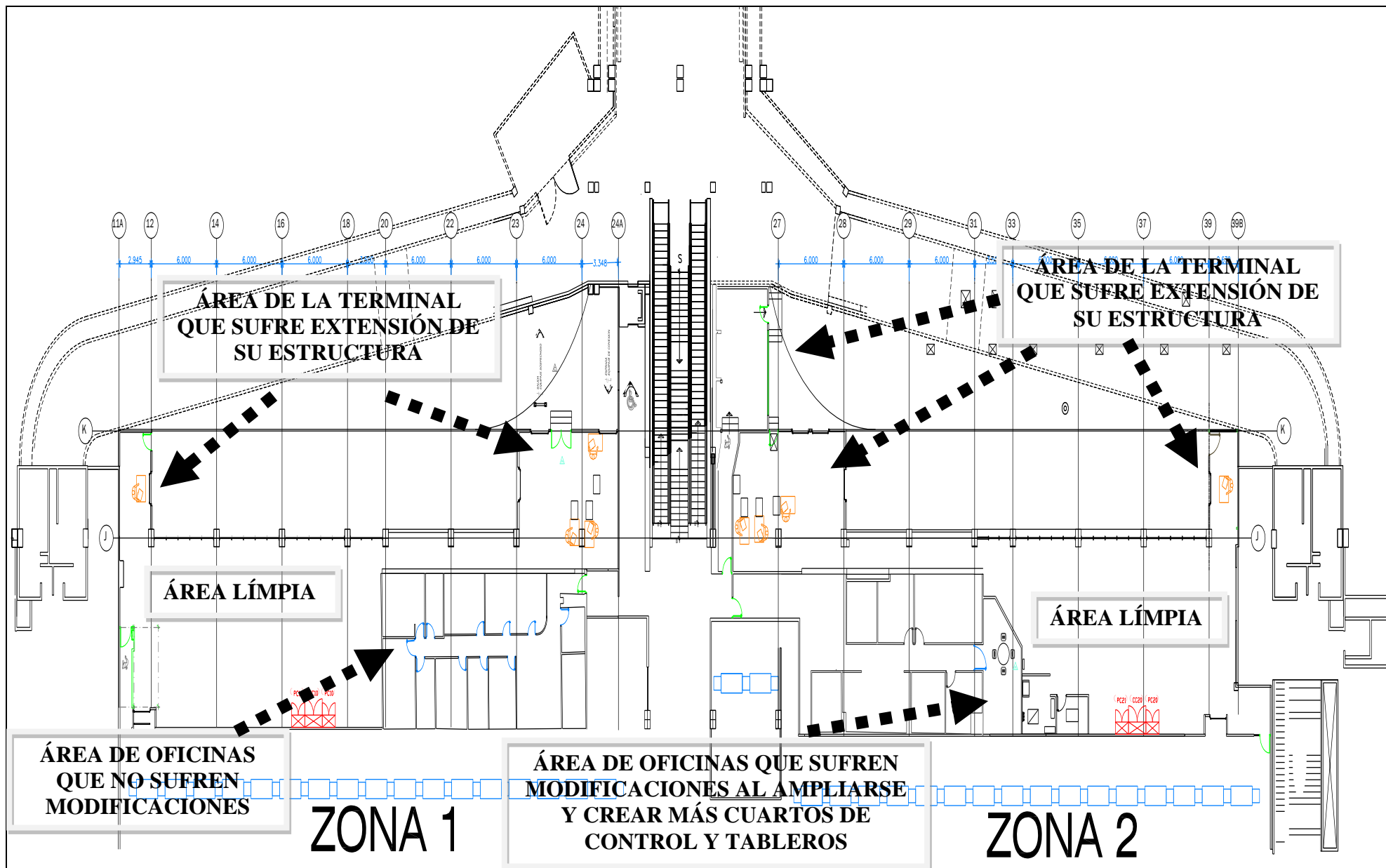


Figura 3.15. Plantas generales de remodelación en las zonas de la terminal A (Siemens, 2010)

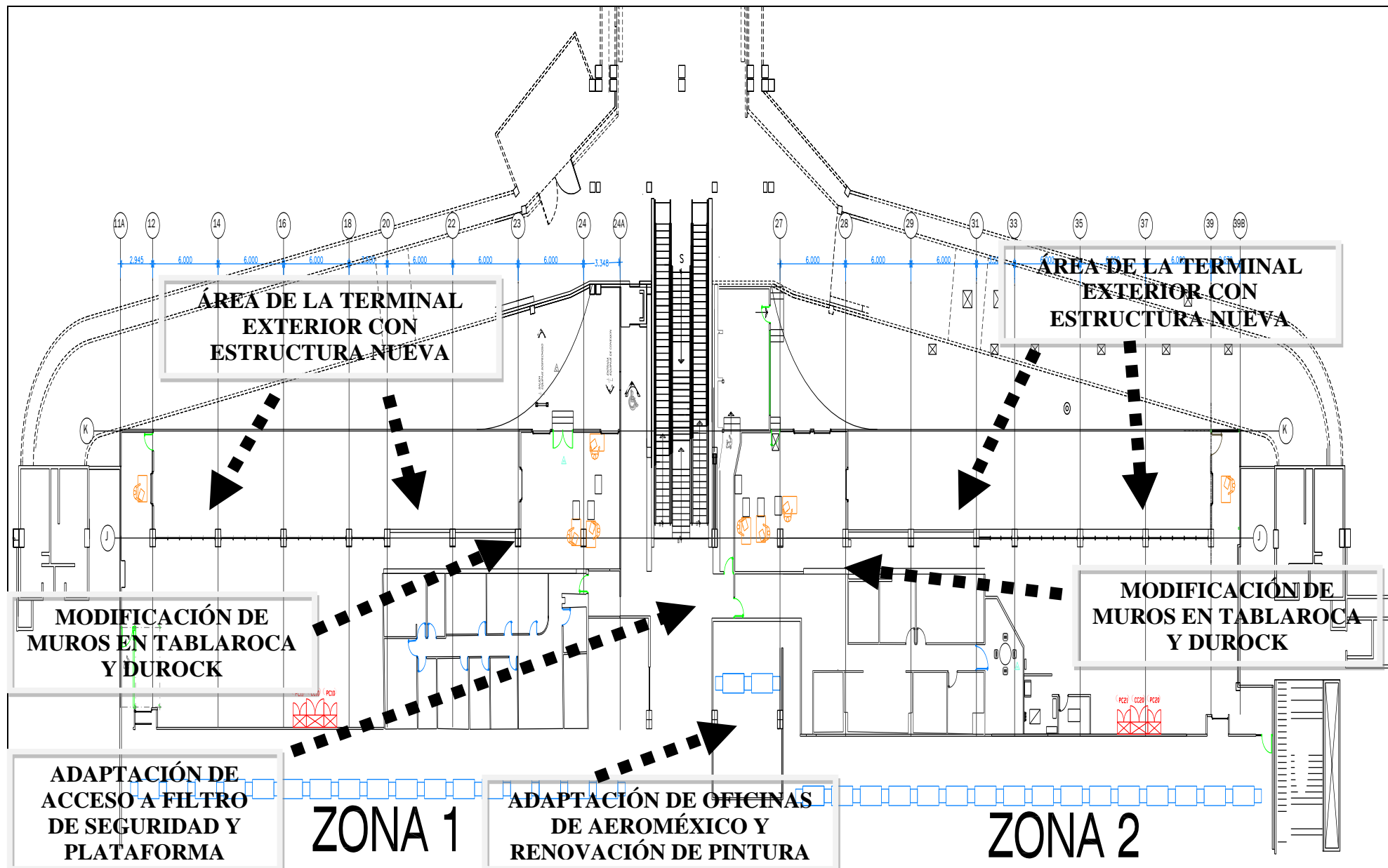


Figura 3.16. Plantas generales de remodelación en las zonas específicas de la terminal A (Siemens, 2010)



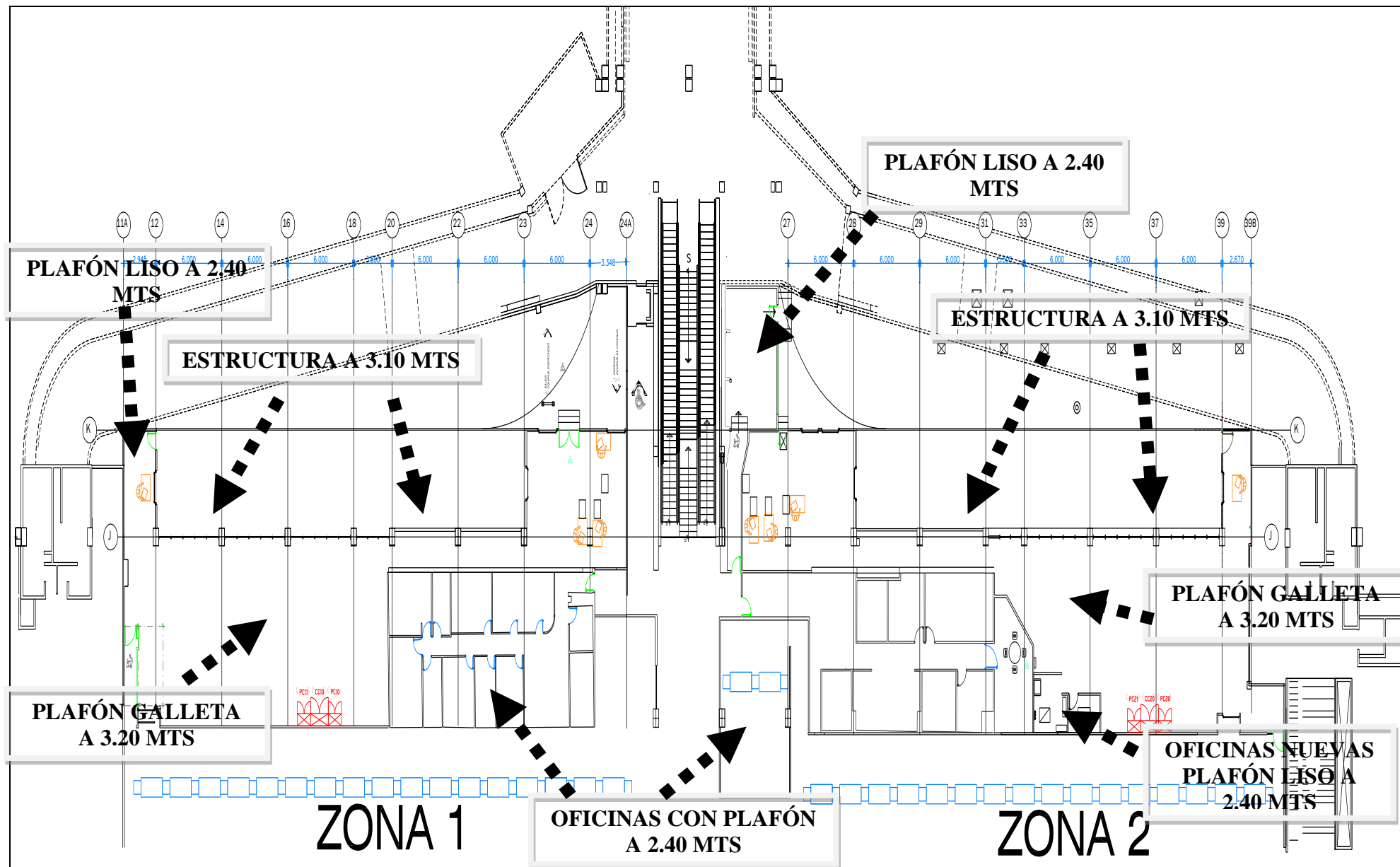


Figura 3.17. Esquema de alturas de plafón para las zonas en la terminal A (Siemens, 2010)

## **CAPÍTULO 4. RESULTADOS**

### **4.1 Cálculo de la instalación eléctrica**

En el siguiente capítulo se establecerá un análisis de cada uno de los requerimientos eléctricos de los equipos, para así de esta forma establecer un análisis de cargas y determinar la correcta instalación eléctrica necesaria para su buen funcionamiento, en base a la NOM – 001 – SEDE 2005 (norma de referencia para utilización de instalaciones eléctricas en México).

Por otro lado, se analizará el impacto de esta instalación en cuanto a la confiabilidad del servicio, ya que es de vital importancia que siempre se tenga un suministro constante y confiable. Puesto que, como se ha mencionado anteriormente, estos equipos son sensibles a los cambios o variaciones de voltajes y corrientes.

#### **4.1.1 Análisis de cargas de cada equipo por instalar**

En la Tabla 4.1, se indica cada uno de los equipos propuestos que intervienen en este sistema de bandas transportadoras, y se obtuvo con base a los datos proporcionados por los proveedores de los mismos, como por ejemplo, los tableros de control de las bandas con datos entregados por Siemens y los tableros para alimentación de los “eXaminer”, proporcionados por L3 Communications, mediante su contratista en México.

En esta Tabla 4.1, cada columna refiere a una breve descripción de los equipos que conformarán los servicios generales en baja tensión y los equipos para detección, los cuales son alimentados y distribuidos por el tablero “P2” y que a su vez alimenta al transformador reductor de tensión tal y como se muestra en la Figura 3.10. Así mismo en las columnas restantes, se definen las capacidades de carga de cada elemento, determinadas por el voltaje de operación y la corriente aproximada de consumo de cada uno de ellos.

Estos valores pueden ser variables, ya que está en función de cómo se utilizará el equipo y que depende básicamente del usuario para su correcto manejo. La última columna indica el área donde será usado el equipo ya que la terminal A se dividió en dos zonas para remodelación, zona 1 y zona 2.

#### **4.1.2 Diagramas unifilares, cálculos de alimentadores y canalizaciones principales**

En base a los datos de la Tabla 4.1, y con ayuda de la Figura 3.11, del apartado 3.3, se procede al acomodo del diagrama unifilar, que como su nombre lo indica, es el resultado de conectar en forma simbólica y a través de un solo hilo todo el equipo mayor que forma parte de la instalación, ya que el diseño de la instalación eléctrica tiene su origen en dicho diagrama, y que resulta del estudio de las necesidades de carga del sistema (Raull, 1990).

El diagrama se irá realizando con cada elemento que se agrega y se actualizará para que así al final, se pueda determinar la subestación y planta de emergencia para todo el sistema propuesto. El diagrama se empezará a construir partiendo de la idea que es necesario iniciar desde la carga, definir su alimentación y distribución, y así sucesivamente hasta conformar todo el sistema general.

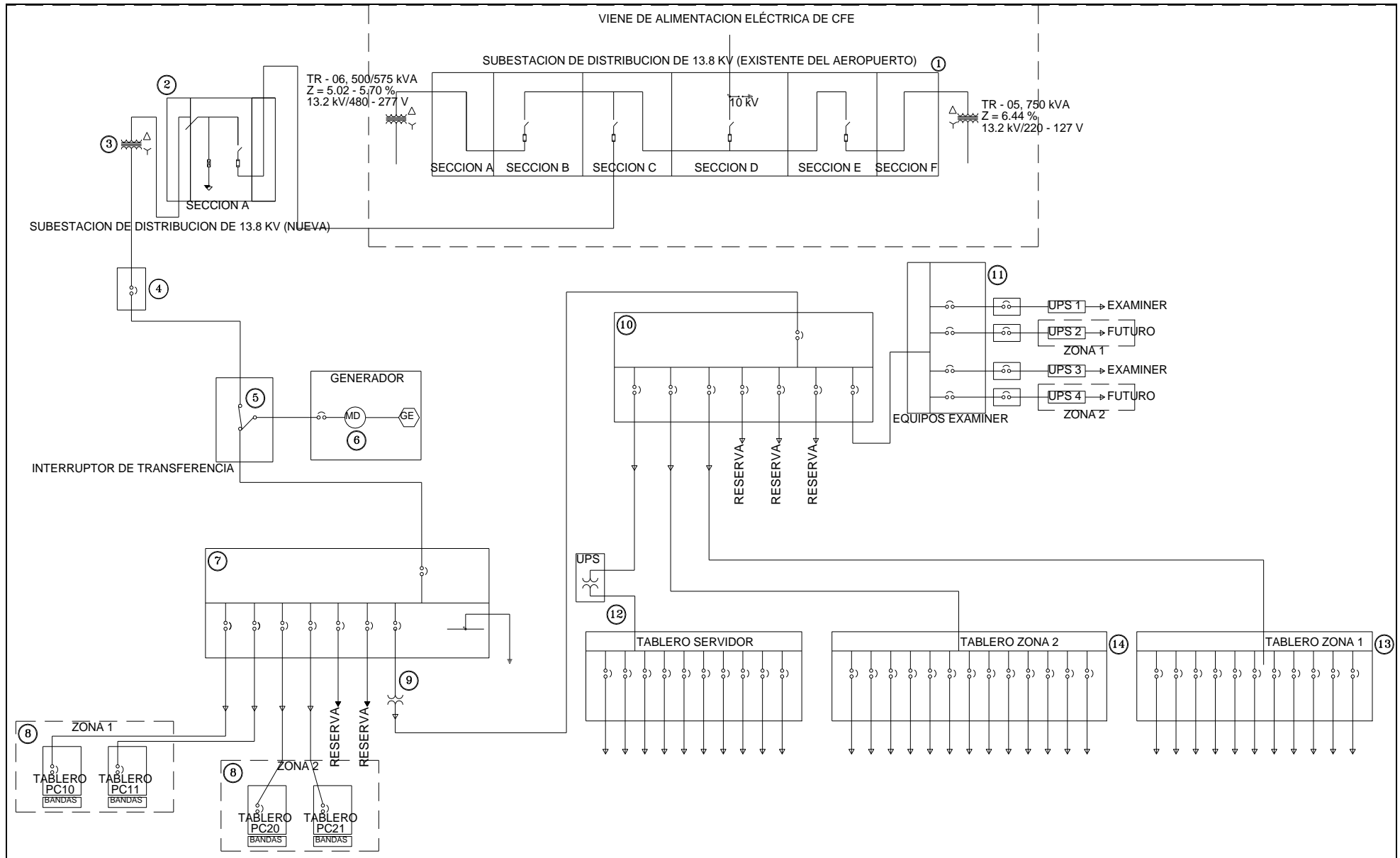
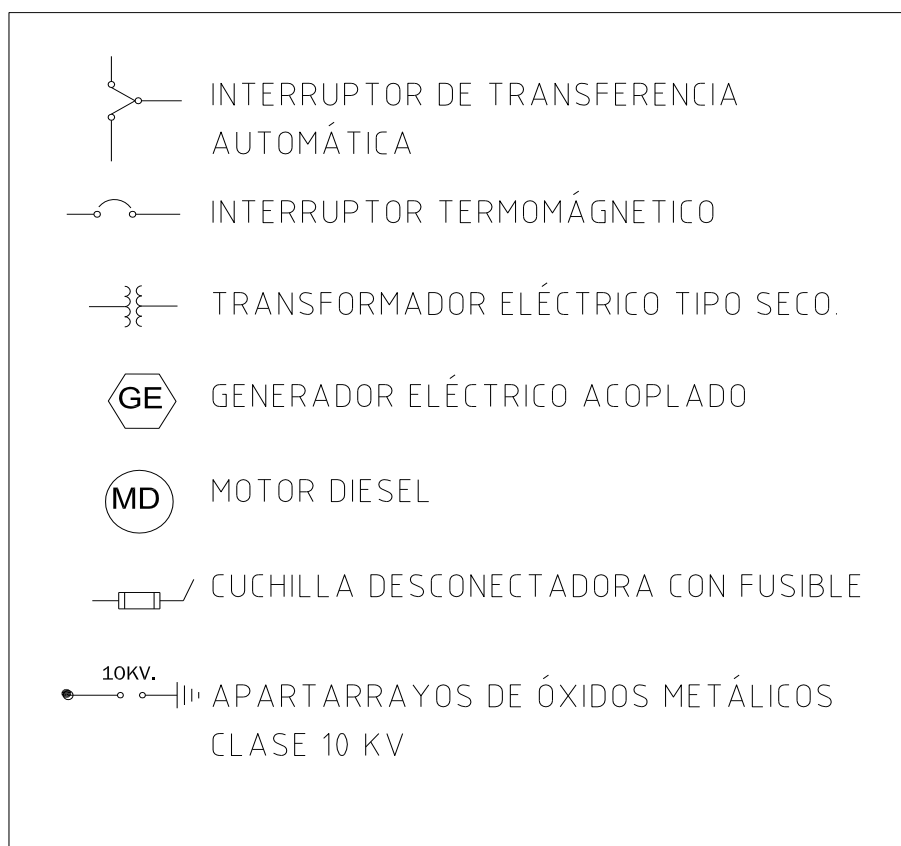


Figura 4.1. Diagrama unifilar propuesto general del sistema de 440/254 V para el sistema de bandas transportadoras (Siemens, 2010)

**Tabla 4.1. Capacidad de carga eléctrica necesaria para los equipos que intervienen en el sistema de las bandas transportadoras para el tablero “P2” (Siemens, 2010)**

Equipos	Clave	Corriente aproximada	Voltaje de operación 208/120 V	Cantidad de equipos	Total de carga en kVA	Zona de ubicación
Mini – Split de 2.5 TR para máquina “eXaminer”	MS - 1	30	208	1	5.00	ZONA 1
Mini – Split de 2.5 TR para máquina “eXaminer”	MS - 1	30	208	1	5.00	ZONA 1
Mini – Split de 2 TR para filtro de seguridad	MS - 3	22	208	1	4.00	ZONA 1
Mini – Split de 2 TR para filtro de seguridad	MS - 3	22	208	1	4.00	ZONA 1
Mini – Split de 1 TR para “site”	MS - 4	12	208	1	2.00	ZONA 1
Mini – Split de 1 TR para filtro	MS - 4	12	208	1	2.00	ZONA 1
Mini – Split de 2.5 TR para máquina “eXaminer”	MS - 1	30	208	1	5.00	ZONA 2
Mini – Split de 2.5 TR para máquina “eXaminer”	MS - 1	30	208	1	5.00	ZONA 2
Mini – Split de 1 TR para filtro	MS - 4	12	208	1	2.00	ZONA 2
Mini – Split de 2 TR para filtro de seguridad	MS - 3	22	208	1	4.00	ZONA 2
Máquina examinadora de equipaje (“eXaminer”)	CT1 - 01	55.47	208	1	19.98	ZONA 2
Máquina examinadora de equipaje (“eXaminer”)	CT2 - 01	55.47	208	1	19.98	ZONA 2
Máquina examinadora de equipaje (“eXaminer”)	CT4 - 01	55.47	208	1	19.98	ZONA 2
Máquina examinadora de equipaje (“eXaminer”)	CT5 - 01	55.47	208	1	19.98	ZONA 2
Circuito cerrado de televisión y servidor (CCTV)	CCTV	43.5	120	1	5.22	ZONA 1 y 2
Alumbrado general	CC2 - 01	Variable	127	1	7.20	ZONA 1
Alumbrado general	CC2 - 02	Variable	127	1	7.20	ZONA 2
Contactos para servicios	CC1 - 01	Variable	127	1	2.50	ZONA 1
Contactos para servicios	CC1 - 02	Variable	127	1	2.50	ZONA 2
Sistema regulado por UPS	UPS	Variable	220	1	8.00	ZONA 1
Contactos para control de acceso	CTL - AC	12	120	1	1.44	ZONA 1 y 2

En base a esta idea, se tiene el arreglo general del sistema en cuestión, lo cual está indicado en la Figura 4.1, que básicamente es el diagrama unifilar general, pero que involucra de manera muy general a todos los equipos y que permite en posteriores apartados a la definición de las canalizaciones y alimentaciones de éstos mismos. Los equipos están numerados y descritos en base a la Tabla 3.1, para mayor referencia. De la Figura 4.1, se deriva esta nomenclatura para la representación de ciertos elementos específicos en el diagrama unifilar. La Figura 4.2, describe estas referencias a figuras y su significado.



**Figura 4.2. Simbología utilizada para el diagrama unifilar del sistema de 440/254 V para el sistema de bandas transportadoras (Siemens, 2010)**

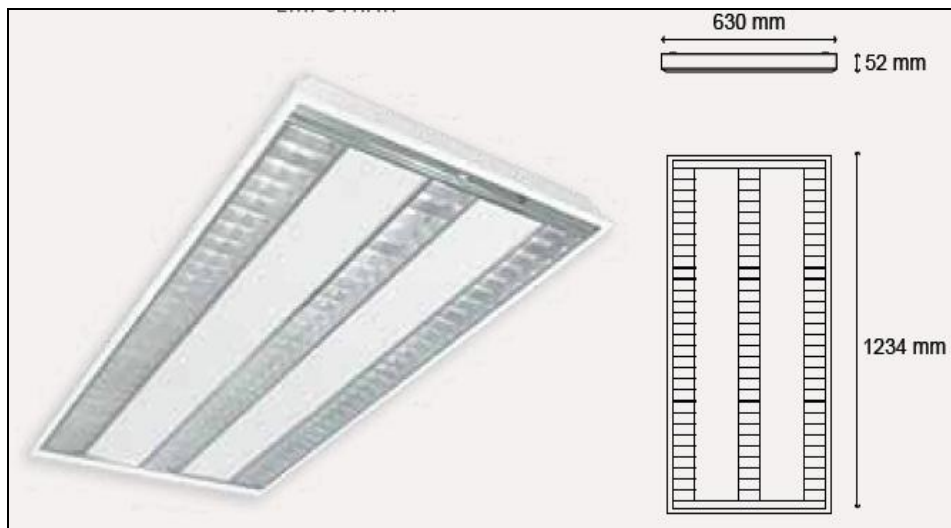
#### 4.1.3. Cálculo de servicios generales para el área de los equipos

El siguiente apartado contiene el cálculo de los servicios generales para las áreas en cuestión de las bandas transportadoras. Los servicios generales engloban todo lo correspondiente a la iluminación general, al aire acondicionado de las áreas y en los equipos, y los contactos de servicios para uso general. Para el tema de la iluminación, se establecen algunos parámetros que se aplicarán para el diseño y propuesta. Para el proceso de diseño se utilizó la NOM – 007 – ENER – 2004, cuyo título es la de “Eficiencia energética para sistemas de alumbrado en edificios no residenciales”, la cual especifica la determinación de niveles de alumbrado, y además, adicionalmente se aplica el método de los lúmenes para reforzar el cálculo. La propuesta para alumbrado quedó según lo descrito en la Tabla 4.2.

**Tabla 4.2. Descripción de los luminarios y sus áreas de aplicación (Magg, 2010)**

Luminarios propuestos	Descripción
Luminarios fluorescentes, tipo T5, con balastos electrónicos multivoltaje para una operación de 110 – 277 V y de 28 W.	Aplicados para las zonas de oficinas, área de las bandas, pasillos, oficinas de inspección y el filtro de seguridad, del tipo empotrable.
Luminarios tipo campana, de aditivos metálicos, a 250 W, con balastro electrónico para una operación de 110 V.	Para las áreas exteriores a intemperie, siendo colganteadas en la estructura.
Se propone el uso de luminarios industriales, con gabinete a prueba de vapor, con balastro electrónico para una operación de 110 V.	Para el área de la subestación en la azotea debido a que esta zona presenta calentamientos, polvos y vapores exteriores, se colocarán en forma sobrepuesta por la estructura del inmueble.

Los luminarios propuestos derivados de la Tabla 4.2, tienen las siguientes características, que se obtienen de las hojas del fabricante Magg (2010) y que a su vez se muestran en las Figuras 4.3, 4.4, 4.5 y 4.6, y se describen técnicamente en las Tablas 4.3, 4.4, 4.5 y 4.6, cada una con su correspondiente descripción. La descripción técnica de la luminaria fluorescente modelo “Kromos II” de 3 x 28 W con gabinete empotrable, se describe en la Tabla 4.3.



**Figura 4.3. Descripción y esquemas de luminarios a instalar en el aeropuerto del tipo fluorescente (Magg, 2010)**

**Tabla 4.3. Descripción técnica de luminarios a instalar en el aeropuerto del tipo fluorescente (Magg, 2010)**

Acabado	Temperatura del color en Kelvin	Factor de potencia	Voltaje de operación
Blanco	3500	0.98	100 – 305 V
Blanco	4100	0.98	100 – 305 V
Blanco	6500	0.98	100 – 305 V

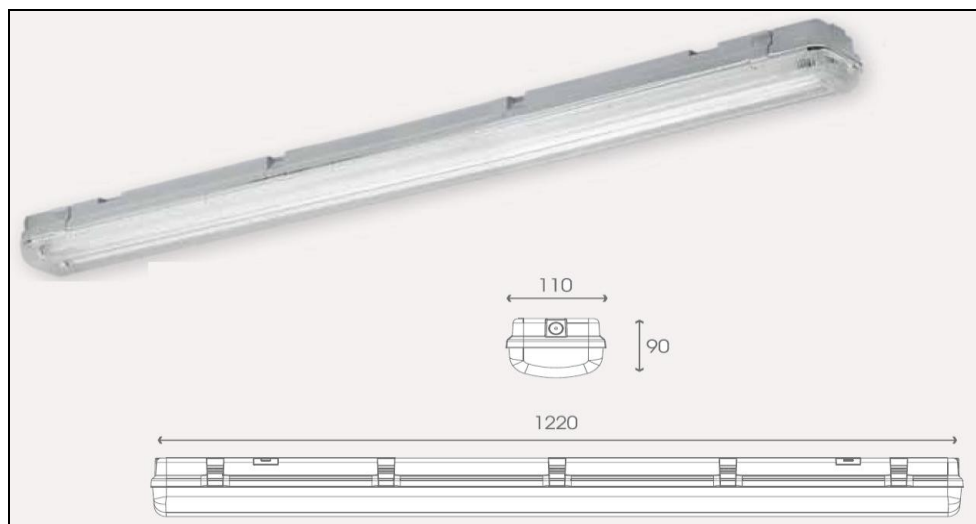


**Figura 4.4. Descripción y esquemas de luminarios a instalar en el aeropuerto del tipo campana de aditivos metálicos (Magg, 2010)**

La descripción técnica de la luminaria modelo “Campana de 16 pulgadas” de 250 W tipo colgante, se describe en la Tabla 4.4. La descripción técnica de la luminaria modelo “Gamma” de 2 x 28 W, tipo T5 fluorescente con gabinete a prueba de vapor y humedad, se describe en la Tabla 4.5.

**Tabla 4.4. Descripción técnica de luminarios a instalar en el aeropuerto del tipo campana de aditivos metálicos (Magg, 2010)**

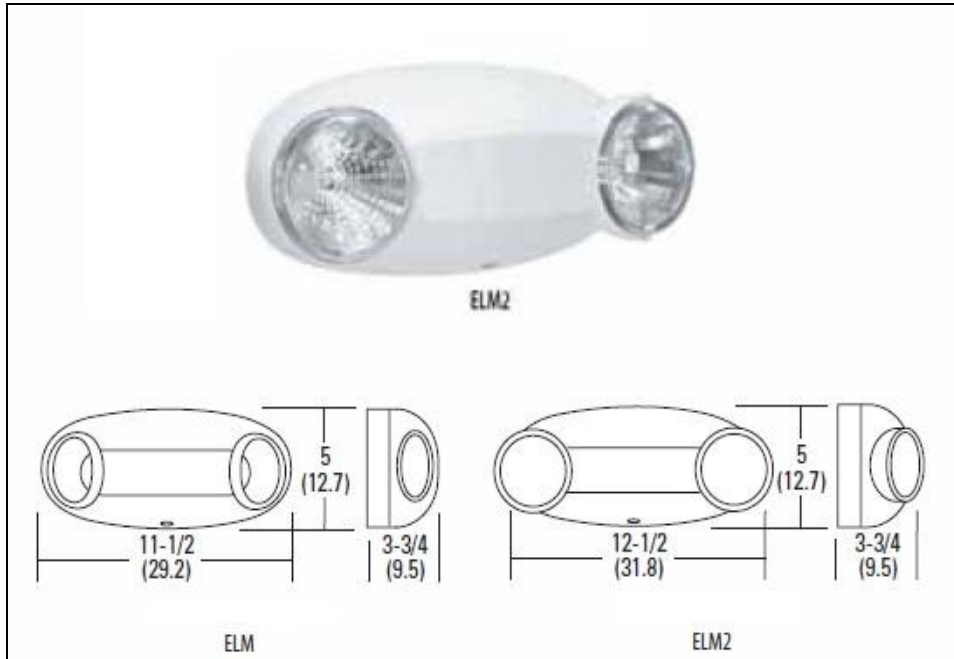
Acabado	Factor de potencia	Voltaje de operación
Blanco	0.98	127 – 277 V



**Figura 4.5. Descripción y esquemas de luminarios a instalar en el aeropuerto del tipo fluorescente a prueba de vapor (Magg, 2010)**

**Tabla 4.5. Descripción técnica de luminarios a instalar en el aeropuerto del tipo fluorescente a prueba de vapor (Magg, 2010)**

Acabado	Temperatura del color en Kelvin	Factor de potencia	Voltaje de operación
Gris	3500	0.98	90 – 140 V
Gris	4100	0.98	127 V
Gris	6500	0.98	127 V



**Figura 4.6. Descripción y esquemas de luminarios a instalar en el aeropuerto del tipo luminarios con batería de emergencia (Magg, 2010)**

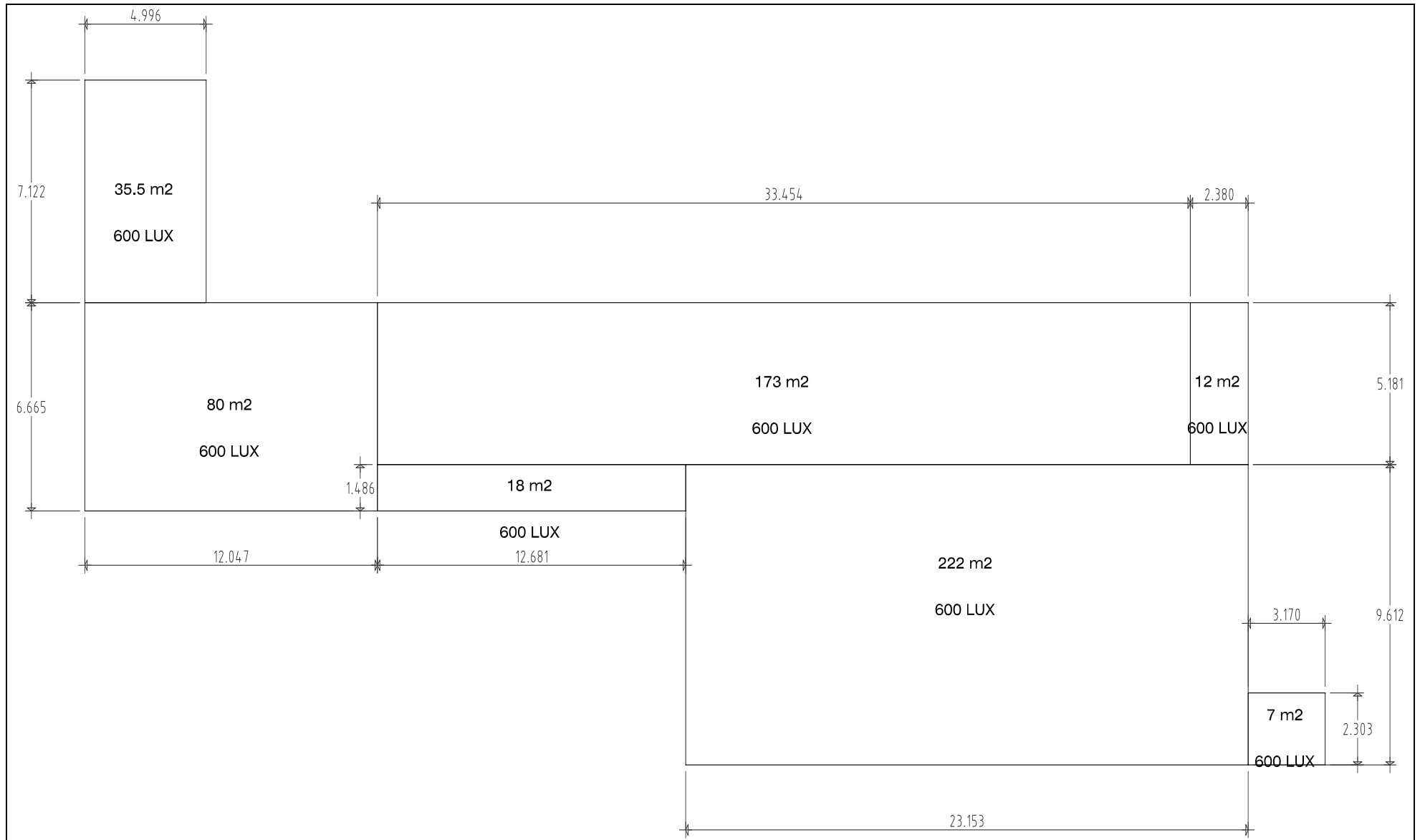
La descripción técnica de la luminaria modelo “ELM2” de 12 W, tipo incandescente compacta con respaldo de una batería de emergencia (con un respaldo de 9 horas aproximadamente) con gabinete de policarbonato y de colocación para sobreponer, se describe en la Tabla 4.6.

**Tabla 4.6. Descripción técnica de luminarios a instalar en el aeropuerto del tipo luminarios con batería de emergencia (Magg, 2010)**

Tipo	Potencia de consumo	Corriente	Voltaje de operación
ELM2	12	0.11	120 V
ELM2	15	0.12	277 V

Para la aplicación del método estándar de los lúmenes es necesario establecer la cantidad de luminarios en cada zona donde se ubicarán los equipos, es decir, la terminal A se divide en dos zonas de estudio, y se comienza con la zona 2, por lo que dicha zona se divide nuevamente en las siguientes áreas que muestra la Figura 4.7. En la Figura 4.7 se divide el área en estudio en varias subáreas, que son principalmente los lugares donde se ubicarán tanto las bandas, como los lugares de operación del aeropuerto. En cada lugar determinado, se establece un nivel de iluminación promedio considerado en luxes, cuyo criterio fue determinado y establecido por recomendaciones del aeropuerto.





**Figura 4.7. División de áreas de la zona 2 para el estudio de iluminación en base al método de los lúmenes**

Con ayuda de la Figura 4.7, y de izquierda a derecha se tiene lo siguiente para cada subdivisión del área de estudio en zona 2 de la terminal A:

$$\text{Área 01} = (4.99 \text{ m})(7.12 \text{ m}) = 35.52 \text{ m}^2$$

$$\text{Área 02} = (6.66 \text{ m})(12.04 \text{ m}) = 80.18 \text{ m}^2$$

$$\text{Área 03} = (1.48 \text{ m})(12.68 \text{ m}) = 18.76 \text{ m}^2$$

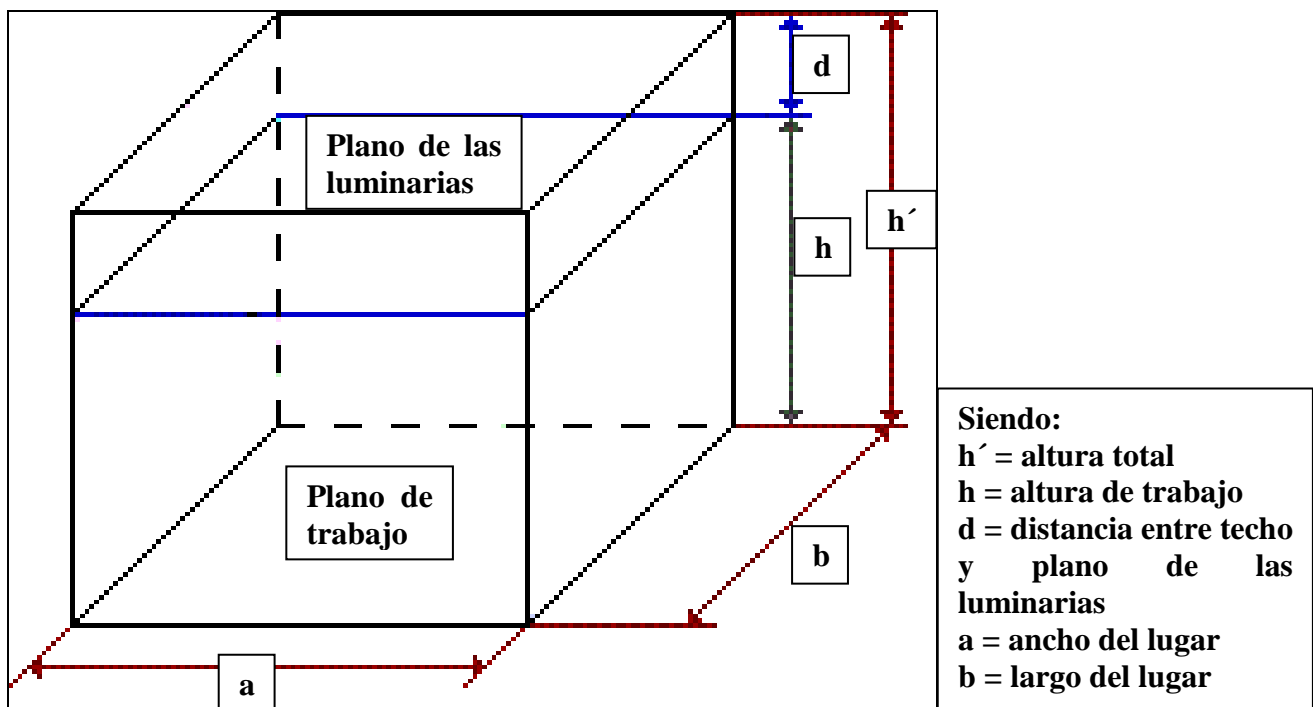
$$\text{Área 04} = (33.45 \text{ m})(5.18 \text{ m}) = 173.27 \text{ m}^2$$

$$\text{Área 05} = (23.15 \text{ m})(9.61 \text{ m}) = 222.47 \text{ m}^2$$

$$\text{Área 06} = (2.38 \text{ m})(5.18 \text{ m}) = 12.32 \text{ m}^2$$

$$\text{Área 07} = (2.30 \text{ m})(3.17 \text{ m}) = 7.29 \text{ m}^2$$

El método de los lúmenes requiere las dimensiones del local y la altura del plano de trabajo, y son datos que sirven para calcular el índice del local o índice de rendimiento del color (*IRC*) a partir de la geometría de éste (Ganslandt y Hofmann, 1992). Este método es aplicable para cálculo de iluminación directa, semidirecta, directa – indirecta y general difusa. La Figura 4.8, presenta un esquema de cómo es obtenido este índice en base a las dimensiones del lugar y la altura de la luminarias con respecto al plano de trabajo (IESNA, 2000).



**Figura 4.8.** Esquema para el cálculo del índice del local (*IRC*) para cada zona en estudio (IESNA, 2000)

De la Figura 4.8, se desprende la Ecuación (4.1) y en donde se indica cada uno de los parámetros que la conforman de la siguiente manera:

$$IRC = (a*b)/(h)(a + b) \quad (4.1)$$

Siendo:

a = Ancho del área en estudio

b = Largo del área en estudio

h = Altura de la luminaria hasta el plano de trabajo en estudio

El segundo paso en el método de los lúmenes es determinar los coeficientes de reflexión ( $\rho$ ) del techo, paredes y suelos. Estos valores se encuentran normalmente tabulados para los diferentes tipos de materiales, superficies y acabados. Si no se dispone de ellos, se pueden considerar de la Tabla 4.7, los cuales están tabulados en forma general.

**Tabla 4.7. Selección de coeficientes de reflexión ( $\rho$ ) para los diferentes espacios en estudio (IESNA, 2000)**

Lugar	Color	Factor de reflexión ( $\rho$ )
Techo	Blanco o muy claro	0.7
	Claro	0.5
	Medio	0.3
Pared	Claro	0.5
	Medio	0.3
	Oscuro	0.1
Suelo	Claro	0.3
	Oscuro	0.1

Para la aplicación del método de los lúmenes aplicado a las áreas en estudio, se puede tomar los valores de 0.5 para el techo, ya que el plafón reticular tipo galleta es de color blanco, pero es poroso, de 0.5 para las paredes ya que serán pintadas de color blanco y finalmente de 0.1 para el suelo, por que el piso existente a pesar de ser pulido, es de color grisáceo. Para el área exterior del edificio, se considera un valor para el techo de 0.5, y un valor para la pared de 0.3. El suelo se considera oscuro con valor de 0.1. Las Figuras 4.9 y 4.10, dan una muestra general de cómo están conformadas las áreas en estudio y que permiten determinar la selección de los coeficientes de la Tabla 4.7. La Figura 4.9 muestra un parte del área nueva para trabajo de personal del aeropuerto y la Figura 4.10, es el área general de las bandas y los equipos detectores. Ahí se puede ver parte de las bandas existentes, y los equipos de detección envueltos en plásticos de ambas zonas.

El tercer paso en el método de los lúmenes es determinar el factor de utilización ( $\eta$ ) a partir del índice del local obtenido de la Ecuación (4.1) y los coeficientes de reflexión de la Tabla 4.7, se buscan valores que se encuentran tabulados y los suministran los fabricantes. Para el proyecto, debido a que la marca Magg que fue propuesta no incluye este tipo de tablas para sus factores de utilización en sus manuales ni en su página de internet, se aplican como referencia las tablas del manual del IESNA de la “Illuminating Engineering Society of North America”, teniendo las que aparecen en las Figuras 4.11 y 4.12.



**Figura 4.9. Vistas de las paredes, techo y pisos del área en remodelación para una zona agregada a la estructura (Baselis, 2010)**



**Figura 4.10. Vistas de las paredes, techo y pisos del área en remodelación en la zona de bandas transportadoras (Baselis, 2010)**

En las Figuras 4.11 y 4.12 se encuentra para cada tipo de luminaria que se propone los factores de iluminación en función de los coeficientes de reflexión y el índice del local. Se entiende que estos últimos conceptos se calcularán en función del área en estudio según la Figura 4.7.

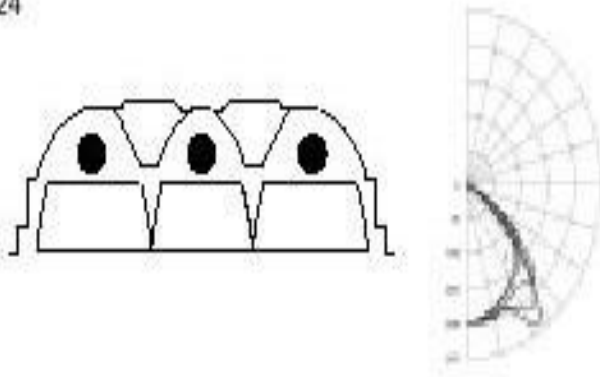
Coeficiente reflexión del techo		$\rho_{cc} \rightarrow$	80			70			50			30			10			0
Coeficiente reflexión de pared		$\rho_w \rightarrow$	70	50	30	70	50	30	50	30	10	50	30	10	50	30	10	0
Tipo de luminaria		IRC																
		↓																
24		<b>LUMINARIOS DEL TIPO F32T5 Y F32T8</b> <b>EFICIENCIA DEL 72.7 %</b>																
		0	0.87	0.87	0.87	0.85	0.85	0.85	0.81	0.81	0.81	0.77	0.77	0.77	0.74	0.74	0.74	0.73
		1	0.81	0.78	0.76	0.79	0.77	0.74	0.74	0.72	0.70	0.71	0.69	0.68	0.68	0.67	0.66	0.65
		2	0.75	0.70	0.66	0.73	0.69	0.65	0.66	0.63	0.61	0.64	0.61	0.59	0.62	0.60	0.58	0.57
		3	0.69	0.63	0.58	0.68	0.62	0.57	0.60	0.56	0.52	0.58	0.54	0.52	0.56	0.53	0.51	0.49
		4	0.64	0.56	0.51	0.62	0.55	0.50	0.54	0.49	0.46	0.52	0.48	0.45	0.51	0.47	0.44	0.43
		5	0.59	0.51	0.45	0.58	0.50	0.44	0.48	0.44	0.40	0.47	0.43	0.40	0.46	0.42	0.39	0.38
		6	0.55	0.46	0.40	0.53	0.45	0.40	0.44	0.39	0.35	0.43	0.38	0.35	0.42	0.38	0.35	0.33
		7	0.51	0.42	0.36	0.50	0.41	0.36	0.40	0.35	0.31	0.39	0.35	0.31	0.38	0.34	0.31	0.30
		8	0.47	0.38	0.32	0.46	0.38	0.32	0.37	0.32	0.28	0.36	0.31	0.28	0.35	0.31	0.28	0.27
		9	0.44	0.35	0.29	0.43	0.35	0.29	0.34	0.29	0.25	0.33	0.29	0.25	0.32	0.28	0.25	0.24
	10	0.41	0.32	0.27	0.40	0.32	0.27	0.31	0.26	0.23	0.31	0.26	0.23	0.30	0.26	0.23	0.22	
Luminario parabólico, con louvers semi especulares de 3" y 18 celdas																		

Figura 4.11. Valores de factores de utilización ( $\eta$ ) para modelos de luminarios fluorescentes (IESNA, 2000)

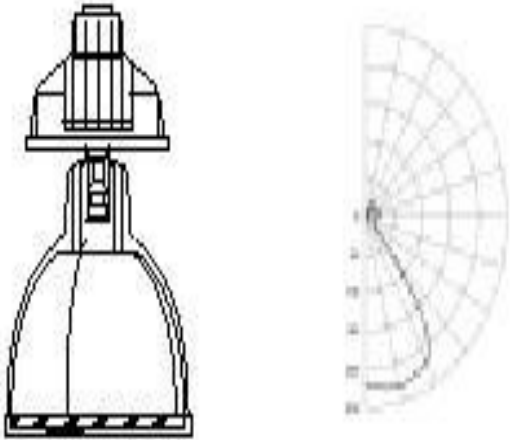
Coeficiente reflexión del techo		$\rho_{CC} \rightarrow$	80			70			50			30			10			0
Coeficiente reflexión de pared		$\rho_W \rightarrow$	70	50	30	70	50	30	50	30	10	50	30	10	50	30	10	0
Tipo de luminaria		IRC	LUMINARIOS DEL TIPO M250, M400 EFICIENCIA DEL 59 %															
		$\downarrow$																
16		0	0.67	0.67	0.67	0.64	0.64	0.64	0.58	0.58	0.58	0.53	0.53	0.53	0.48	0.48	0.48	0.46
		1	0.62	0.59	0.57	0.59	0.57	0.55	0.52	0.50	0.49	0.48	0.46	0.45	0.43	0.43	0.42	0.40
		2	0.57	0.53	0.50	0.55	0.51	0.48	0.47	0.45	0.43	0.43	0.41	0.40	0.40	0.38	0.37	0.35
		3	0.53	0.48	0.44	0.51	0.46	0.43	0.43	0.40	0.37	0.40	0.37	0.35	0.36	0.35	0.33	0.31
		4	0.50	0.44	0.39	0.47	0.42	0.38	0.39	0.36	0.33	0.36	0.34	0.32	0.34	0.32	0.30	0.28
		5	0.46	0.40	0.35	0.44	0.38	0.34	0.36	0.33	0.30	0.33	0.31	0.28	0.31	0.29	0.27	0.26
		6	0.43	0.37	0.32	0.41	0.35	0.31	0.33	0.30	0.27	0.31	0.28	0.26	0.29	0.27	0.25	0.23
		7	0.40	0.34	0.29	0.39	0.33	0.28	0.31	0.27	0.25	0.29	0.26	0.24	0.27	0.24	0.23	0.21
		8	0.38	0.31	0.27	0.36	0.30	0.26	0.28	0.25	0.22	0.27	0.24	0.22	0.25	0.23	0.21	0.20
		9	0.36	0.29	0.24	0.34	0.28	0.24	0.26	0.23	0.21	0.25	0.22	0.20	0.23	0.21	0.19	0.18
		10	0.33	0.27	0.23	0.32	0.26	0.22	0.24	0.21	0.19	0.23	0.20	0.18	0.22	0.19	0.18	0.17
Reflector tipo campana, tamaño mediano																		

Figura 4.12. Valores de factores de utilización ( $\eta$ ) para modelos de luminarios tipo campana (IESNA, 2000)

El cuarto y último paso en el método de los lúmenes es determinar el factor de mantenimiento o de conservación ( $f_m$ ) de la instalación. Este coeficiente básicamente dependerá del grado de suciedad ambiental y de la frecuencia de la limpieza del local. Para una limpieza periódica anual se puede tomar como referencia los siguientes valores de la Tabla 4.8.

**Tabla 4.8. Factores de mantenimiento o conservación para luminarios (IESNA, 2000)**

Ambiente	Factor de mantenimiento ( $f_m$ )
Limpio	0.8
Sucio	0.6

Desarrollando el proceso de cálculo para cada una de las áreas de estudio, y que partiendo de la Ecuación (4.1) y conjuntando los datos para el área 01, con una altura de 2.40 m sobre el plano de trabajo se desarrolla la Ecuación (4.2) como:

$$IRC = (35.52)/(2.40)(4.99 + 7.12) = 1.22 \quad (4.2)$$

Entonces de la Figura 4.11, referenciada del manual del IESNA (2000) para los valores tabulados y de referencia para los factores de utilización, se obtiene el siguiente valor para  $\eta = 0.74$  y entonces según el desarrollo del método de los lúmenes resulta las Ecuaciones (4.3), (4.4) y (4.5):

Para el cálculo del flujo luminoso total:

$$\theta_T = (E \cdot S) / (\eta \cdot f_m) \quad (4.3)$$

Para el cálculo de luminarios necesarios:

$$\text{Número de lámparas} = (\theta_T) / (n \cdot \theta_L) \quad (4.4)$$

Combinando ecuaciones (4.3) y (4.4), resulta:

$$\text{Número de lámparas} = (E \cdot S) / (n \cdot \theta_L \cdot \eta \cdot f_m) \quad (4.5)$$

Siendo:

$E$  = Iluminancia media deseada (en luxes)

$S$  = Área en estudio (en  $m^2$ )

$\eta$  = Es el factor de utilización

$f_m$  = Factor de mantenimiento

$n$  = Número de focos o tubos que conforman la luminaria

$\theta_L$  = Flujo luminoso de un foco o tubo de la luminaria (tubos fluorescentes = 2,690 lm y para focos de aditivos metálicos = 20,500 lm)

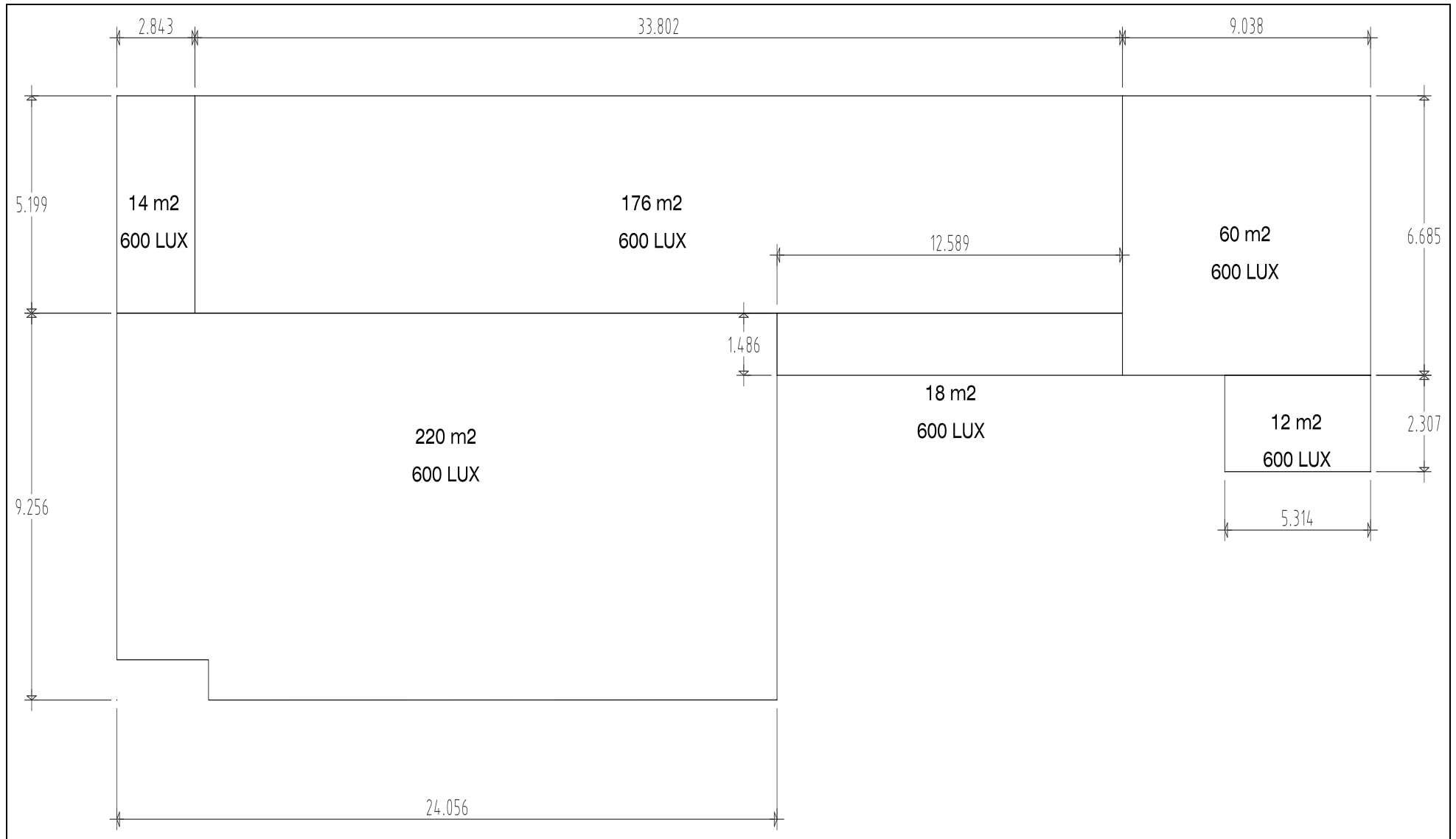
Sustituyendo valores según los desarrollos anteriores de las Ecuaciones (4.3), (4.4) y (4.5), se aplica para cada área involucrada en la propuesta y se analiza la distribución de luminarios en base al método de los lúmenes que se puede utilizar y de la cual se conforma la Tabla 4.9 de estos resultados.

**Tabla 4.9. Resumen del cálculo de luminarios por área para zona 2 y configuraciones de las mismas en base al método de los lúmenes**

Área	Número de lámparas	Altura	Descripción y propuesta establecida según el método
01	IRC = 1.22 y Número de lámparas = 4.54 piezas	2.40 m	Analizando el área y por ser el filtro de seguridad, se consideran 4 piezas, ya que el área es pequeña y que no es necesaria mayor iluminación, además de que el plafón reticular rige toda la distribución.
02	IRC = 1.78 y Número de lámparas = 11.50 piezas	2.40 m	Para esta área, debido a que es un cuarto de inspección de equipaje, se consideran 9 piezas, ya que el área sufre una pequeña modificación, debido a que se agrega un pasillo que se dirige hacia el filtro de seguridad y se considera que es necesario sólo dos luminarios para esta nueva área. Además de que el plafón sigue rigiendo la distribución.
03	IRC = 0.55 y Número de lámparas = 2.40 piezas	2.40 m	Analizando esta área que es un pasillo sólo de transporte de equipaje, se consideran 4 piezas, a pesar de que el cálculo arroja casi tres lámparas. Por lo tanto es necesaria la repartición de éstas en el área casi lineal, sobre todo por ser un área de poco acceso a personal y sólo se utiliza la iluminación para servicio general.
04	IRC = 1.86 y Número de lámparas = 12.93 piezas	2.40 m	Esta es el área exterior de las bandas, donde se reparte el equipaje hacia las diferentes zonas de abordaje. Aquí se aplica el uso de luminarios tipo campana de aditivos metálicos y se colocan solamente 8 piezas, ya que la estructura que se colocó, no permite instalar más luminarios, inclusive la altura es pequeña con referencia a la parte interior.
05	IRC = 2.19 y Número de lámparas = 31.92 piezas	3.10 m	En esta área, se aplica un ajuste debido a la configuración, ya que dentro de esta misma se tienen las áreas de tableros generales y tableros de sistemas. Además de que se ajusta para que los equipos de aire acondicionado queden prácticamente arriba de los equipos “eXaminer”, cuya recomendación fue dada por el proveedor, lo que genera que sobre el plafón se dejen los huecos necesarios para los equipos. Este ajuste final queda con 26 luminarias, quedando 3 de éstas en los tableros y las restantes repartidas en el área.
06	IRC = 0.68 y Número de lámparas = 1.57 piezas	2.40 m	Se consideran 2 piezas para esta área debido a que es la oficina de revisión de equipaje, además de que es un área agregada a la estructura, es pequeña y se considera que habrá personal trabajando.
07	IRC = 0.55 y Número de lámparas = 0.93 piezas	2.40 m	Esta área queda prácticamente sólo como acceso del área de bandas, por medio de un pequeño pasillo, por lo que sólo se considera una luminaria.

Tal y como se calculó todo para la Figura 4.7, se realiza el análisis de la zona 1, y se tiene la Figura 4.13, que como se puede ver es similar a la mencionada Figura 4.7. Se analiza cada área disponible, se subdivide y se indica el criterio para el número de luminarios que se eligieron según el método de los lúmenes.





**Figura 4.13. División de áreas de la zona 1 para el estudio de iluminación en base al método de los lúmenes**

Aplicando la metodología del método de los lúmenes y las Ecuaciones (4.3), (4.4) y (4.5), se tienen los valores calculados y tabulados en la Tabla 4.10, para cada una de las áreas de la zona 1, quedando como se indica.

**Tabla 4.10. Resumen del cálculo de luminarios por área para zona 1 y configuraciones de las mismas en base al método de los lúmenes**

Área	Número de lámparas según el cálculo
Área 01 = 14 m <sup>2</sup>	1.79
Área 02 = 220 m <sup>2</sup>	31
Área 03 = 172.38 m <sup>2</sup>	13.41
Área 04 = 18 m <sup>2</sup>	2.30
Área 05 = 60 m <sup>2</sup>	8.30
Área 06 = 12 m <sup>2</sup>	2.30

La Tabla 4.11, se deriva del resumen de la Tabla 4.10, indicando el número de luminarios seleccionados y el criterio empleado y/o aceptado, tal y como se hizo en la Tabla 4.9, para la zona 2.

Por otro lado, se utiliza como referencia la NOM – 007 – ENER – 2004 cuya finalidad es establecer niveles de eficiencia energética en términos de Densidad de Potencia Eléctrica para Alumbrado (DPEA) con que deben cumplir los sistemas de alumbrado para uso general de edificios no residenciales nuevos, ampliaciones y modificaciones de los ya existentes, con el fin de disminuir el consumo de energía eléctrica y contribuir a la preservación de recursos energéticos y la ecología de la nación (SENER, 2004).

**Tabla 4.11. Resumen del cálculo de luminarios por área para zona 1 y criterios de aceptación en base al método de los lúmenes**

Número de lámparas seleccionadas por cada área	Criterio y propuesta de aceptación
2	Ídem a zona 1, para el área 1
27	El área de aplicación es extensa, pero presenta un lado donde existe un servidor que está en funcionamiento y no puede ser removido, por lo que se ajusta el número de luminarios necesarios
8	Ídem a zona 1, para el área 4
3	Ídem a zona 1, para el área 4, ajustando el área a 3 piezas exactas
7	Se eligen 7 piezas ya que por configuración del espacio, estorba una columna existente
1	Área muy limitada en espacio y en realidad sólo se cambia la luminaria de la que existía inicialmente

Por eso, se deben establecer niveles de eficiencia energética en términos de la DPEA que deben cumplir los sistemas de alumbrado de edificios no residenciales nuevos, ampliaciones y modificaciones de los ya existentes, con el propósito de que sean proyectados y construidos haciendo un uso eficiente de la energía eléctrica, mediante la optimización de diseños, y la utilización de equipos y tecnologías que incrementen la eficiencia energética sin menoscabo de los niveles de iluminancia requeridos (SENER, 2004). Es por eso que se utiliza esta norma como comparativa para cada área y zona en estudio y de la cual se deriva este desarrollo general:

De la descripción para el área 01 de la zona 2, en la Tabla 4.9, se eligieron 4 lámparas, lo cual se arroja un cálculo de potencia según la Ecuación (4.6) de:

$$\text{Potencia por \u00e1rea en estudio} = (\text{n\u00famero de l\u00e1mparas})(\text{potencia consumida por luminario})(\text{n\u00famero de tubos por luminario}) \quad (4.6)$$

Que sustituyendo valores y con base a los luminarios propuestos de las Figuras 4.3, 4.4 y 4.5 se tiene:

$$\text{Potencia por \u00e1rea en estudio} = (4 \text{ l\u00e1mparas})(32 \text{ W})(3 \text{ tubos}) = 384 \text{ W}$$

El valor del \u00e1rea en estudio es:

$$\text{\u00c1rea 01} = 35.52 \text{ m}^2$$

**Tabla 4.12. Tabla de valores comparativos de DPEA (SENER, 2004)**

Tipo de edificio	DPEA (W/m <sup>2</sup> )
<b>Oficinas</b>	
Oficinas	14
<b>Escuelas y dem\u00e1s centros docentes</b>	
Escuelas o instituciones educativas	16
Bibliotecas	16
<b>Establecimientos comerciales</b>	
Tiendas de autoservicio, departamentales y de especialidades	20
<b>Hospitales</b>	
Hospitales, sanatorios y cl\u00ednicas	17
<b>Hoteles</b>	
Hoteles	18
Moteles	22
<b>Restaurantes</b>	
Bares	16
Cafeter\u00edas y venta de comida r\u00e1pida	19
Restaurantes	20
<b>Bodegas</b>	
Bodegas o \u00e1reas de almacenamiento	13
<b>Recreaci\u00f3n y cultura</b>	
Salas de cine	17
Teatros	16
Centros de convenciones	15
Gimnasios y centros deportivos	16
Museos	17
Templos	24
<b>Talleres de servicios</b>	
Talleres de servicio para autom\u00f3viles	16
Talleres	27
<b>Carga y pasaje</b>	
Centrales y terminales de transporte de carga	13
Centrales y terminales de transporte de pasajeros, a\u00e9reas y terrestres	16

Finalmente la DPEA según la NOM – 007 será calculada con la Ecuación (4.7) como:

$$DPEA = (\text{potencia por área en estudio})/(\text{valor del área en estudio}) \quad (4.7)$$

Que nuevamente sustituyendo valores para esta área, se determina que:

$$(384 \text{ W})/(35.52 \text{ m}^2) = 10.81 \text{ W/m}^2 < 16 \text{ W/m}^2$$

Cuyo valor de referencia de  $16 \text{ W/m}^2$  es determinado por la NOM – 007, y cuyos valores se indican según la Tabla 4.12. Se toma este valor ya que la tabla indica que éste es permitido para edificios denominados como centrales y terminales de transporte de pasajeros, aéreas y terrestres.

**Tabla 4.13. Tabla comparativa de valores obtenidos en base a los dos métodos aplicados para la zona 2 del aeropuerto de Monterrey**

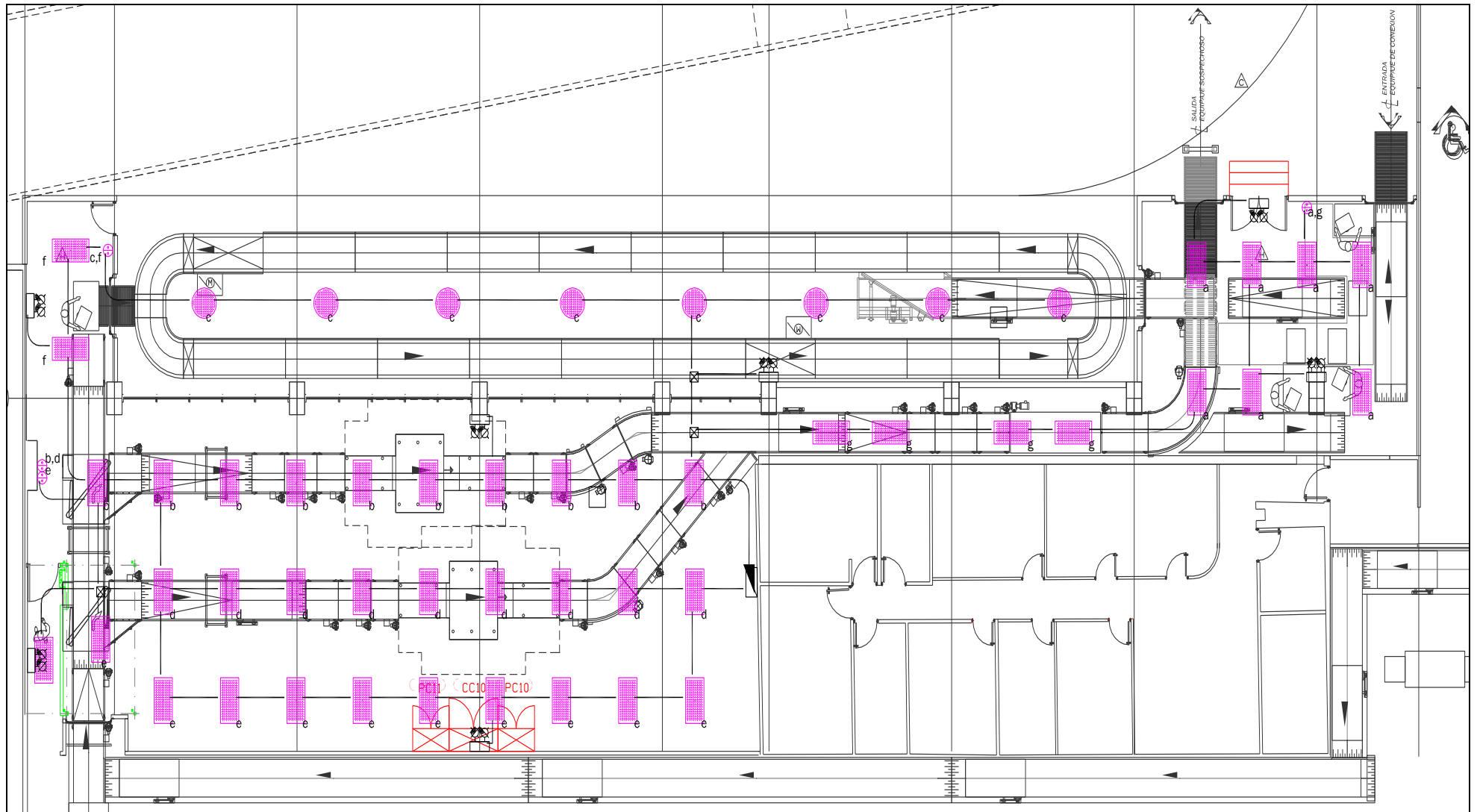
Zona del aeropuerto	Área en estudio	Valor del área	Luminarios seleccionados	DPEA calculada	DPEA según la NOM – 007	Criterio elegido
2	01	35.52	4	10.81	16	Aceptado
2	02	80.18	9	10.77	16	Aceptado
2	03	18.76	3	15.35	16	Aceptado
2	04	173.27	8	11.54	16	Aceptado
2	05	222.47	23	9.92	16	Aceptado
2	06	12.32	2	15.58	16	Aceptado
2	07	7.29	1	13.16	16	Aceptado

**Tabla 4.14. Tabla comparativa de valores obtenidos en base a los dos métodos aplicados para la zona 1 del aeropuerto de Monterrey**

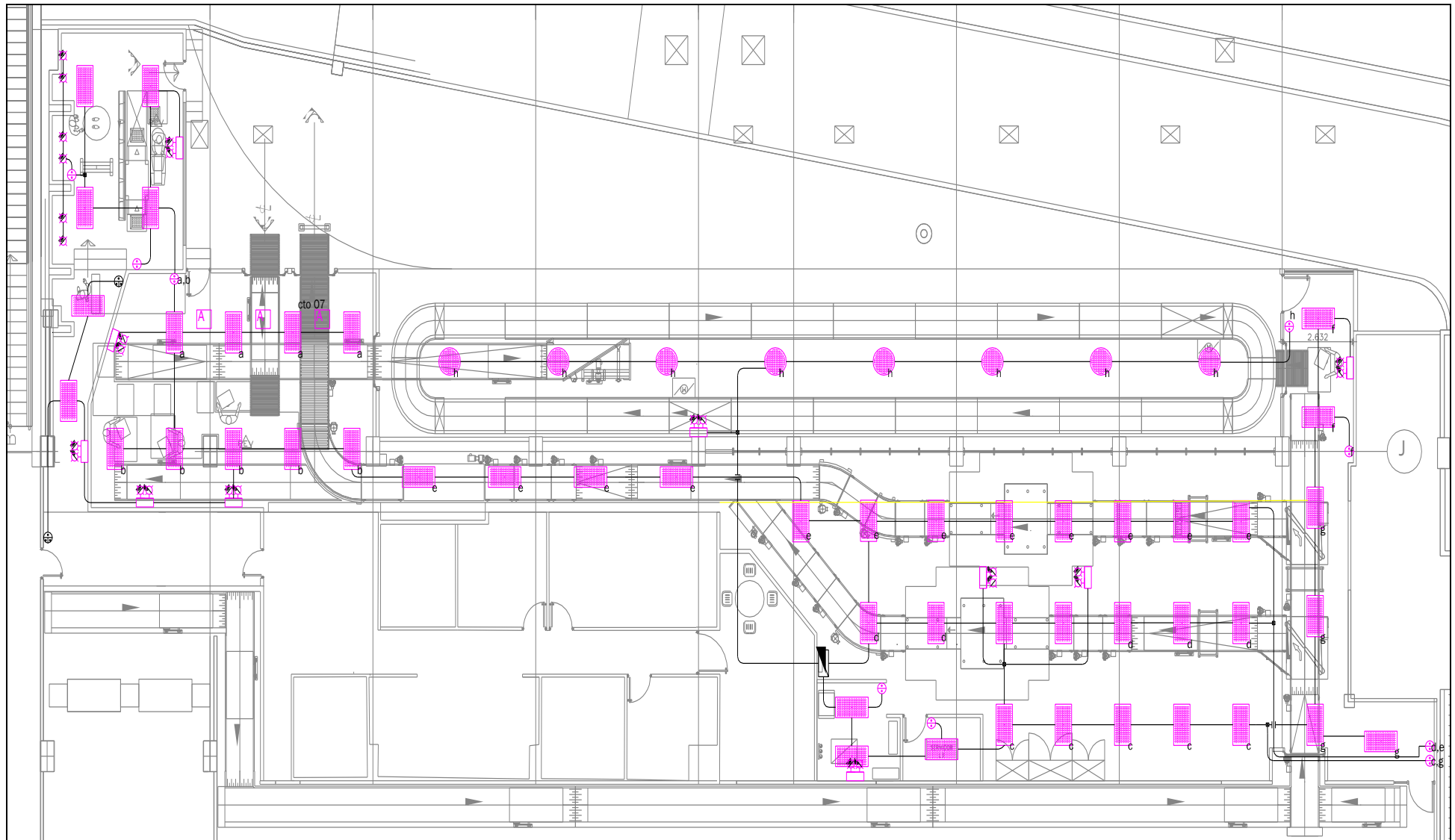
Zona del aeropuerto	Área en estudio	Valor del área	Luminarios seleccionados	DPEA calculada	DPEA según la NOM – 007	Criterio elegido
1	01	14	2	13.71	16	Aceptado
1	02	220	27	11.78	16	Aceptado
1	03	172.38	8	11.60	16	Aceptado
1	04	18	3	10.66	16	Aceptado
1	05	60	8	12.80	16	Aceptado
1	06	12	1	8.00	16	Aceptado

A continuación se procede al sembrado de luminarios en el lay out establecido por Siemens, por cada área proyectada. Aquí se acomoda los luminarios por cada zona y se indicarán algunos apagadores para ciertas áreas que deben controlarse y apagarse manualmente, sobre todo aplicado en oficinas donde trabajará la gente. Este criterio es aleatorio y se toma sólo como base las áreas más frecuentes de circulación de personas o donde éstas estarán trabajando y por lo que requieren encender o apagar la iluminación, no en su defecto las áreas de las bandas que pueden estar encendidas todo el tiempo.

Es importante mencionar que en estos sembrados de luminarios, también se incluye la localización de luminarios de emergencia, para las cuales se aceptó el criterio propuesto por Siemens y la operadora “OMA”, que fue el de establecer una luminaria para ciertas áreas que se puedan considerar como de acceso o de trabajos del personal operativo. Incluye también las áreas de las rutas de evacuación para el personal en caso de emergencia, establecidos en su plan de protección civil para aeropuertos.



**Figura 4.14. Sembrado de luminarios normales y de emergencia en el Lay Out de zona 1, para el proyecto ejecutivo (Siemens, 2010)**


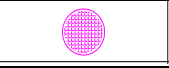
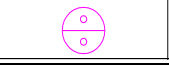
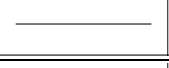

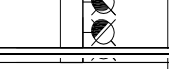



**Figura 4.15. Sembrado de luminarios normales y de emergencia en el Lay Out de zona 2 (Siemens, 2010)**

Los arreglos y sembrados antes mencionados se indican en las Figuras 4.14 y 4.15, los cuales incluyen todos los criterios aceptados, las trayectorias y ubicaciones para aplicar el proyecto ejecutivo de ambas zonas. El sembrado incluye luminarios fluorescentes de empotrar, luminarios tipo campana, luminarios de emergencia y apagadores.

La simbología utilizada en el sembrado de luminarios es la indicada en la Tabla 4.15, donde se indican las descripciones breves de los elementos y la marca comercial utilizada (Siemens, 2010).

**Tabla 4.15. Simbología utilizada como referencia para el proyecto de iluminación en el aeropuerto de Monterrey (Siemens, 2010)**

Símbolo	Descripción	Marca
	Luminario fluorescente de empotrar de 3 x 28 W, 127 V	Magg
	Luminarios colganteado de 250 W, aditivos metálicos, 127 V	Magg
	Apagador sencillo con placa, 127 V, blanco	Leviton
	Tubo conduit P.D.G. por muro o plafón	Júpiter o similar
	Tablero de distribución, 3F, 4H, 220/127 V	Square D
	Luminarios de emergencia, 127 V, respaldo 90 min	Magg
	Caja cuadrada galvanizada mínimo 19 mm	Raco o similar

Una vez establecido el sembrado de luminarios se procede al cálculo de las canalizaciones para la alimentación eléctrica de las mismas. Estas canalizaciones se calculan según el número de luminarios para cada circuito que se propondrá.

Para estos cálculos, se debe tomar en cuenta que para determinar cuántos luminarios deben existir por circuito, se tiene que equilibrar el consumo de energía por cada fase, proceso al cual se le llama balanceo de cargas en tableros. Esto tiene la finalidad de no generar sobrecargas sobre un conductor o fase y genere calor en los demás conductores, así como la no circulación de corrientes por el conductor neutro del sistema debido principalmente a este desbalanceo. Para un sistema equilibrado de cargas balanceadas, se sabe que la corriente por el neutro es cero, aunque no siempre se puede obtener esto, pero se trata de minimizar este desbalanceo.

El proceso de cálculo para el total de piezas en zona 2 queda de la siguiente forma:

Número de luminarios fluorescentes de zona 2, de 3 x 28 W, a 110 V = 48 piezas

Dividiendo esta cantidad de luminarios entre 3 circuitos, se tiene lo siguiente:

$$48/3 = 16 \text{ piezas por circuito}$$

Haciendo el cálculo para la corriente que circulará por el conductor al alimentar esta cantidad de luminarios, para un sistema monofásico a 110 V, se aplica la Ecuación (4.8) como:

$$\text{Corriente} = (\# \text{ de piezas})(\# \text{ de tubos})(\text{potencia del balastro})/(\text{voltaje de operación}) \quad (4.8)$$

Que sustituyendo valores para el cálculo de la corriente para estas 16 piezas calculadas por cada circuito, se tiene:

$$I = (16 \text{ piezas})(3 \text{ tubos})(32 \text{ W})/(110 \text{ V}) = 13.96 \text{ A}$$

Aplicando los ajustes correspondientes al factor de agrupamiento y el factor de temperatura, determinados según la NOM – 001 (norma de referencia para instalaciones eléctricas vigente en México), la corriente corregida queda como (SENER, 2005b):

$$I_c = (13.96)/(0.8*1.0) = 17.45 \text{ A}$$

Dicha corriente calculada y en base en la Tabla 4.17, derivada de la NOM – 001 sede 2005 que se muestra, y que indica la capacidad de conducción de corriente permisible de conductores aislados para 0 a 2,000 V nominales y de 60 °C a 90 °C, para no más de tres conductores activos o portadores de corriente en una canalización o directamente enterrados, para una temperatura ambiente de 30 °C (SENER, 2005b). El cálculo anterior se puede resumir en la Tabla 4.16.

**Tabla 4.16. Resumen del cálculo de cableado para alumbrado tipo fluorescente en los circuitos propuestos**

Tipo de luminario	Cableado calculado	Número de hilos	Hilo de tierra física
Fluorescente	10 AWG	2	14 AWG

Por lo que para que cumpla con la ampacidad (capacidad de corriente que puede soportar un conductor) necesaria de los conductores, se elige el calibre 10 AWG tipo THW – LS a 75 °C, el cual conduce una corriente de 35 A, según dicha Tabla 4.17 (SENER, 2005b).

Para las luminarias tipo campana, se considera un cálculo similar al aplicado a los luminarios fluorescentes, por lo que:

Luminarios tipo campana de aditivos metálicos en zona 2 de 250 W, a 110 V = 8 piezas

Haciendo el cálculo para la corriente que circulará por el conductor al alimentar esta cantidad de luminarios en un sistema monofásico a 110 V y aplicando la Ecuación (4.8), se tiene:

$$I = (8 \text{ piezas})(252 \text{ W})/(110 \text{ V}) = 18.32 \text{ A}$$

Aplicando nuevamente los ajustes correspondientes al factor de agrupamiento y el factor de temperatura, determinados según la NOM – 001, la corriente corregida queda como:

$$I_c = (18.32)/(0.8*1.0) = 22.90 \text{ A}$$

Dicha corriente calculada y en base en la Tabla 4.17, derivada de la NOM – 001 sede 2005 que indica la ampacidad de los conductores, se elige el calibre 10 AWG tipo THW – LS a 75 °C, el cual conduce una corriente de 35 A. El cálculo anterior de la corriente eléctrica para los luminarios tipo campana se puede resumir en la Tabla 4.18.

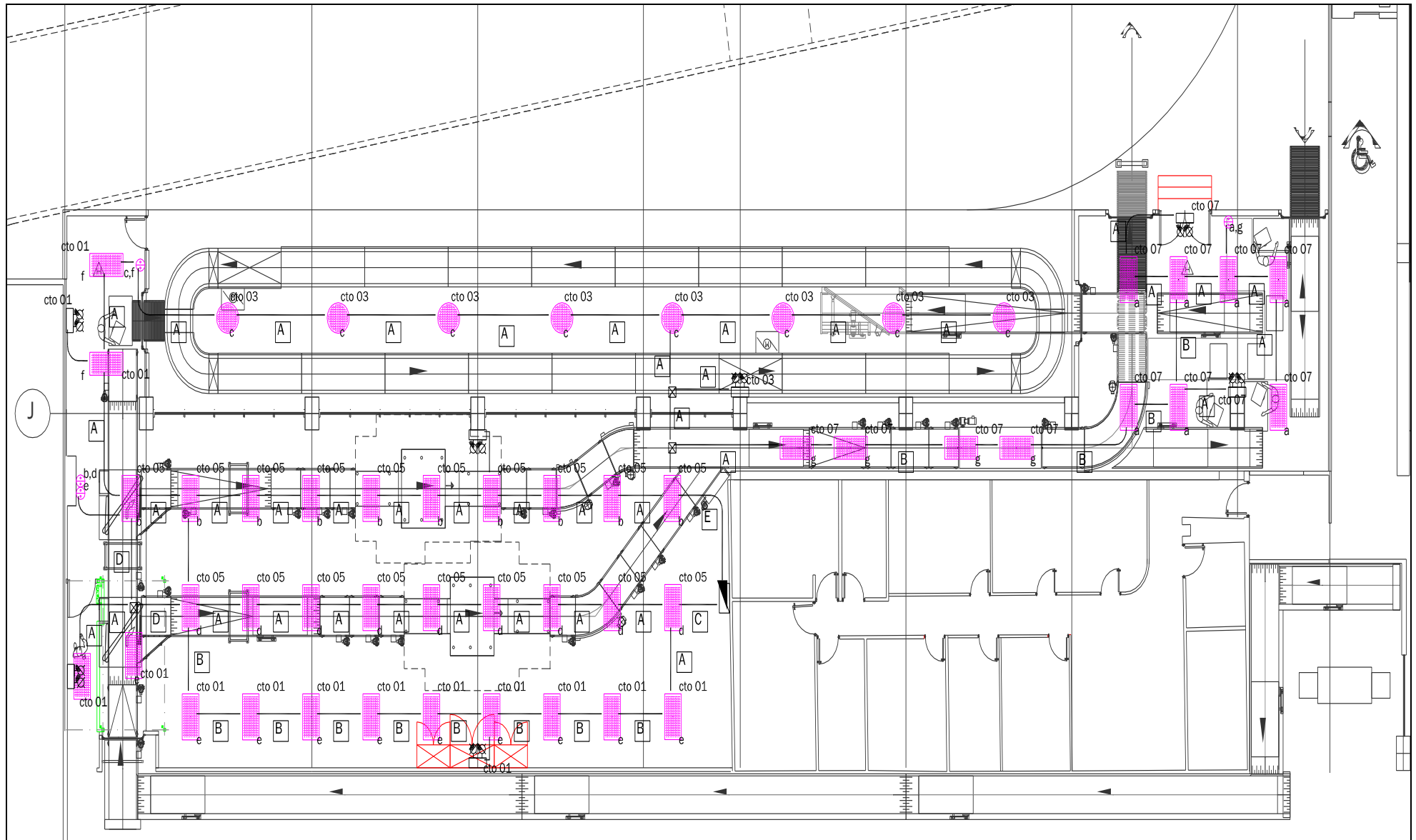


**Tabla 4.17. Capacidad de conducción de corriente permisible de conductores aislados para 0 a 2,000 V nominales (SENER, 2005b)**

Tamaño nominal	Temperatura nominal del conductor						Tamaño nominal
	60 [°C]	75 [°C]	90 [°C]	60 [°C]	75 [°C]	90 [°C]	
mm <sup>2</sup>	TIPOS TW, TWD, TWD - UV	TIPOS RHW, THHW, THW, THW - LS, THWN, XHHW, TT	TIPOS RHH, RHW - 2, THHN, THHW, THHW - LS, THW - 2, XHHW, XHHW - 2	TIPOS UF	TIPOS RHW, XHHW, BM - AL	TIPOS RHW - 2, XHHW - 2, DRS	AWG kCM
	COBRE			ALUMINIO			
0.823	-	-	14	-	-	-	18
1.307	-	-	18	-	-	-	16
2.082	20	20	25	-	-	-	14
3.307	25	25	30	-	-	-	12
5.260	30	35	40	-	-	-	10
8.367	40	50	55	-	-	-	8
13.30	55	65	75	40	50	60	6
21.15	70	85	95	55	65	75	4
26.67	85	100	110	65	75	85	3
33.62	95	115	130	75	90	100	2
42.41	110	130	150	85	100	115	1
53.48	125	150	170	100	120	135	1/0
67.43	145	175	195	115	135	150	2/0
85.01	165	200	225	130	155	175	3/0
107.20	195	230	260	150	180	205	4/0
126.67	215	255	290	170	205	230	250
152.01	240	285	320	190	230	255	300
177.34	260	310	350	210	250	280	350
202.68	280	335	380	225	270	305	400
253.35	320	380	430	260	310	350	500
304.02	355	420	475	285	340	385	600
354.69	385	460	520	310	375	420	700
380.03	400	475	535	320	385	435	750
405.37	410	490	555	330	395	450	800
456.04	435	520	585	355	425	480	900
506.71	455	545	615	375	445	500	1,000
633.39	495	590	665	405	485	545	1,250
760.07	520	625	705	435	520	585	1,500
886.74	545	650	735	455	545	615	1,750
1,013.42	560	665	750	470	560	630	2,000
<b>FACTORES DE CORRECCIÓN (TEMPERATURA AMBIENTE)</b>							
[°C]	Para temperaturas ambientes distintas de 30 [°C], multiplicar la anterior capacidad de conducción de corriente por el correspondiente factor siguiente						[°C]
21 - 25	1.08	1.05	1.04	1.08	1.05	1.04	21 - 25
26 - 30	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	26 - 30
31 - 35	0.91	0.94	0.96	0.91	0.94	0.96	31 - 35
36 - 40	0.82	0.88	0.91	0.82	0.88	0.91	36 - 40
41 - 45	0.71	0.82	0.87	0.71	0.82	0.87	41 - 45
46 - 50	0.58	0.75	0.82	0.58	0.75	0.82	46 - 50
51 - 55	0.41	0.67	0.76	0.41	0.67	0.76	51 - 55
56 - 60	-	0.58	0.71	-	0.58	0.71	56 - 60
61 - 70	-	0.33	0.58	-	0.33	0.58	61 - 70
71 - 80	-	-	0.41	-	-	0.41	71 - 80



**Figura 4.16. Proyecto ejecutivo final de iluminación en zona 2 (Siemens, 2010)**



**Figura 4.17. Proyecto ejecutivo final de iluminación en zona 1 (Siemens, 2010)**

**Tabla 4.18. Resumen del cálculo de cableado para alumbrado tipo campana en los circuitos propuestos**

Tipo de luminario	Cableado calculado	Número de hilos	Hilo de tierra física
Tipo campana	10 AWG	2	14 AWG

Las luminarias de emergencia, tienen un consumo mínimo de energía, ya que sólo consumen según la hoja del fabricante mostrada en la Figura 4.6 y la Tabla 4.6, una corriente de 0.11 A para un voltaje de operación de 127 V. Por lo que se consideran como no tan influyentes en los cálculos de corriente para los circuitos obtenidos y eso da pauta a que la cantidad de estas lámparas sea no muy elevada y a su vez signifique ya una consideración de carga elevada. El arreglo final se presenta a continuación en las Figuras 4.16 y 4.17, que representan los planos finales de instalación y el proyecto ejecutivo que se lleva a cabo para la iluminación de las zonas de bandas transportadoras. La simbología utilizada en las Figuras 4.16 y 4.17 para las canalizaciones eléctricas y su correspondiente cableado calculado según las Tablas 4.16 y 4.18, se muestra en la Tabla 4.19.

Por último, el alumbrado para la subestación, del tipo fluorescente a prueba de vapor, se indicada en el apartado 4.1.4, para el acomodo de los equipos en dicha subestación.

**Tabla 4.19. Simbología utilizada como referencia para canalizaciones y cableado del proyecto de iluminación en el aeropuerto de Monterrey (Siemens, 2010)**

Símbolo	Cableado	Tubería
A	2 – 10 AWG 1 – 14 desnudo	16 mm pared delgada galvanizada
B	3 – 10 AWG 1 – 14 desnudo	16 mm pared delgada galvanizada
C	4 – 10 AWG 1 – 14 desnudo	16 mm pared delgada galvanizada
D	6 – 10 AWG 1 – 14 desnudo	21 mm pared delgada galvanizada
E	5 – 10 AWG 1 – 14 desnudo	16 mm pared delgada galvanizada

Para el sistema de contactos, se tienen dos puntos importantes a definir:

- El sistema de contactos para servicios generales.
- El sistema de contactos de energía regulada para equipos detectores en accesos.

Para el sistema de contactos eléctricos o “tomacorrientes” de servicios generales, se calcula el cableado considerando un solo circuito, en el cual se establece una carga de 150 W por salida establecida. Este valor es típico para carga residencial y se toma en consideración ya que sólo son contactos de servicios tales como el de conectar un cargador de radios o de celulares, un aparato como radio o televisión portátil, etc., y en donde su consumo es muy bajo y no constante o casi nulo. La Figura 4.18, muestra en esquema del accesorio denominado contacto y su alimentación eléctrica típica.

En la Tabla 4.20, se indica un resumen de las cargas estimadas para este tipo de servicios generales, que haciendo hincapié en él, se puede establecer que casi no se utilizará por su bajo consumo.

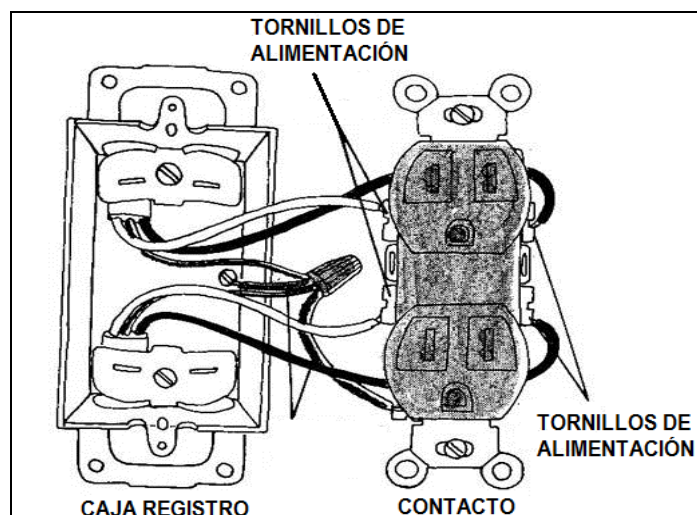


Figura 4.18. Contacto eléctrico y su alimentación eléctrica (Harper, 2004)

Tabla 4.20. Resumen de cargas para el sistema de contactos de servicios generales

Sistema considerado	Tipo	Carga en kVA establecida inicial de Siemens	Zona	Número de salidas propuestas	Carga real propuesta
Contactos para servicios generales	CC1 - 01	2.50	ZONA 1	10	1.50
Contactos para servicios generales	CC1 - 02	2.50	ZONA 2	14	2.1

Para el sistema de contactos de energía regulada, es importante definir que existe diferencia entre energía normal y la que es regulada. En general, se entiende por fuente de alimentación de un equipo eléctrico, la parte del mismo destinada a adecuar las características y parámetros de la energía disponible para la alimentación del mismo, o fuente de alimentación primaria, con el fin de proveer un funcionamiento estable y seguro.

De aquí, el concepto de fuente regulada de alimentación, como un dispositivo electrónico encargado de suministrar un voltaje o una corriente continua, lo más estable posible, a los distintos elementos que se conecten a él. Una fuente de tensión regulada utiliza normalmente un circuito automático de control que detecta, prácticamente de un modo instantáneo, las variaciones de la tensión de salida y las corrige automáticamente. Las fuentes de poder ininterrumpida (UPS) están diseñadas para mantener energía eléctrica de alta calidad y de alta disponibilidad a la entrada de los equipos de trabajo asegurando el máximo rendimiento en sus operaciones y evitando la reducción en la eficiencia de dichos equipos por causas fuera de control. Solo en caso de falla o mantenimiento el UPS transfiere la carga a la línea comercial (by - pass). Otra característica importante de estos equipos es la doble conversión, la cual consiste en convertir la energía de entrada en corriente directa y posteriormente en corriente alterna. De esta manera no sólo es posible recargar al banco de baterías sino que también se eliminan la gran mayoría de disturbios encontrados en la línea eléctrica comercial para disponer a la salida de una onda senoidal pura y limpia (EATON, 2012).

La Tabla 4.21, tabula los valores de carga establecidos para el sistema de CCTV y el de control de accesos, y de la cual también se obtiene los valores generales de carga para este sistema de energía regulada, por lo que ayuda a determinar la capacidad de la fuente de poder ininterrumpida o UPS para su respaldo.

**Tabla 4.21. Resumen de cargas para el sistema de contactos de energía regulada (Siemens, 2010)**

Sistema considerado	Tipo	Carga en kVA establecidas por proveedores de los servicios	Zona de aplicación
Circuito cerrado de televisión y servidor (CCTV)	CCTV	5.22	ZONA 1 y 2
Contactos para control de acceso	CTL - AC	1.44	ZONA 1
Contactos para control de acceso	CTL - AC	1.44	ZONA 2
Total de carga establecida para el sistema		8.10	ZONA 1 y 2

De acuerdo a la Tabla 4.21, se determina establecer un equipo UPS, con un valor comercial de 10 kVA (marca EATON), que pueda satisfacer la carga demandada y solicitada por los proveedores de estos sistemas. La Tabla 4.22, muestra los valores eléctricos del UPS seleccionado en la marca EATON y que satisface las necesidades de la carga a alimentar (EATON, 2012).

**Tabla 4.22. Valores eléctricos para el UPS EATON de 10 kVA (EATON, 2012)**

Concepto	Valores
Capacidad	5 – 20 kVA
Voltaje de operación	120 – 208 V
Frecuencia de operación	60 Hz
Eficiencia energética	97 %
Armado	Modular y expandible en baterías
Montaje	Torre u horizontal

Aplicando el mismo método que para el cálculo de la corriente eléctrica que circulará en el cableado para alimentación de los contactos de servicios generales se derivan las Tablas 4.23 y 4.24. La principal diferencia de los datos de las Tablas 4.23 y 4.24, es que los sistemas ya tienen establecidos sus consumos o cargas según la Tabla 4.21, cumpliendo las necesidades de los proveedores de estos sistemas especiales.

**Tabla 4.23. Resumen del cálculo de cableado para el sistema de contactos de servicios generales**

Sistema	Cableado	Número de hilos	Hilo de tierra física	Circuitos en tablero
Contactos de los servicios generales	10 AWG	2	10 AWG	2



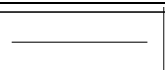

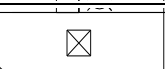
**Tabla 4.24. Resumen del cálculo de cableado para el sistema de contactos de energía regulada**

Sistema	Cableado	Número de hilos	Hilo de tierra física	Hilo de tierra aislada electrónica
Contactos regulados para equipos de control de accesos	8 AWG	2	10 AWG	10 AWG
Equipo de respaldo UPS	8 AWG	4	10 AWG	10 AWG

Las Figuras 4.19 y 4.20, muestran el arreglo para el sembrado de los servicios de contactos generales y el sistema de contactos de energía regulada para el control de accesos en ambas zonas de la terminal A. En estas Figuras 4.19 y 4.20, se muestran todos los cableados y canalizaciones, cuya simbología se muestra en la Tabla 4.25 y Tabla 4.26.

Cabe mencionar que también se indica la posición del equipo UPS cuya localización se encuentra dentro del cuarto de sistemas. Dicho equipo UPS, está al servicio de respaldo de los equipos de sistemas que se localizan dentro del área número 2, pero también debe llevar canalizaciones hasta la zona número 1, sobre todo para los controles de accesos y equipos de monitoreo que se establecen hasta allá. Así entonces, se establece el control de energía regulada y el respaldo de este tipo de carga, ya que se considera que siempre debe estar energizada, independientemente que exista un sistema electrógeno para toda la instalación (planta de emergencia).

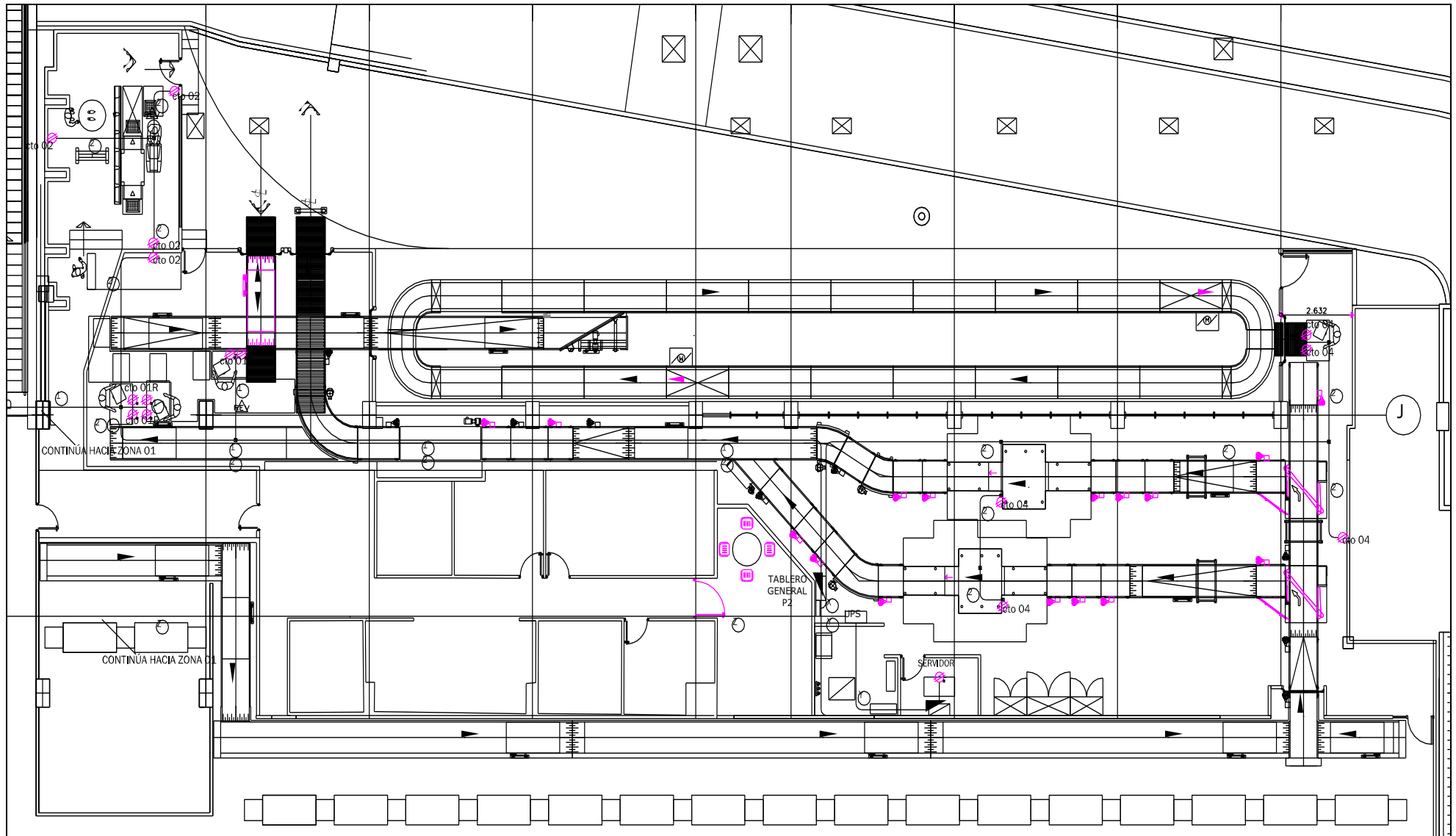
**Tabla 4.25. Simbología utilizada como referencia para el proyecto de contactos para servicios en el aeropuerto de Monterrey (Siemens, 2010)**

Símbolo	Descripción	Marca
	Contacto dúplex polarizado con placa blanca	Leviton
	Contacto dúplex polarizado con placa naranja (para identificar al sistema regulado)	Leviton
	Tubo conduit P.D.G. por muro o plafón	Júpiter o similar
	Tablero de distribución, 3F, 4H, 220/127 V	Square D
	Caja cuadrada galvanizada mínimo 19 mm	Raco o similar

**Tabla 4.26. Simbología utilizada como referencia para canalizaciones y cableado del proyecto de contactos para servicios en el aeropuerto de Monterrey (Siemens, 2010)**

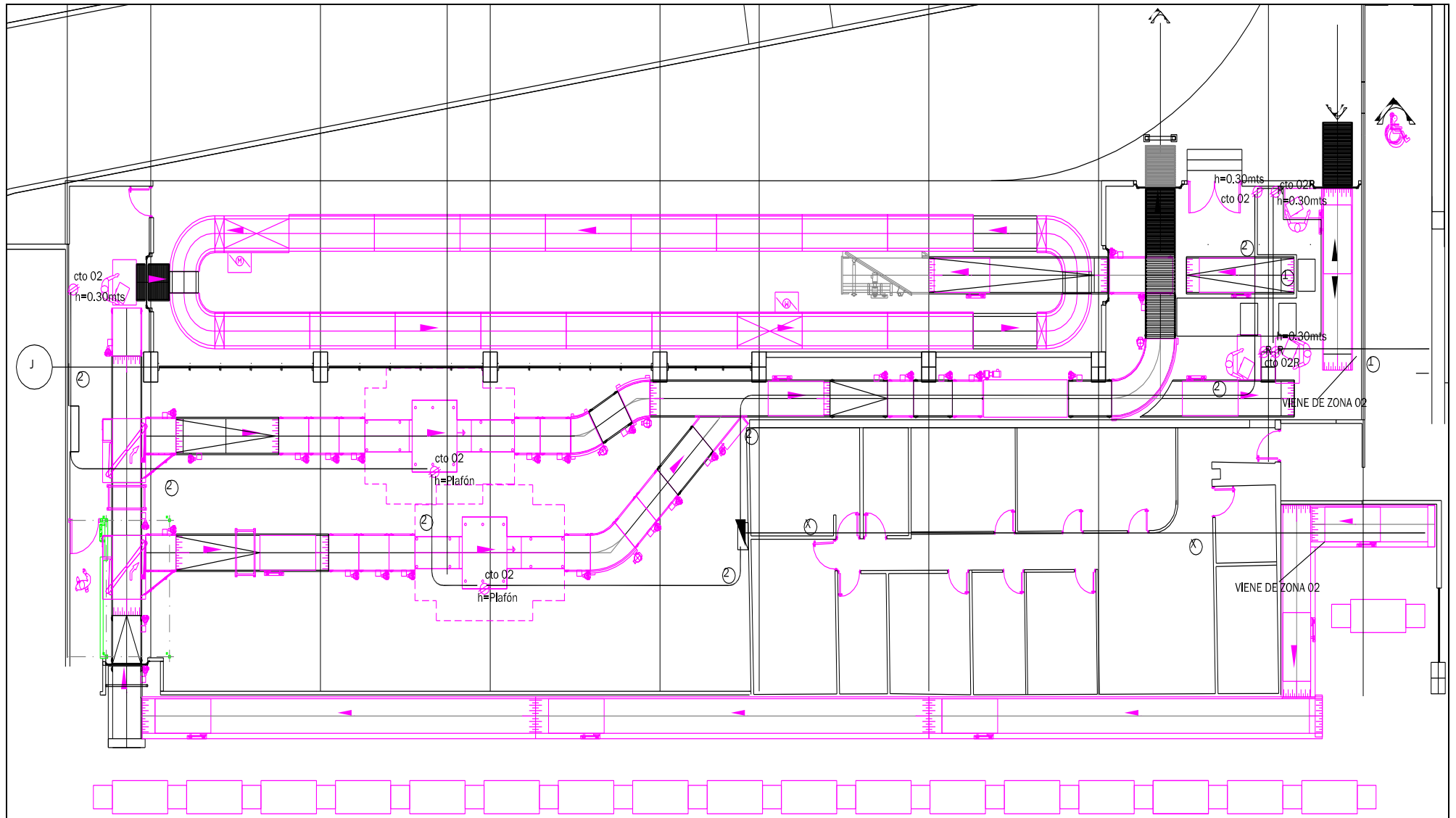
Símbolo	Cableado	Tubería
1	3 – 8 AWG 1 – 10 desnudo 1 – 10 tierra aislada	21 mm pared delgada galvanizada
2	2 – 10 AWG 1 – 10 desnudo	16 mm pared delgada galvanizada
X	4 – 2/0 AWG 1 – 6 desnudo	Cable armado tipo MC
Y	3 – 8 AWG 1 – 10 desnudo 1 – 10 tierra aislada	21 mm pared delgada galvanizada
Z	4 – 1/0 AWG 1 – 6 desnudo	Cable armado tipo MC

Es de recalcar que los últimos tres símbolos de la Tabla 4.26, se derivan de la alimentación eléctrica del tablero de distribución y el tablero del sistema regulado para servicios generales y cuyos valores se determinan en la Tabla 4.35.



**Figura 4.19. Proyecto ejecutivo final de contactos normales y regulados en zona 2 (Siemens, 2010)**





**Figura 4.20. Proyecto ejecutivo final de contactos normales y regulados en zona 1 (Siemens, 2010)**

El aire acondicionado, es el proceso que permite controlar y mantener las condiciones de confort en el interior de una estancia o recinto cerrado, por lo que se pretende controlar las condiciones de temperatura, humedad, circulación y pureza del aire conveniente para dicho confort (Trane, 2009).

Los sistemas de aire acondicionado también pueden aplicarse en espacios en donde se requieren condiciones específicas de temperatura y humedad, tal es el caso del confort en terminal A del aeropuerto de Monterrey para los equipos de bandas transportadoras. Los valores de temperatura, humedad, limpieza y movimiento del aire influyen muy directamente sobre el confort, y varían con la época del año. La temperatura recomendada en el país es de 25° C con un margen de  $\pm 1^\circ$  C. La diferencia con el exterior puede variar de 6° a 10° C como máximo. La temperatura recomendada en invierno es de entre 19° y 21° C. Cualquier sistema de aire acondicionado, debe realizar las siguientes funciones: Controlar la temperatura, controlar la humedad relativa, eliminar las impurezas del aire, controlar el movimiento del aire y renovar el aire interior con aire nuevo exterior (Trane, 2009).

Para el sistema general del aire acondicionado, se establecen parámetros de diseño que se tabulan en las Tablas 4.27 y 4.28 (para cada zona en estudio de la terminal A) y que se basan en requerimientos solicitados por parte del aeropuerto y del proveedor de los equipos “eXaminer”. Es por eso que está considerado el uso de equipos tipo “mini split”, que se conforman de un compresor y un condensador unidos mediante líneas de refrigerantes y realizan las funciones de cualquier sistema de aire acondicionado, con la ventaja de ser sencillos, fáciles de manejar, bajo nivel sonoro, excelente estética y manejo para lugares cerrados.

En las Tablas 4.27 y 4.28 se considera que la medida para la capacidad de enfriamiento de los equipos de aire acondicionado, se mide en tonelada de refrigeración (TR) y es la unidad nominal empleada en algunos países, especialmente de Norteamérica, para referirse a la capacidad de extracción de carga térmica (enfriamiento) de los equipos frigoríficos y de aire acondicionado. Puede definirse como la cantidad de calor latente absorbida por la fusión de una tonelada corta de hielo sólido puro en 24 horas; en los equipos, esto equivaldría a una potencia capaz de extraer aproximadamente 12,000 BTU por hora, lo que en el Sistema Internacional de Unidades (SI) equivale a 3,517 W (SI, 2001).

**Tabla 4.27. Resumen de cargas para equipos de aire acondicionado en la zona 2 para las bandas transportadoras (Siemens, 2010)**

Equipo de aire acondicionado	Tipo	Consumo en amperes	Voltaje de operación	Consumo de potencia según datos de equipo	Área de operación
Mini – Split de 2.5 TR para máquina “eXaminer”	MS - 1	30.00	208	5.00 kW	ZONA 2
Mini – Split de 2.5 TR para máquina “eXaminer”	MS - 1	30.00	208	5.00 kW	ZONA 2
Mini – Split de 2 TR para filtro de seguridad	MS - 3	22.00	208	4.00 kW	ZONA 2
Mini – Split de 2 TR para filtro de seguridad	MS - 3	22.00	208	4.00 kW	ZONA 2
Mini – Split de 1 TR para servidor	MS - 4	12.00	208	2.00 kW	ZONA 2
Mini – Split de 1 TR para filtro	MS - 4	12.00	208	2.00 kW	ZONA 2

**Tabla 4.28. Resumen de cargas para equipos de aire acondicionado en la zona 1 para las bandas transportadoras (Siemens, 2010)**

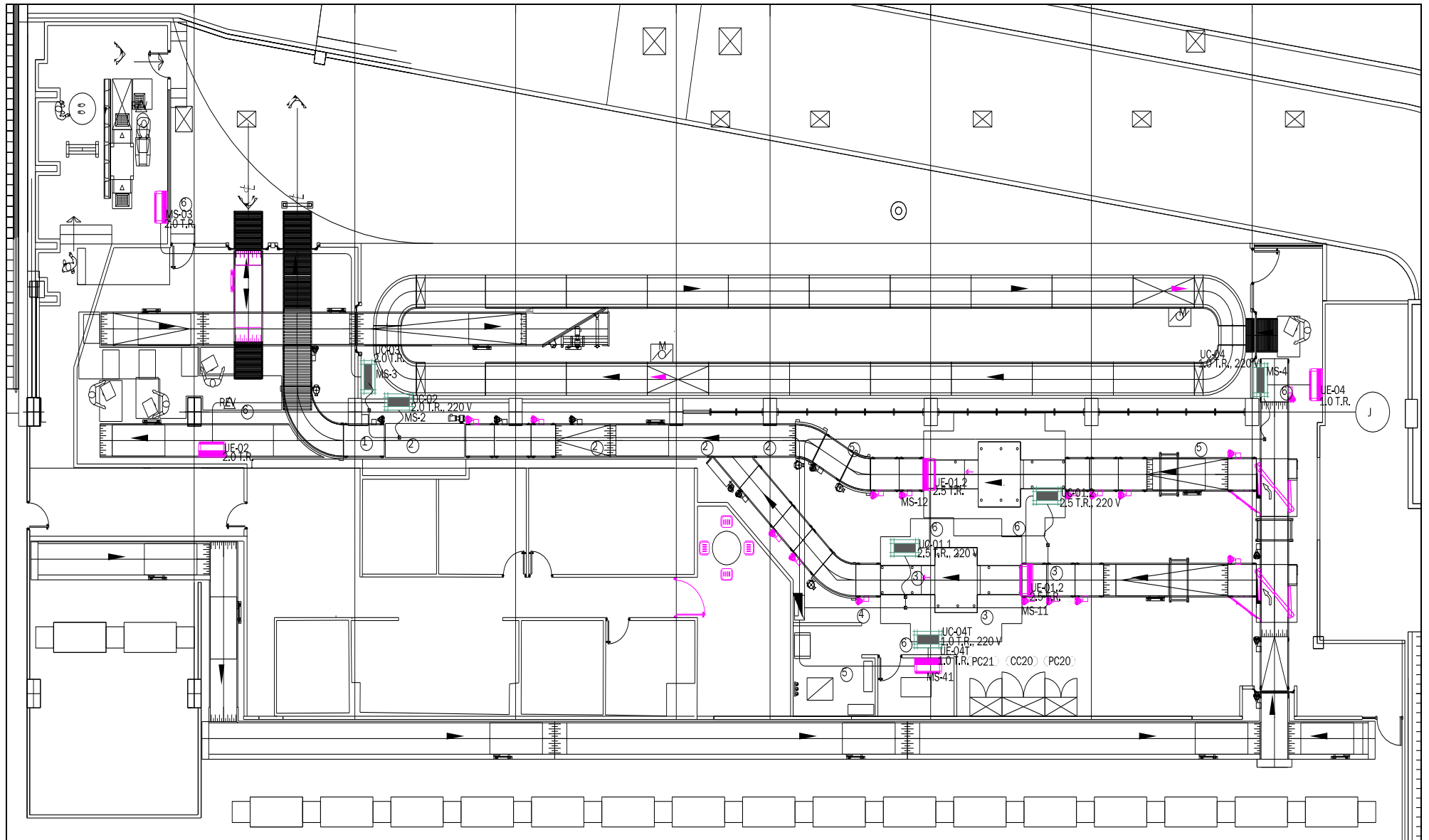
Equipo de aire acondicionado	Tipo	Consumo en amperes	Voltaje de operación	Consumo de potencia según datos de equipo	Área de operación
Mini – Split de 2.5 TR para máquina “eXaminer”	MS - 1	30.00	208	5.00 kW	ZONA 1
Mini – Split de 2.5 TR para máquina “eXaminer”	MS - 1	30.00	208	5.00 kW	ZONA 1
Mini – Split de 1 TR para filtro	MS - 4	12.00	208	2.00 kW	ZONA 1
Mini – Split de 2 TR para filtro de seguridad	MS - 3	22.00	208	4.00 kW	ZONA 1

En base a las Tablas 4.27 y 4.28 para las cargas generales de los equipos de aire acondicionado y sus especificaciones, se determinan las Tablas 4.29 y 4.30, donde se tabulan los cálculos para el cableado necesario para alimentar eléctricamente a los equipos y sus respectivas canalizaciones a base de tubería galvanizada de cada equipo que corresponda a cada área en la terminal A del aeropuerto de Monterrey.

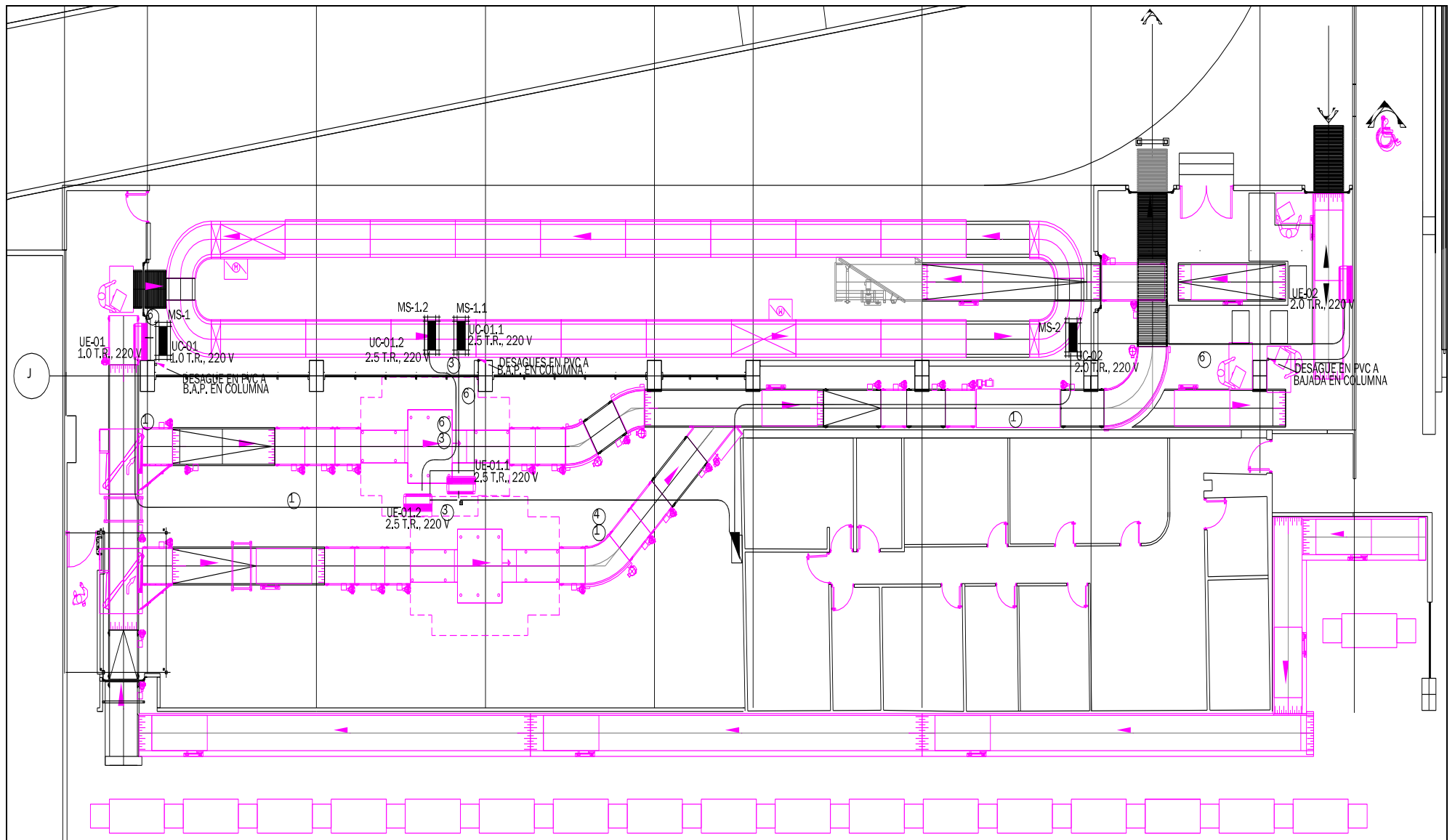
**Tabla 4.29. Resumen de cableado y canalizaciones para equipos de aire acondicionado en la zona 2 para las bandas transportadoras**

Equipo de aire acondicionado	Tipo	Área de operación	Cableado calculado según carga	Canalización determinada por tipo de cableado
Mini – Split de 2.5 TR para máquina “eXaminer”	MS - 1	ZONA 2	2 – 6 AWG 1 – 10 desnudo	35 mm
Mini – Split de 2.5 TR para máquina “eXaminer”	MS - 1	ZONA 2	2 – 6 AWG 1 – 10 desnudo	35 mm
Mini – Split de 2 TR para filtro de seguridad	MS - 3	ZONA 2	2 – 8 AWG 1 – 10 desnudo	21 mm
Mini – Split de 2 TR para filtro de seguridad	MS - 3	ZONA 2	2 – 8 AWG 1 – 10 desnudo	21 mm
Mini – Split de 1 TR para servidor	MS - 4	ZONA 2	2 – 10 AWG 1 – 10 desnudo	16 mm
Mini – Split de 1 TR para filtro	MS - 4	ZONA 2	2 – 10 AWG 1 – 10 desnudo	16 mm

Las áreas de aplicación para los equipos “mini split”, se indican en las Figuras 4.21 y 4.22, y a su vez se indican sobre qué áreas estarán actuando cada uno de ellos guiándose con la Tablas 4.29 y 4.30. Se puede ver que por requerimientos del proveedor, se tiene localizado un equipo de aire acondicionado sobre cada una de las máquinas detectoras, ya que el calor generado por su funcionamiento es muy elevado, aunque se tiene la ventaja de que el área es grande y permite una buena circulación del aire. Para las Figuras 4.21 y 4.22, se tiene la simbología de los elementos que las conforman en la Tabla 4.31 y en la Tabla 4.32, la cédula de cableado para estos sistemas de aires acondicionados.



**Figura 4.21. Proyecto ejecutivo final de aire acondicionado en zona 2 (Siemens, 2010)**



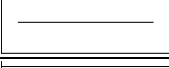

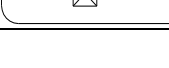


**Figura 4.22. Proyecto ejecutivo final de aire acondicionado en zona 1 (Siemens, 2010)**

**Tabla 4.30. Resumen de cableado y canalizaciones para equipos de aire acondicionado en la zona 1 para las bandas transportadoras**

Equipo de aire acondicionado	Tipo	Área de operación	Cableado calculado según carga	Canalización determinada por tipo de cableado
Mini – Split de 2.5 TR para máquina “eXaminer”	MS - 1	ZONA 1	2 – 6 AWG 1 – 10 desnudo	35 mm
Mini – Split de 2.5 TR para máquina “eXaminer”	MS - 1	ZONA 1	2 – 6 AWG 1 – 10 desnudo	35 mm
Mini – Split de 1 TR para filtro	MS - 4	ZONA 1	2 – 10 AWG 1 – 10 desnudo	16 mm
Mini – Split de 2 TR para filtro de seguridad	MS - 3	ZONA 1	2 – 8 AWG 1 – 10 desnudo	21 mm

**Tabla 4.31. Simbología utilizada como referencia para el proyecto de aire acondicionado en el aeropuerto de Monterrey (Siemens, 2010)**

Símbolo	Descripción	Marca
	Mini Split (unidad evaporadora sobrepuesta en muro o techo)	Trane
	Mini Split (unidad condensadora en azotea o techo con capacidad indicada) a 208 V	Trane
	Tubo conduit P.D.G. por muro o plafón	Júpiter o similar
	Tablero de distribución, 3F, 4H, 220/127 V	Square D
	Caja cuadrada galvanizada mínimo 19 mm	Raco o similar

**Tabla 4.32. Simbología utilizada como referencia para canalizaciones y cableado del proyecto de aire acondicionado en el aeropuerto de Monterrey (Siemens, 2010)**

Símbolo	Cableado	Tubería
1	2 – 8 AWG 1 – 12 desnudo	16 mm pared delgada galvanizada
2	4 – 8 AWG 1 – 12 desnudo	21 mm pared delgada galvanizada
3	2 – 6 AWG 1 – 12 desnudo	21 mm pared delgada galvanizada
4	4 – 6 AWG 1 – 12 desnudo	35 mm pared delgada galvanizada
5	2 – 10 AWG 1 – 12 desnudo	16 mm pared delgada galvanizada
6	Tubería de cobre de 3/8” para refrigeración hacia evaporadora	

Una vez establecidos todos los servicios generales, se procede a establecer los tableros que contendrán y a su vez controlarán todos estos servicios y que se identifican según el esquema general de la Figura 3.12 y el diagrama unifilar general de la Figura 4.1.

PROYECTO: AEROPUERTO DE MONTERREY																										
TABLERO: "P201"										TABLERO DE CONTACTOS, FUERZA AIRES Y ALUMBRADO (ZONA 01)																
										LOCALIZADO EN: CUARTO ELECTRICO																
CARACTERISTICAS: 208 - 110 VOLTS, 3 FASES, 4 HILOS, 60 HZ																										
ZAPATAS PRINCIPALES DE 225 A																										
										ALUMBRADO =		5.870		VA		TOTAL VA'S=		27.890								
										CONTACTOS =		1.800		VA		TOTAL WATTS=		23.620								
										MOTORES =		20.000		VA		DESBALANCE MA		16.85 %								
										RESERVA =		0		VA												
										I =		104		A												
	W	90	250	20	153	4.000	2.000	5.000	5.000																	
	Simbolo				Ⓟ	⊙	⊙	⊙	⊙	POT	V	I	I x 1.25	INTERRUPTOR	FACTOR		IC	L0	CALIBRE	SECCION		POT	POT	POT		
FASES	Potencia	3 - 28 W	ADIT	EMERG	CTOS	MS 02 (2 TON)	MS 04 (1 TON)	MS 051 (2.5 TON)	MS 052 (2.5 TON)	VA	VOLT	AMP	AMP	POLOS	A	Agr.	Temp	AMP	m.	#	mm2	mm2	FASE A	FASE B	FASE C	
	VA	90	250	20	180	5.000	2.500	6.250	6.250					CONTINUA												
A	B	C	CTO.																							
*			1	15						1,450	120	12.08	15.10	1	20	0.80	1.00	15.10	50	10	5.26			1,450		
*			3											ESP												
*			5	16						1,440	120	12.00	15.00	1	20	0.80	1.00	15.00	35	10	5.26				1,440	
*			7	12						1,180	120	9.83	12.29	1	20	0.80	1.00	12.29	35	10	5.26			1,180		
*			9											ESP												
*			13		8	1				2,000	120	16.67	20.83	1	30	0.80	1.00	20.83	50	10	5.26			2,000		
*			17,19											ESP												
*			19											ESP												
*			21											ESP												
*			23											ESP												
*			25											ESP												
*			27											ESP												
*			29											ESP												
*			2				10			1,800	120	15.00	18.75	1	15	0.80	1.00	18.75	50	8	8.36			1,800		
*			4											ESP												
*			6											ESP												
*			8,10					1		2,500	208	12.02	15.02	2	20	0.80	1.00	15.02	20	10	5.26			1,250	1,250	
*	*		12,14											ESP												
*	*	*	16,18				1			5,000	208	24.04	30.05	2	40	1.00	1.00	24.04	15	8	8.36			2,500	2,500	
*			20,22					1		6,250	208	30.05	37.56	2	40	1.00	1.00	30.05	15	6	13.30			3,125	3,125	
*			24,26						1	6,250	208	30.05	37.56	2	40	1.00	1.00	30.05	50	6	13.30			3,125	3,125	
*			28											ESP												
*			30											ESP												
	unid.	43	8	11	10	1	1	1	1																	
	watts	3.870	2.000	220	1.530	4.000	2.000	5.000	5.000	23.620																
	va	3.870	2.000	220	1.800	5.000	2.500	6.250	6.250	27.890														9.555	10,000	8.315

Tabla 4.33. Cuadro de cargas para el tablero "P201" para la zona 1 (Siemens, 2010)





Las Tablas 4.33 y 4.34, muestran en forma general los tableros propuestos para cada una de las zonas en que se dividió la terminal A del aeropuerto de Monterrey, y el arreglo o acomodo de circuitos necesarios para cada servicio (iluminación, contactos normales y aires acondicionados), así como el cálculo general del sistema de protección de los mismos, aplicando la NOM – 001, en su apartado 210 y 240 (SENER, 2005c), para finalmente establecer el balanceo de cargas aproximado y de ahí partir de la idea del cálculo de los alimentadores generales, basándose nuevamente en el esquema de la Figura 3.12 y del diagrama unifilar de la Figura 4.1. Se hace mención que estas Tablas 4.33 y 4.34 se llaman cuadro de cargas del sistema, que como lo dice el nombre, establece el listado de circuitos y cada consumo de los mismos en cuanto a voltaje y corriente. Así mismo, de estos valores se obtiene la potencia individual y al final la potencia total de todos los servicios.

El cuadro de cargas, indica con símbolos los elementos que conforman cada circuito e incluye las columnas con los cálculos descritos en las tablas tales como por ejemplo las Tablas 4.16, 4.18, 4.23, 4.24, 4.29 y 4.30. Para la protección eléctrica del circuito, se hace del uso de elementos termomagnéticos, los cuales se calculan aplicando el apartado 210 y 240 de la NOM – 001, el cual determina que:

“La capacidad nominal de los dispositivos de protección contra sobrecorriente de los circuitos derivados que alimenten a cargas continuas, no debe ser inferior a la carga no continua más 125 % de la carga continua. El tamaño nominal mínimo de los conductores del circuito derivado, antes de la aplicación de cualquier factor de ajuste, debe tener una capacidad de conducción de corriente igual o superior a la de la carga no continua más 125 % de la carga continua.” (SENER, 2005b)

Finalmente el cuadro de cargas, incluye columnas donde se determinan los valores de carga o potencia que consume cada circuito, y que como se ha mencionado, se debe establecer un balance de éstas, colocando cada consumo de carga en cada fase que conforma el tablero (en este caso, se tiene un sistema trifásico y por lo tanto, el consumo en las tres fases debe ser aproximadamente igual). Para el cálculo de los alimentadores y canalizaciones principales, se utiliza principalmente la información obtenida de estos cuadros de carga, ya que se pueden tomar diferentes parámetros que determinan los valores de los alimentadores para éstos tableros de servicios generales y cuyos valores se resumen en la Tabla 4.35.

**Tabla 4.35. Resumen de datos para el diseño de los alimentadores a tableros de servicios generales**

Tablero	Marca	Consumo en amperes según cuadros de carga	Voltaje de operación	Consumo de potencia según cálculos	Área	Cableado calculado
P 201	Square D	104	208 V, trifásico con neutro	23,620 W	ZONA 1	4 – 1/0 AWG 1 – 6 desnudo
P 202	Square D	140	208 V, trifásico con neutro	30,640 W	ZONA 2	4 – 2/0 AWG 1 – 6 desnudo
UPS (sistemas)	EATON	30	208 V, trifásico con neutro	8,000 W	ZONA 1 y 2	4 – 8 AWG 1 – 10 desnudo

La Tabla 4.36, se basa en los datos obtenidos de la Tabla 4.35. En ella se describe principalmente la forma en que se establecen las trayectorias del cableado alimentador a cada tablero de servicios de ambas zonas identificados en ella y haciendo referencia en la Tabla 4.25, donde se tabulan los valores de estas canalizaciones y se identifican en la Figura 4.19 (sistema de contactos normales y regulados). Se describe el tipo de material y posteriormente se señalará en el esquema de la Figura 4.23, la integración por partes del diagrama unifilar general del sistema de bandas transportadoras y equipos de detección (en este caso se indican los alimentadores calculados y tabulados según la Tabla 4.35).

**Tabla 4.36. Resumen de datos de canalizaciones para alimentadores en tableros de servicios generales y su descripción**

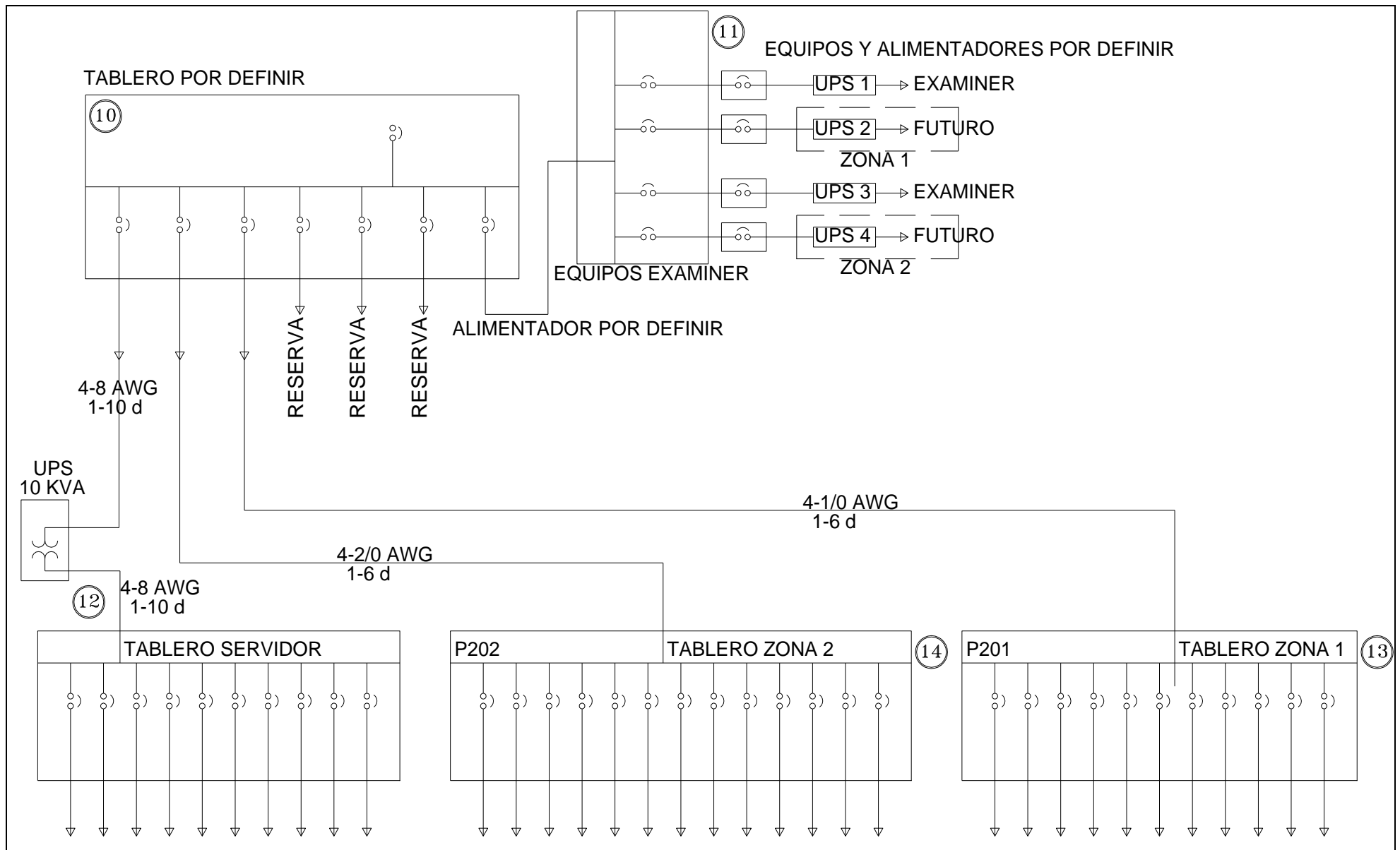
Tablero	Consumo en amperes	Cableado calculado	Descripción de la trayectoria y tipo de cableado
P 201	104	4 – 1/0 AWG 1 – 6 desnudo	Se considera el uso de cable armado tipo MC de aluminio con forro engargolado, debido a que las trayectorias son complicadas como para meter charola o alguna tubería a través de todas las oficinas existentes hasta zona 1.
P 202	140	4 – 2/0 AWG 1 – 6 desnudo	De nuevo se considera el uso de cable armado tipo MC, sobre todo para la comodidad en la instalación, debido a que es un espacio corto entre tableros y se debe evitar interferencias con otras instalaciones.
UPS (sistemas)	30	4 – 8 AWG 1 – 10 AWG d	Canalización conduit de 27 mm de diámetro, con cable de cobre y forro tipo THW – LS, de los calibres calculados.

Una vez determinado estos alimentadores de los tableros de servicios generales, se sigue según el esquema del diagrama unifilar de la Figura 4.1, con el cálculo de la instalación eléctrica y canalizaciones para los equipos “eXaminer” y determinar los datos necesarios para sus alimentadores, protecciones y sus tableros de control.

Para el control de los equipos detectores “eXaminer”, se establece la colocación de equipos UPS individuales para regulación y control de su voltaje de operación. Este tipo de equipos además de proteger, ayuda a evitar apagones repentinos en el equipo y variaciones de voltaje, generando un respaldo de energía en dado caso de que ésta llegase a faltar y evitar que sea necesaria su reprogramación. Estos equipos funcionan en conjunto con el sistema general, pero con la diferencia de que su alimentación tiene este respaldo antes mencionado. La Figura 4.24, muestra la marca, modelo y datos de estos equipos de respaldo UPS para los detectores “eXaminer”. La Tabla 4.37 muestra las características eléctricas para el modelo Mitsubishi serie 2033 C (ME, 2009).

**Tabla 4.37. Valores eléctricos para el UPS Mitsubishi 2033 C de 20 kVA (ME, 2009)**

Concepto	Valores
Capacidad	20 kVA
Voltaje de entrada	208 V ± 15 %
Voltaje de salida	208 V ± 1 %
Frecuencia de operación	60 Hz ± 5 %
Eficiencia energética	97 %
Cableado	3 fases y 4 hilos
Factor de potencia	0.99




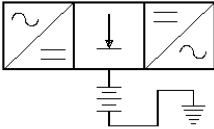
**Figura 4.23. Esquema unifilar en base al cálculo de la Tabla 4.35 para los alimentadores de los tableros de servicios generales**

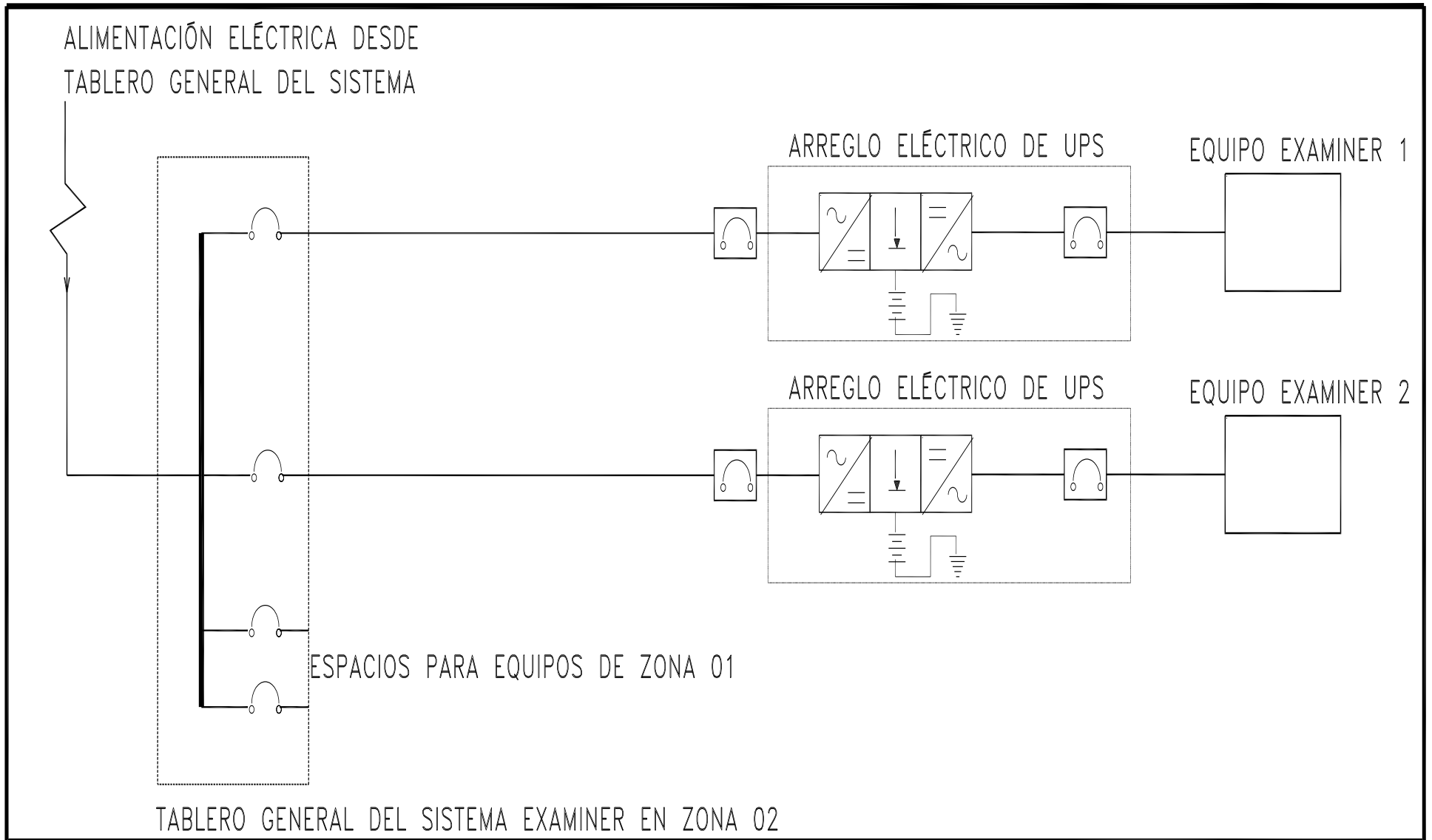


**Figura 4.24. Características para el equipo de respaldo UPS Mitsubishi 2033 C de los equipos detectores “eXaminer” (ME, 2009)**

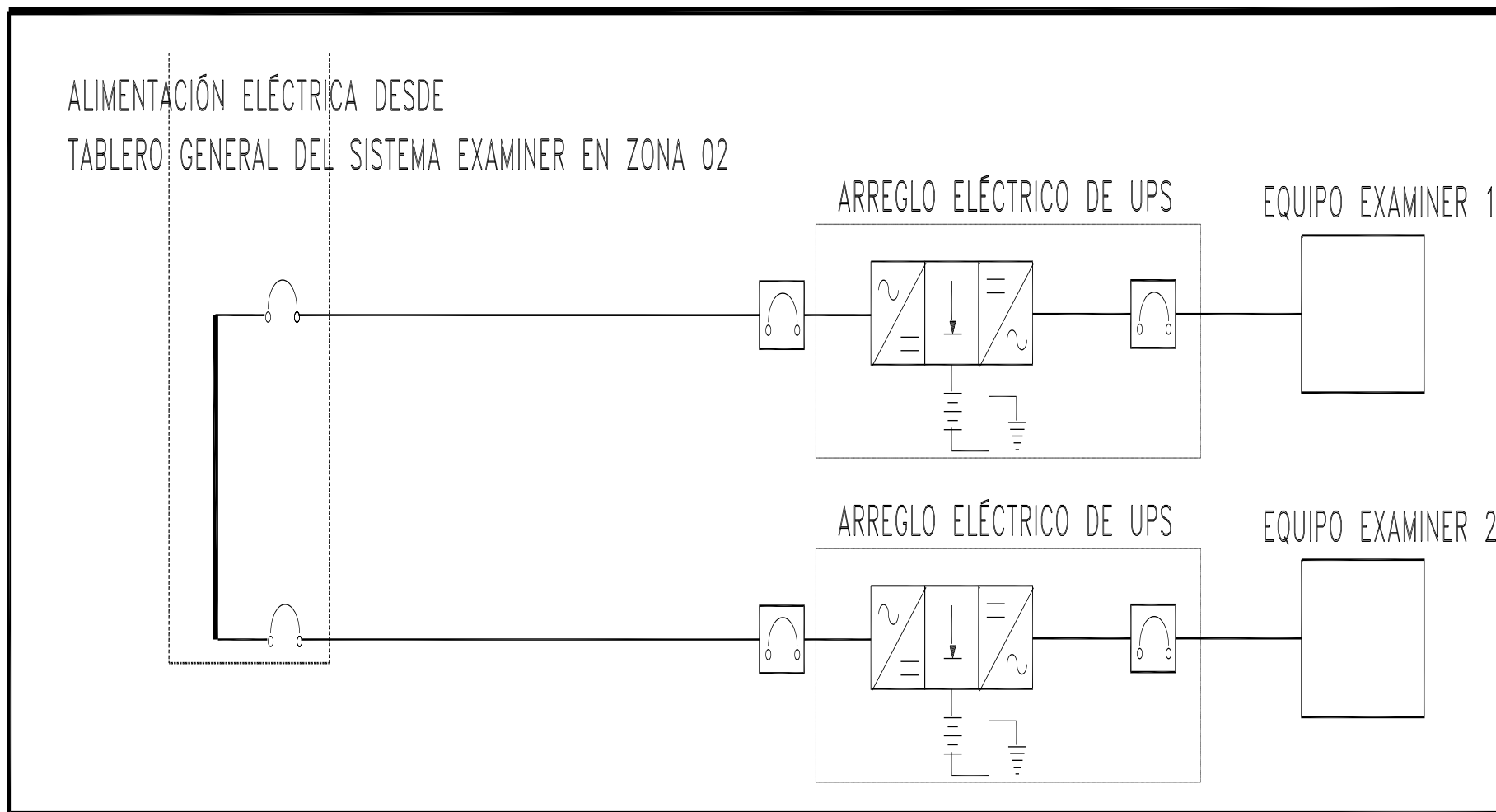
El esquema funcional unifilar particular del sistema de equipos “eXaminer” que muestra el arreglo establecido para la alimentación eléctrica de los detectores y los equipos de respaldo tipo UPS para cada uno de ellos, controlados por su tablero de distribución, queda como se muestra en la Figuras 4.25 y 4.26, nuevamente para cada zona de trabajo en la terminal A del aeropuerto de Monterrey. Dichas figuras muestran la simbología para establecer un equipo de respaldo UPS, sus respectivas protecciones, el tablero de distribución para estos equipos, la carga por alimentar, que en este caso son los equipos detectores “eXaminer”. La Tabla 4.38, muestra la simbología utilizada para los diagramas unifilares de los equipos “eXaminer” en las Figuras 4.25 y 4.26.

**Tabla 4.38. Simbología utilizada como referencia para el proyecto de equipos “eXaminer” en el aeropuerto de Monterrey (Siemens, 2010)**

Símbolo	Descripción	Marca
	Interruptor termomagnético en caja moldeada de capacidad indicada (uno al exterior y uno interior del UPS)	Square D
	Equipo UPS (sistema de fuerza ininterrumpible) de capacidad indicada	Mitsubishi



**Figura 4.25. Diagrama unifilar para los equipos “eXaminer” de la zona 2 (Siemens, 2010)**



**Figura 4.26. Diagrama unifilar para los equipos “eXaminer” de la zona 1 (Siemens, 2010)**

De las Figuras 4.25 y 4.26 para los diagramas eléctricos unifilares de los equipos detectores “eXaminer”, se determinan las Tablas 4.39 y 4.40, que contienen los resultados obtenidos para el cálculo de los alimentadores eléctricos para equipos detectores “eXaminer” y sus correspondientes equipos de respaldo UPS, según las especificaciones y cumpliendo las necesidades determinadas en la Tabla 4.1.

**Tabla 4.39. Cuadro resumen del diseño de canalizaciones y alimentadores de los equipos “eXaminer”, según las especificaciones de la Tabla 4.1 y la Figura 4.25 para la zona 2**

Máquinas detectoras	Tipo	Corriente nominal de operación	Consumo de potencia en kVA según proveedor	Cableado calculado	Canalización establecida	Pastilla de protección
Máquina examinadora de equipaje (“eXaminer”)	CT1 - 01	55.47	19.98	4 – 6 AWG 1 – 8 AWG 1 – 8 desnudo	35 mm	3 x 70 A
Máquina examinadora de equipaje (“eXaminer”)	CT2 - 01	55.47	19.98	4 – 6 AWG 1 – 8 AWG 1 – 8 desnudo	35 mm	3 x 70 A

**Tabla 4.40. Cuadro resumen del diseño de canalizaciones y alimentadores de los equipos “eXaminer”, según las especificaciones de la Tabla 4.1 y la Figura 4.26 para la zona 1**

Máquinas detectoras	Tipo	Corriente nominal de operación	Consumo de potencia en kVA según proveedor	Cableado calculado	Canalización establecida	Pastilla de protección
Máquina examinadora de equipaje (“eXaminer”)	CT4 - 01	55.47	19.98	4 – 6 AWG 1 – 8 AWG 1 – 8 desnudo	35 mm	3 x 70 A
Máquina examinadora de equipaje (“eXaminer”)	CT5 - 01	55.47	19.98	4 – 6 AWG 1 – 8 AWG 1 – 8 desnudo	35 mm	3 x 70 A

Cabe mencionar, que de los arreglos de las Figuras 4.25 y 4.26, y el esquema de la Figura 4.1, establecen que los equipos “eXaminer”, se deben distribuir antes de llegar al tablero general de baja tensión “P2”, por un tablero de distribución (tablero “eXaminer”), que únicamente llevará estos cuatro equipos detectores para ambas zonas de la terminal del aeropuerto de Monterrey. En base a este lineamiento (solicitado especialmente por el proveedor para manejo de sus equipos de forma cómoda y separada al resto del sistema), se propone la colocación de un tablero tipo I – line, de marca Square D, con barras de 250 A, debido a la cantidad de corriente que circulará en él en cada fase (cuya suma se obtiene de las Tablas 4.39 y 4.40) y con un interruptor principal de 3 x 250 A.

Los interruptores derivados de este tablero son los establecidos según las Tablas 4.39 y 4.40, con unas capacidades de 3 x 70 A cada uno, para cada equipo en las zonas correspondientes de la terminal del aeropuerto de Monterrey.

La Tabla 4.41 tabula los resultados obtenidos del cálculo del alimentador para el tablero “eXaminer”, de distribución de los equipos detectores en ambas zonas. Finalmente las Figuras 4.27 y 4.28, muestran los diagramas unifilares con todos los cálculos obtenidos y que sirven para continuar completando el diagrama unifilar general de la Figura 4.1.

**Tabla 4.41. Resumen de cálculos para el alimentador eléctrico del tablero “eXaminer” de equipos detectores para zona 1 y zona 2 de la terminal A del aeropuerto de Monterrey**

Tablero	Voltaje de operación	Consumo de potencia según datos de proveedor	Área de operación	Cableado calculado	Canalización especificada	Interruptor calculado
“eXaminer”	208 V, trifásico con neutro	80 kVA	ZONA 1 y 2	4 – 4/0 AWG 1 – 1/0 desnudo	Charola tipo malla	3 x 250 A

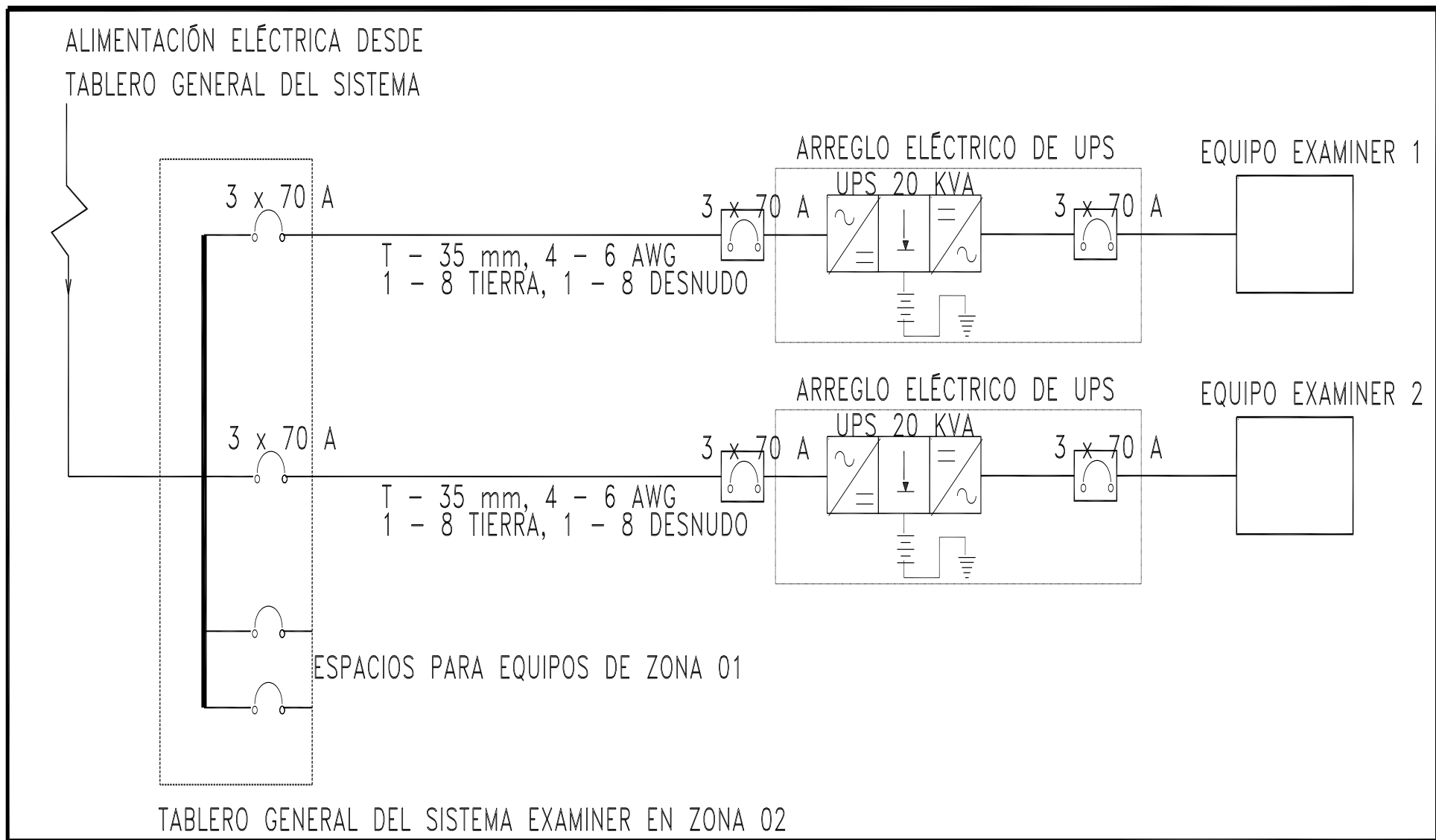
La Tabla 4.42, muestra los datos finales tabulados para el tablero “eXaminer” con todos los circuitos derivados de cada uno de los equipos detectores que va a controlar. Por lo tanto, se deriva que es necesario un tablero que contenga por lo menos 12 espacios para colocar las pastillas (3 espacios para cada máquina), y algunos espacios disponibles para servicios a futuro. Además como se ha mencionado debe contener un interruptor principal de 3 x 250 A, calculado según la Tabla 4.41.

**Tabla 4.42. Resumen de cargas del tablero general “eXaminer” con todos los servicios necesarios para las máquinas detectoras de la terminal A del aeropuerto de Monterrey**

Equipos y sistemas	Corriente nominal de operación	Cableado hacia tablero	Canalización hacia y desde tablero	Pastilla calculada ubicada en el tablero general
Máquina examinadora de equipaje (“eXaminer”)	55.47	4 – 6 AWG 1 – 8 AWG 1 – 8 desnudo	35 mm	3 x 70 A
Máquina examinadora de equipaje (“eXaminer”)	55.47	4 – 6 AWG 1 – 8 AWG 1 – 8 desnudo	35 mm	3 x 70 A
Máquina examinadora de equipaje (“eXaminer”)	55.47	4 – 6 AWG 1 – 8 AWG 1 – 8 desnudo	35 mm	3 x 70 A
Máquina examinadora de equipaje (“eXaminer”)	55.47	4 – 6 AWG 1 – 8 AWG 1 – 8 desnudo	35 mm	3 x 70 A

Una vez obtenidos los datos de estos sistemas detectores, y los de servicios generales de ambas zonas de la terminal A, se procede al cálculo de los interruptores de protección que debe llevar el tablero general en baja tensión denominado “P2”, siguiendo a su vez de nuevo el esquema de la Figura 4.1. Entonces, se establece el arreglo del tablero general en baja tensión cuyas cargas son calculadas y tabuladas en la Tabla 4.43. Los valores obtenidos de la Tabla 4.42, se vacían en los diagramas unifilares que se tienen de las Figuras 4.25 y 4.26, presentando las nuevas Figuras 4.27 y 4.28, donde se complementa esta información para el proyecto ejecutivo de este pedazo del sistema de bandas transportadoras. Ahora también, utilizando los datos de la Tabla 4.43, se puede hacer otra parte del arreglo general para el tablero de baja tensión “P2” incluido en el diagrama unifilar de la Figura 4.1. En la Figura 4.29, se vacían los datos de éste último tablero calculado y los tableros de servicios generales de la Tabla 4.43. Esta Figura 4.29, indica los alimentadores calculados, el acomodo en niveles de los equipos, sus respectivas protecciones y cada uno de los elementos que al final conformarán el diagrama unifilar general de todo el sistema de bandas transportadoras y sistemas de detección.





**Figura 4.27. Diagrama unifilar completo para los equipos “eXaminer” para la zona 2 (Siemens, 2010)**

ALIMENTACIÓN ELÉCTRICA DESDE  
 TABLERO GENERAL DEL SISTEMA EXAMINER EN ZONA 02

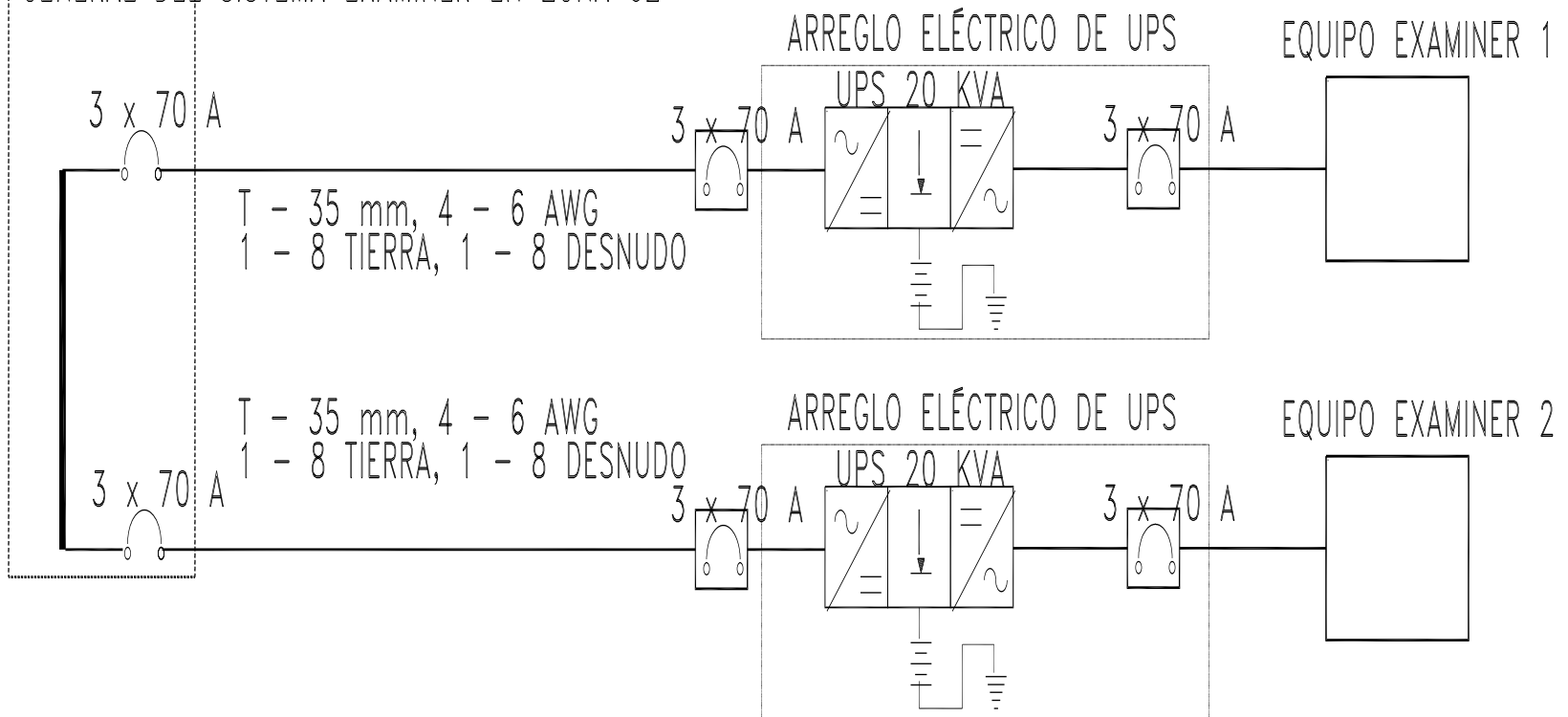
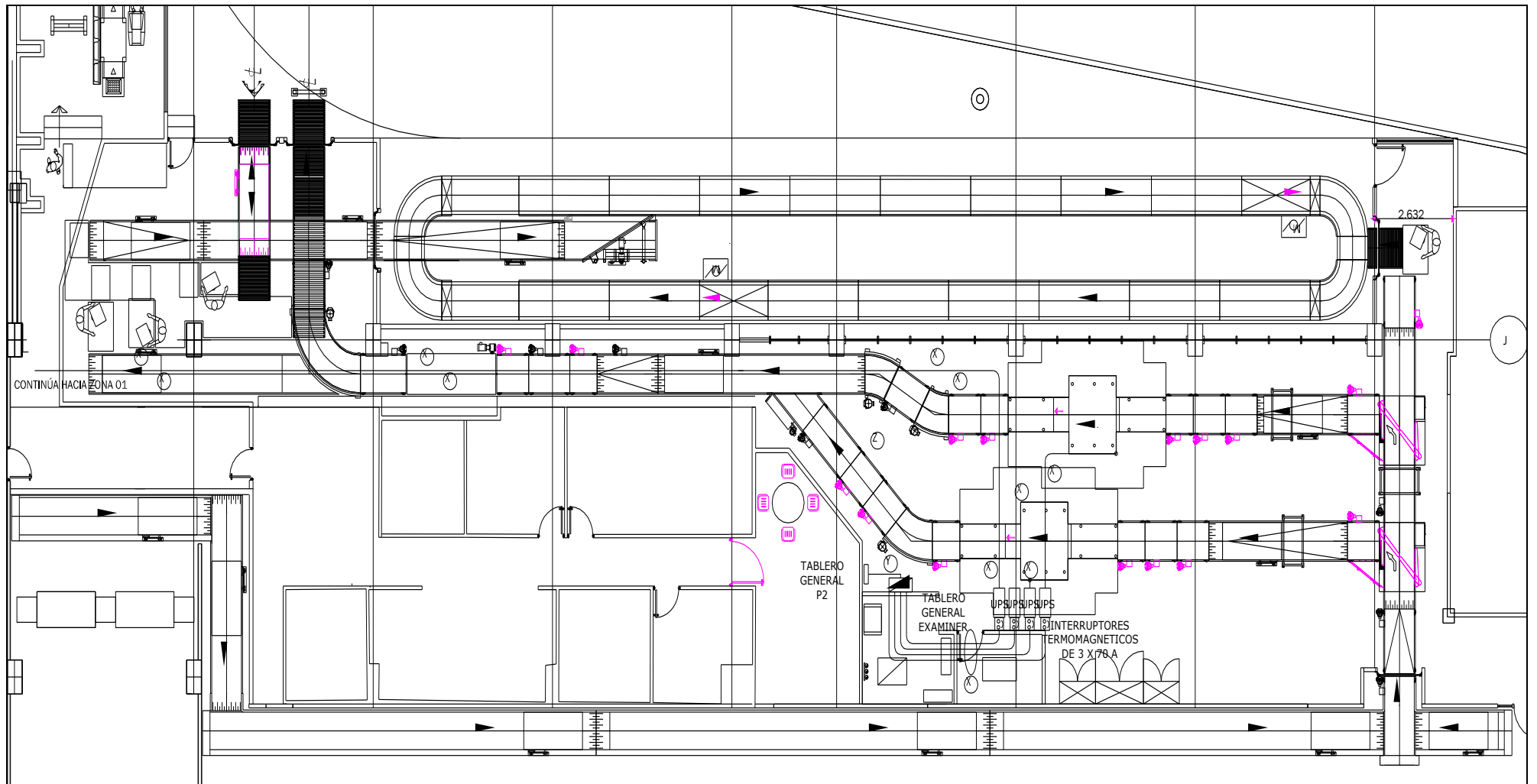
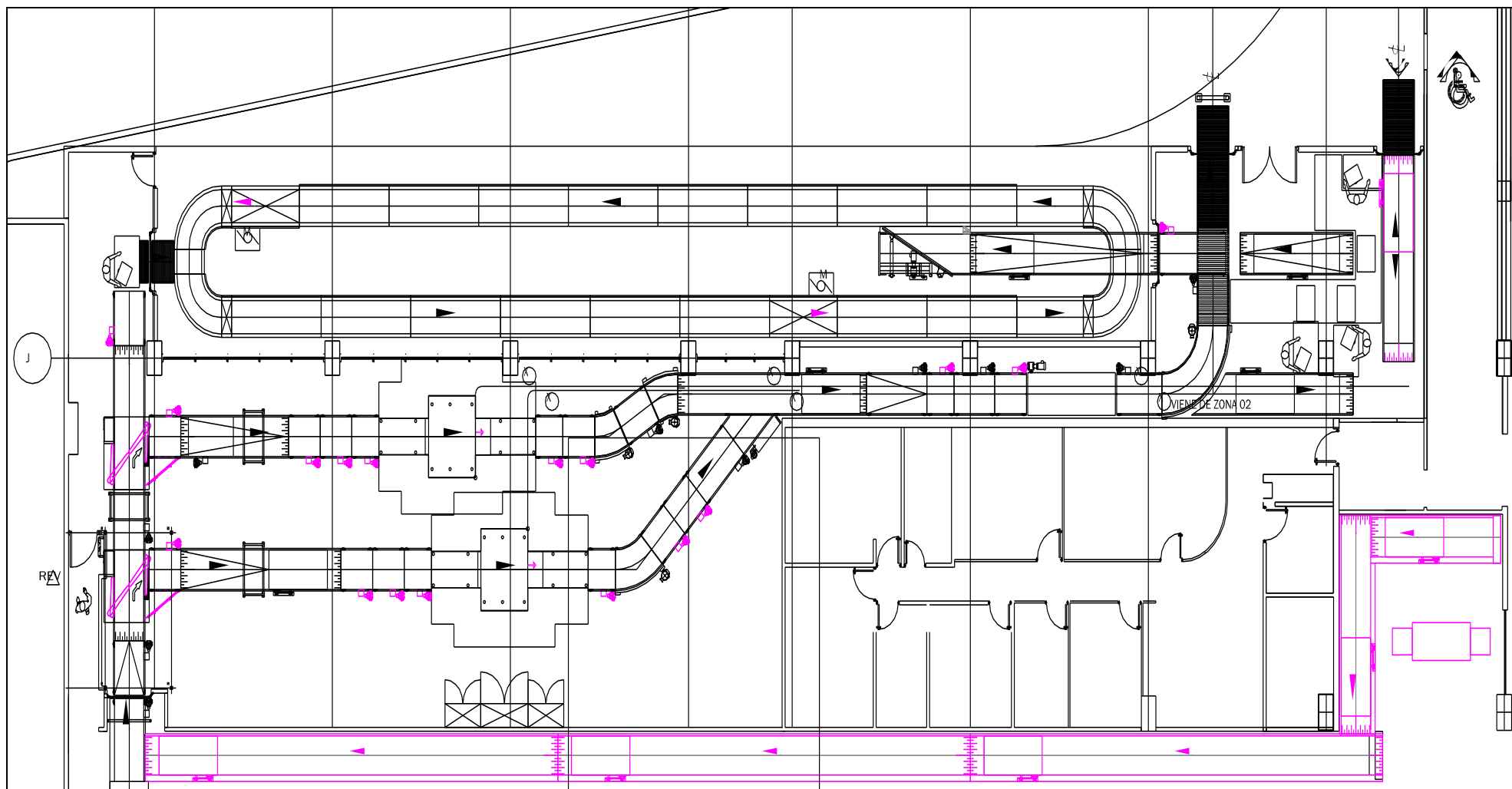


Figura 4.28. Diagrama unifilar completo para los equipos “eXaminer” para la zona 1 (Siemens, 2010)



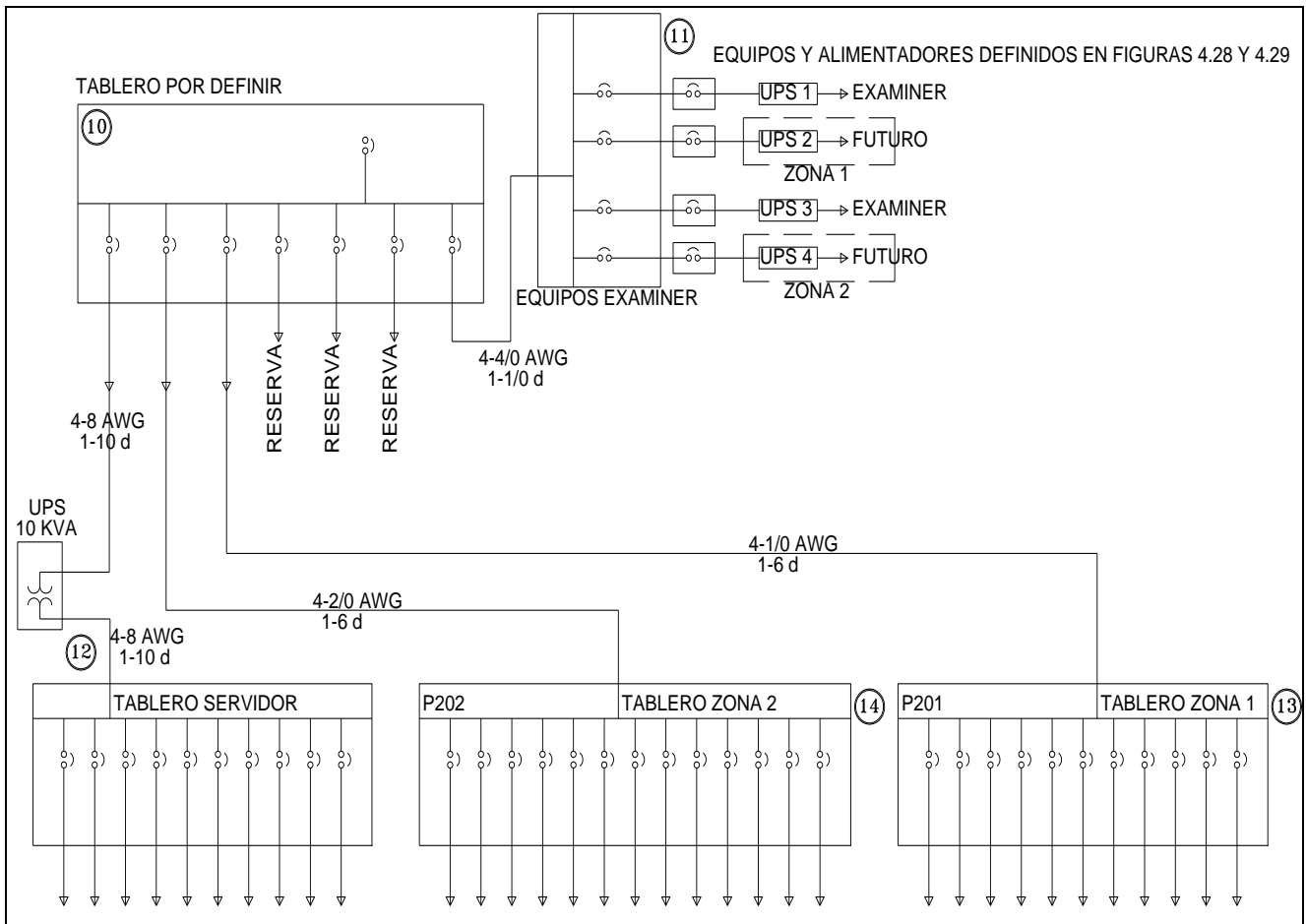
**Figura 4.29. Proyecto ejecutivo final para los equipos “eXaminer” de la zona 2 (Siemens, 2010)**



**Figura 4.30. Proyecto ejecutivo final para los equipos “eXaminer” de la zona 1 (Siemens, 2010)**

**Tabla 4.43. Resumen de cargas para diseño del tablero general “P2” en baja tensión con todos los servicios establecidos que debe llevar**





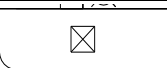
Equipos y sistemas	Corriente nominal de operación en A	Cableado hacia tablero	Canalización hacia y desde tablero	Pastilla calculada ubicada en el tablero general
Tablero “eXaminer”	222	4 – 4/0 AWG 1 – 1/0 desnudo	Charola tipo malla	3 x 250 A
P 201	104	4 – 1/0 AWG 1 – 6 desnudo	Cable tipo MC	3 x 125 A
P 202	140	4 – 2/0 AWG 1 – 6 desnudo	Cable tipo MC	3 x 150 A
UPS (sistemas)	30	4 – 8 AWG 1 – 10 desnudo	27 mm	3 x 50 A



**Figura 4.31. Diagrama unifilar para el tablero general “P2” de baja tensión y datos de alimentadores eléctricos calculados**

Las Figuras 4.29 y 4.30, muestran el proyecto ejecutivo final para la alimentación eléctrica de los equipos “eXaminer”. Y la Tabla 4.44, muestra la simbología aplicada para estas figuras. Los elementos de la Figura 4.31, están numerados en base a la Tabla 3.1, la cual indica las características de estos equipos y elementos que la conforman.

**Tabla 4.44. Simbología utilizada como referencia para el proyecto de equipos “eXaminer” en el aeropuerto de Monterrey (Siemens, 2010)**

Símbolo	Descripción	Marca
	Interruptor termomagnético capacidad indicada	Square D
	Equipo UPS respaldo de 20 kVA para equipos detectores	Mitsubishi
	Tubo conduit P.D.G. por muro o plafón	Júpiter o similar
	Tablero de distribución, 3F, 4H, 220/127 V	Square D
	Caja cuadrada galvanizada mínimo 19 mm	Raco o similar

De la información obtenida de la Figura 4.31, y con ayuda de los datos de las Tablas 4.42 y principalmente 4.43, se obtienen los datos para establecer el número de circuitos necesarios para el tablero general de baja tensión “P2”, los lugares de reserva o disponibles a futuro (tres según la Figura 4.31), su alimentador eléctrico general en baja tensión, así como el transformador reductor de voltaje que lo alimentará (se toma como referencia nuevamente la Figura 4.1).

Para la alimentación eléctrica del tablero general y a su vez del transformador reductor de tensión y los equipos detectores junto con los servicios generales se obtiene la Tabla 4.45. El transformador reductor el cual como su nombre lo indica, reduce el voltaje del sistema general que proviene de la subestación el cual es de 454 V en sistema trifásico con conductor neutro. A éste se le denomina voltaje de alta tensión del lado primario. Para los demás servicios que utilizan un voltaje de 208 V también trifásico y con conductor neutro, se denomina baja tensión o lado secundario. Dicha Tabla 4.45 junto con los datos y cálculos de cargas generales obtenidas de las Tablas 4.35 y 4.41 utilizando el voltaje de 208 V, establece la alimentación en baja tensión y que se considera tiene el mayor consumo de corriente.

**Tabla 4.45. Resumen de datos para el cálculo del transformador reductor de tensión para alimentación eléctrica del tablero de baja tensión**

Equipo	Voltaje de operación para servicios y equipos	Consumo de potencia según suma total de cargas	Área de operación
Transformador reductor	208 V, trifásico con neutro	154.45 kVA	ZONA 1 y 2

Para este tipo de elementos eléctricos, es necesario aplicar ciertos factores de demanda (en donde la demanda es el valor máximo de la carga durante un periodo de tiempo dado), para toda la carga sumada total (SENER, 2005d). Es decir, estos factores dan una idea del consumo y variación de la carga con respecto al tiempo, lo que puede interpretarse como cuánta carga se utilizará realmente a pesar de la que se calcule con datos de proveedores o placas de datos. En este caso sería aplicada al 100 %, con la diferencia de que no se puede tener a un elemento como este trabajando a este porcentaje de operación, ya que generará un desgaste mayor en él y su vida útil se puede reducir (Harper, 2004).

Considerando que el sistema presenta una demanda estimada del 90 %, para todos los servicios, dado que no siempre estará actuando el alumbrado o el aire acondicionado (fomentando sobre todo, una cultura del ahorro energético establecido en todos los aeropuertos operados por

OMA). Y que además no siempre estarán activas las dos máquinas detectoras en cada zona correspondiente, y por consiguiente se tiene el nuevo cálculo de esta carga obtenida de la Tabla 4.45, en la Tabla 4.46.

**Tabla 4.46. Resumen de datos por ajuste de la capacidad o carga en el transformador reductor en baja tensión**

Voltaje de operación del equipo	Consumo de potencia según cálculos y tablas de equipos	Consumo de potencia según demanda determinada al 90 %
208 V, trifásico con neutro	154.45 kVA	139.005 kVA

De la Tabla 4.46, se obtienen los datos de los alimentadores para el transformador en base a la carga demandada del sistema de baja tensión, los cuales quedan para un voltaje de operación de 208 – 110 V del lado de baja tensión, y que se tabulan en la Tabla 4.47. La Tabla 4.48, tabula los cálculos para este mismo transformador, pero para un voltaje de operación de 440 – 254 V del lado de alta tensión, que proviene desde la subestación.

**Tabla 4.47. Cuadro de datos para el alimentador en el lado secundario (208 V) del transformador reductor**

Voltaje de operación en lado secundario	Consumo de potencia ajustada	Transformador comercial elegido	Cableado calculado	Canalización establecida	Interruptor ajustado
208 V, trifásico con neutro	139.005 kVA	150 kVA	8 – 300 kCM 1 – 1/0 AWG d	Charola tipo malla	3 x 600 A

La corriente para la obtención del cable eléctrico alimentador es calculada considerando que el transformador trabajará al 100 % de su capacidad comercial establecida (150 kVA), y se obtiene el valor de 416.35 A. Como esta corriente requiere un calibre de cable grande, alrededor del 600 ó 700 kCM, se procede a la división de la corriente en dos cables paralelos, dando como resultado los 8 hilos alimentadores (dos hilos por cada fase y dos hilos para el neutro). Entonces la corriente corregida queda como 520.43 A, aplicando los factores de agrupamiento y de temperatura. Así con esta corriente se determina utilizar un calibre de 300 kCM.

**Tabla 4.48. Cuadro de datos para el alimentador en el lado primario (440 V) del transformador reductor**

Voltaje de operación en lado primario	Cableado calculado	Canalización establecida	Interruptor ajustado
440, trifásico sin neutro	3– 250 kCM 1 – 1/0 AWG d	Charola tipo malla	3 x 250 A

La corriente para la obtención del cable eléctrico alimentador en 440 V del transformador reductor es calculada considerando que dicho transformador trabajará nuevamente al 100 % de su capacidad comercial establecida (150 kVA), y se obtiene el valor de 196.82 A. Entonces aplicando los factores de agrupamiento y de temperatura, se determina utilizar un calibre de 250 kCM.

La Figura 4.32, indica la placa de datos del transformador propuesto que se elige de la Tabla 4.47 y cuyo valor comercial es de 150 kVA, y en donde dicha placa muestra sus voltajes de operación, marca y características básicas del mismo. La Tabla 4.49, muestras las especificaciones eléctricas según valores del fabricante (Victory, 2012).

**Tabla 4.49. Valores eléctricos para el transformador seco Victory de 150 kVA (Victory, 2012)**

Concepto	Valores
Conductores	Alambre de cobre, pureza del 99 %
Clase de aislamiento eléctrico	1.2 kV
Núcleo	Lamina de acero al silicio, rolado en frío
Gabinete	NEMA 1
Color	Gris ANSI 61
Elevación de temperatura	150° C
Enfriamiento	Aire
Conexión	Delta – estrella
Masa aproximada	400 kg
Dimensiones aproximadas	890 x 530 x 1,000 mm



**Figura 4.32. Placa de datos característicos del transformador reductor del sistema en baja tensión Victory de 150 kVA (Baselis, 2010)**

Derivado del cálculo del tablero en baja tensión y del transformador reductor de voltaje, se realiza ahora el cálculo para el tablero de distribución general “FCI” para un voltaje de operación de 440 V. Siguiendo el esquema de la Figura 4.1, se determina que se debe calcular la alimentación eléctrica para dos sistemas que operan a este voltaje, el del transformador reductor (ya calculado en la Tabla 4.48) y el del tablero de control de motores de las bandas transportadoras. De los datos proporcionados por Siemens para sus equipos PLC de las bandas transportadoras, y cuyos valores fueron tabulados en las Tablas 3.2 a la 3.5 del capítulo 3, se forma la Tabla 4.50.



**Tabla 4.50. Cuadro de datos con cargas para los tableros controladores de las bandas transportadoras en zona 1 y zona 2**

ZONA 1							
Tablero controlador	Voltaje de operación	Consumo de corriente, según datos	Consumo de corriente ajustada	Cableado	Canalización hacia tablero	Interruptor calculado	Consumo de potencia
PC10	440 V, trifásico con neutro	89.33 A	111.6	4 – 1/0 AWG 1 – 6 desnudo	Charola tipo malla	3 x 100 A	85 kVA
Tablero controlador	Voltaje de operación	Consumo de corriente, según datos	Consumo de corriente ajustada	Cableado	Canalización hacia tablero	Interruptor calculado	Consumo de potencia
PC11	440 V, trifásico con neutro	90.90 A	113.6	4 – 1/0 AWG 1 – 6 desnudo	Charola tipo malla	3 x 100 A	86 kVA
ZONA 2							
Tablero controlador	Voltaje de operación	Consumo de corriente, según datos	Consumo de corriente ajustada	Cableado	Canalización hacia tablero	Interruptor calculado	Consumo de potencia
PC20	440, trifásico con neutro	90.48 A	113.1	4 – 1/0 AWG 1 – 6 desnudo	Charola tipo malla	3 x 100 A	86 kVA
Tablero controlador	Voltaje de operación	Consumo de corriente, según datos	Consumo de corriente ajustada	Cableado	Canalización hacia tablero	Interruptor calculado	Consumo de potencia
PC21	440, trifásico con neutro	95.11 A	118.8	4 – 1/0 AWG 1 – 6 desnudo	Charola tipo malla	3 x 125 A	90 kVA

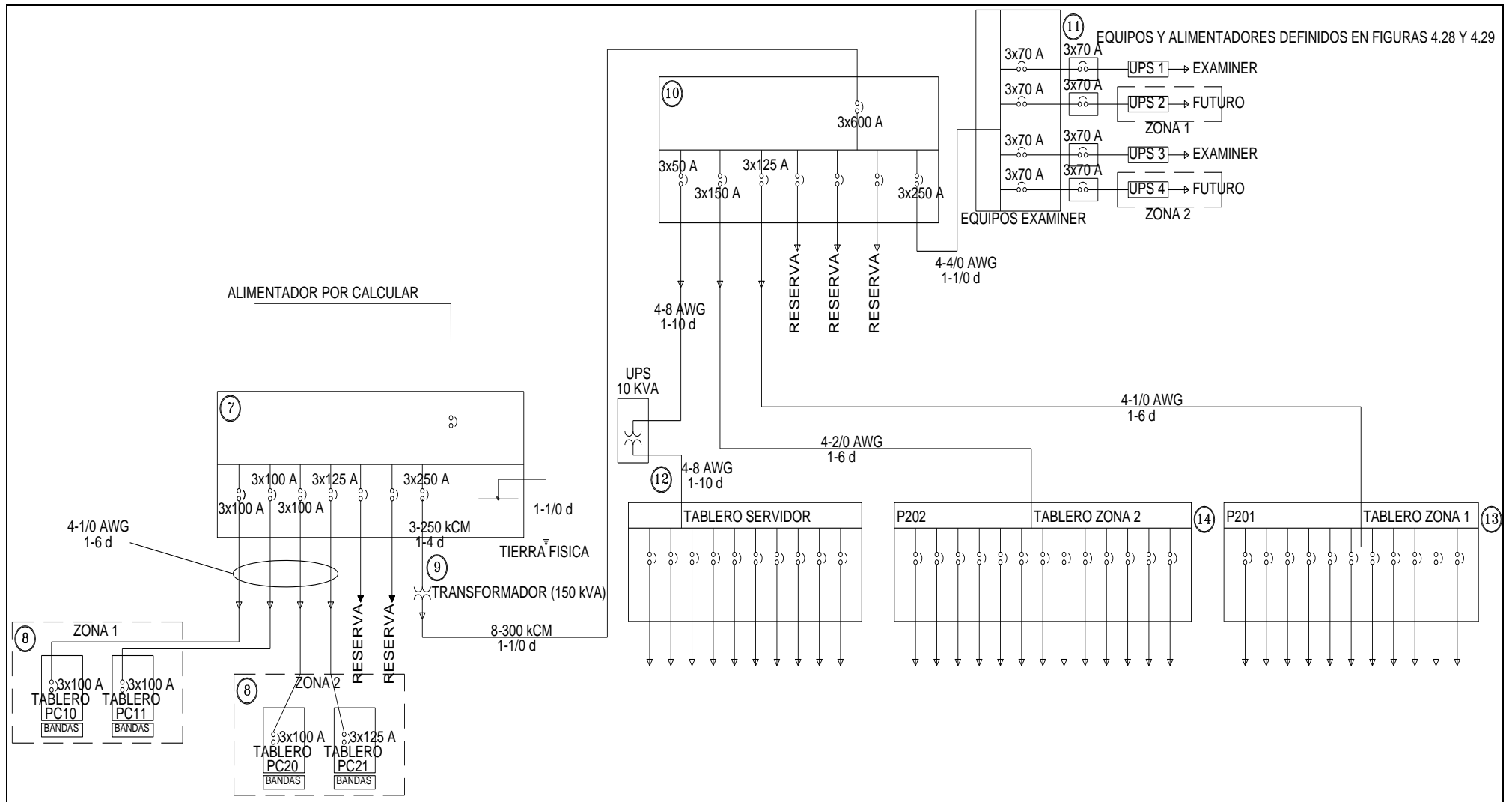
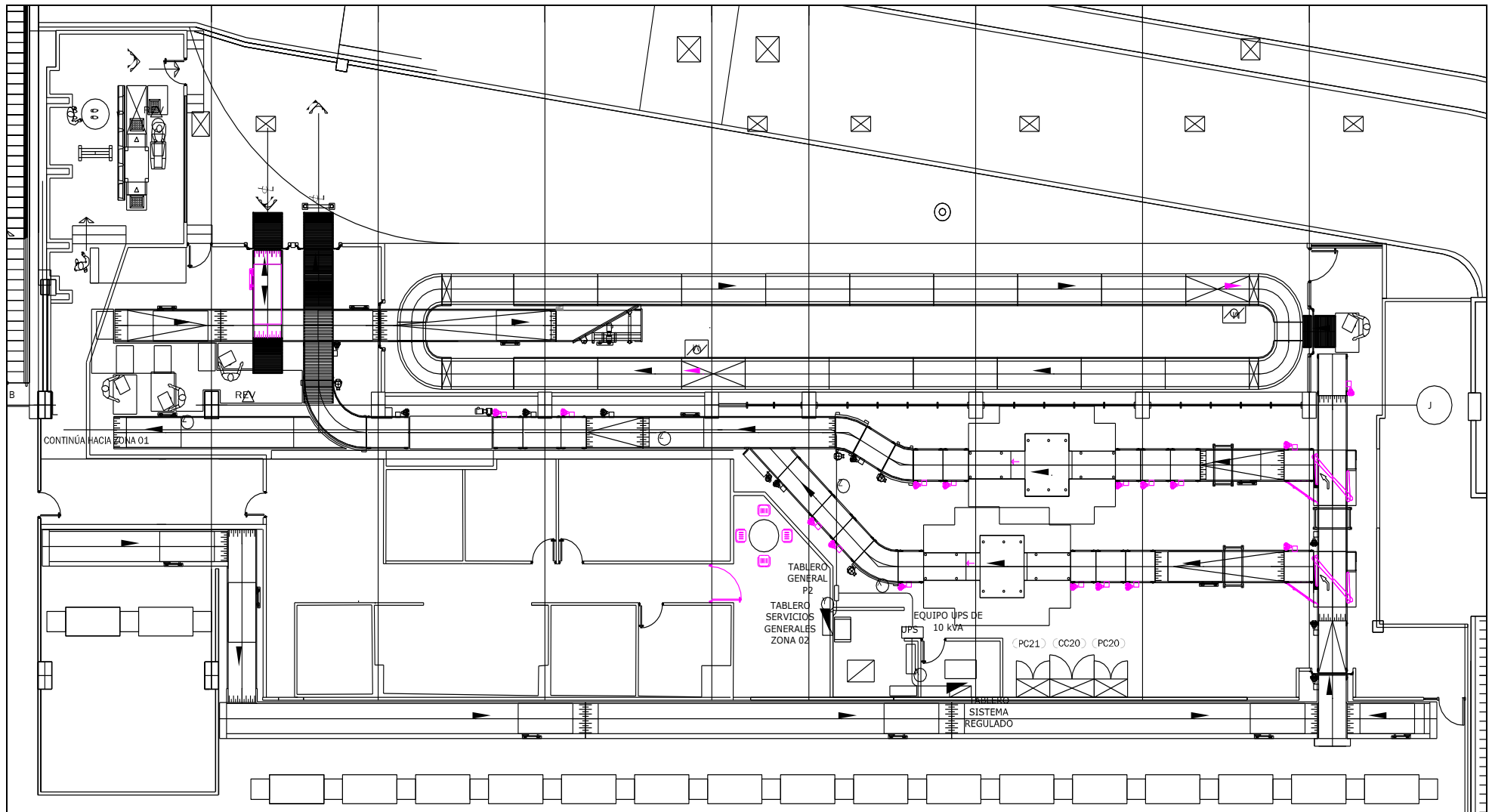
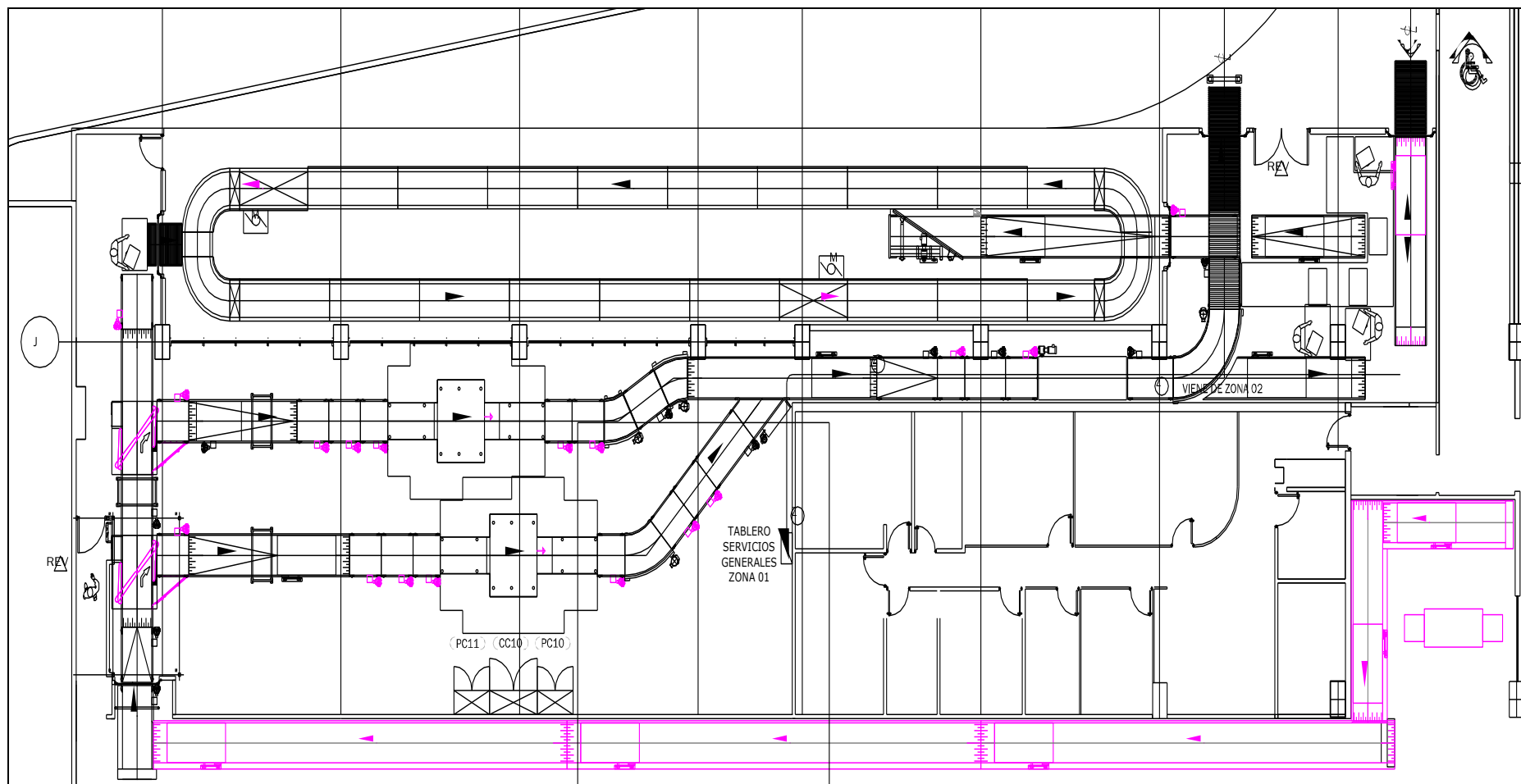


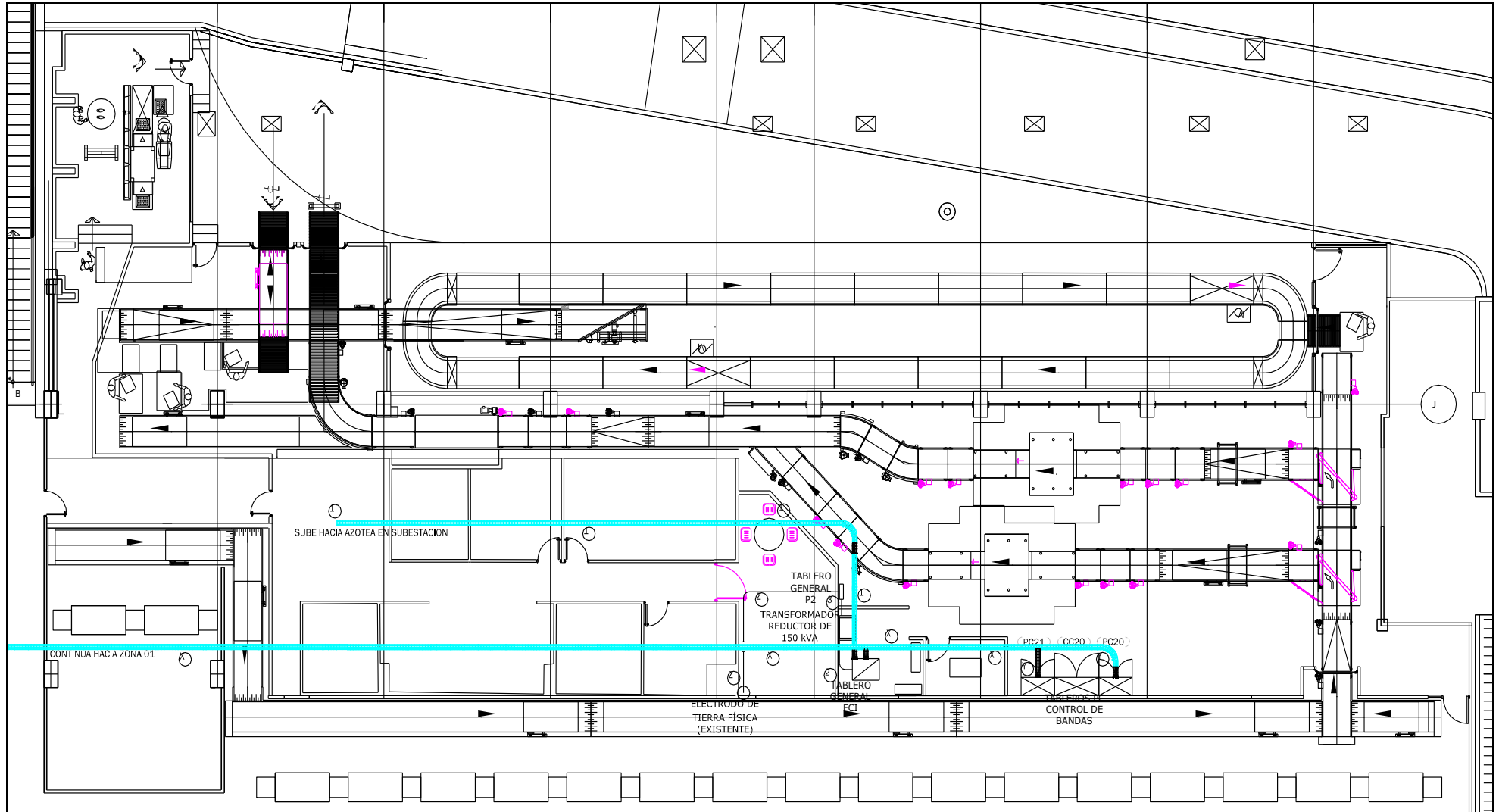
Figura 4.33. Diagrama unifilar establecido para el tablero general de distribución "FCI"



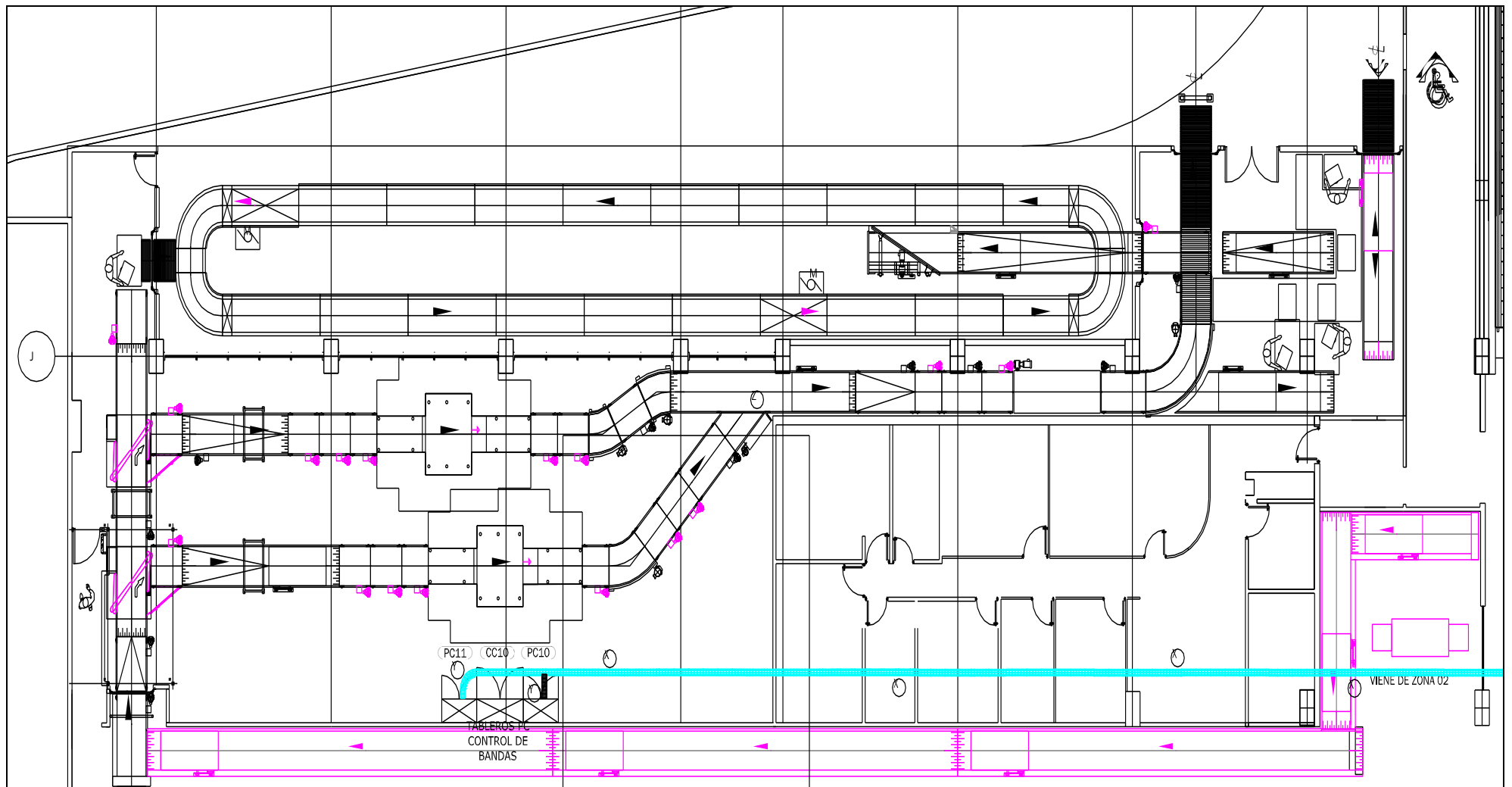
**Figura 4.34. Proyecto ejecutivo para la alimentación de tableros generales de servicios desde el tablero “P2”, en zona 2**



**Figura 4.35. Proyecto ejecutivo para la alimentación de tableros generales de servicios desde el tablero "P2", en zona 1**



**Figura 4.36. Proyecto ejecutivo final para la alimentación de tableros generales en zona 2**



**Figura 4.37. Proyecto ejecutivo final para la alimentación de tableros generales en zona 1**

Las Figuras 4.34 y 4.35, muestran el proyecto ejecutivo para las alimentaciones eléctricas de los tableros generales en base a la Figura 4.33 para su seguimiento en este diagrama unifilar para ambas zonas de la terminal A. La Tabla 4.50 contiene los valores de carga y consumos, e indica cada uno de los tableros controladores denominados “PC10”, “PC11”, “PC20” y “PC21”, que conforman el sistema de motores para cada una de las zonas del aeropuerto. Los dos primeros tableros para zona 1 y los últimos dos corresponden a la zona 2. Los datos necesarios y calculados para alimentar eléctricamente a dichos tableros quedan mostrados también en dicha Tabla 4.50. Así mismo de la Tabla 4.50, se obtienen los resultados mostrados en la Tabla 4.52, que resume dichos valores y que sirve de referencia para el arreglo final de los tableros controladores de las bandas transportadoras y el transformador reductor de tensión, así como las protecciones correspondientes de cada uno de ellos y sus consumos de potencia. Estos datos serán utilizados para especificación del tablero general de distribución “FCI”.

Las Figuras 4.36 y 4.37 muestran el proyecto ejecutivo de la alimentación eléctrica de los tableros controladores de las bandas transportadoras “PC10”, “PC11”, “PC20” y “PC21” de ambas zonas de la terminal A del aeropuerto de Monterrey y de los alimentadores generales entre los tableros generales “FCI” y “P2”. Y la Tabla 4.51, muestra la cédula de cableado para estas alimentaciones eléctricas.

**Tabla 4.51. Simbología utilizada como referencia para canalizaciones y cableado del proyecto de alimentadores generales en el aeropuerto de Monterrey (Siemens, 2010)**

Símbolo	Cableado	Canalización
1	8 – 600 kCM 1 – 1/0 desnudo	Charola tipo malla
2	3 – 250 kCM 1 – 4 desnudo	Charola tipo malla
3	8 – 300 kCM 1 – 1/0 desnudo	Charola tipo malla
X	8 – 1/0 AWG 1 – 6 desnudo	Charola tipo malla
Y	4 – 1/0 AWG 1 – 6 desnudo	Charola tipo malla
Z	1 – 1/0 AWG	Tubo de 21 mm pared delgada galvanizada

**Tabla 4.52. Resumen de cargas y protecciones para los tableros controladores de las bandas transportadoras y el transformador reductor en baja tensión**

Tablero de control	Voltaje de operación	Pastilla en tablero general “FCI”	Consumo de potencia
PC10	440 V	3 x 100 A	85 kVA
PC11	440 V	3 x 100 A	86 kVA
PC20	440 V	3 x 100 A	86 kVA
PC21	440 V	3 x 125 A	90 kVA
Transformador reductor	440 V	3 x 250 A	150 kVA
Total de carga en el sistema			497 kVA

Hasta este punto dentro del diagrama unifilar representado en la Figura 4.1, se ha definido la parte de operación de los equipos de bandas transportadoras, en cuanto a sus servicios generales, servicio de los equipos detectores “eXaminer” y su tablero, y el control de motores de las mismas bandas con sus tableros de control respectivos. Por lo que en la Figura 4.34, se muestra prácticamente casi la mitad del sistema requerido en forma unifilar, quedando pendiente el sistema de respaldo mediante generador eléctrico y la subestación de todo el sistema en cuestión.

Ahora partiendo de la Figura 4.33, y del esquema de la Figura 4.1, es ahora necesario determinar la capacidad del alimentador eléctrico para el tablero general de distribución “FCI” del sistema de bandas transportadoras. Dicho alimentador eléctrico, se deriva desde la parte superior en la azotea de la terminal A, en la subestación nueva y desciende hasta este tablero general de distribución ubicado en la zona 2, pasando por áreas de oficinas existentes (ver su trayectoria en el plano que se encuentra en la Figura 4.36 para referencia). El cálculo de este cableado se resume en la Tabla 4.53 para su corriente ajustada según la carga sumada total de la Tabla 4.52.

**Tabla 4.53. Resumen del cálculo para la corriente ajustada del tablero general de distribución “FCI”**

Tablero	Voltaje de operación	Consumo de corriente, según la carga	Consumo de corriente, ajustada
FCI	440 V, trifásico con neutro	652.14 A	815.17 A

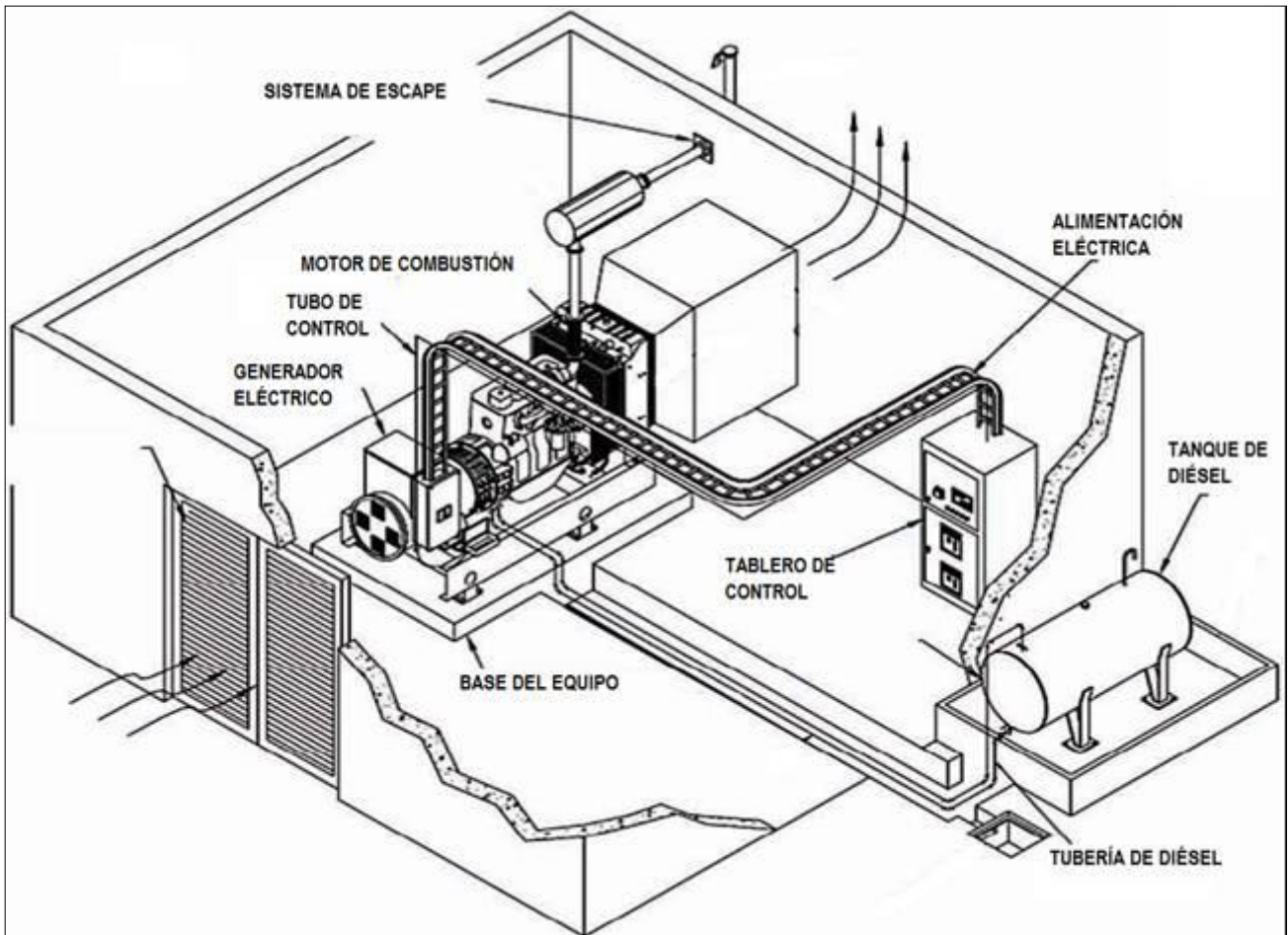
Aplicando la metodología anterior para el transformador reductor de voltajes donde se dividió la corriente en dos cables paralelos por fase (para evitar tener uno de mayor calibre), entonces la corriente corregida queda como 815.17 A, que aplicando los factores de agrupamiento y de temperatura con esta corriente se determina utilizar un calibre de 600 kCM. Estos cálculos se resumen en la Tabla 4.54.

**Tabla 4.54. Resumen del cálculo para el alimentador eléctrico principal para el tablero general de distribución “FCI”**

Tablero	Voltaje de operación	Cableado	Canalización	Interruptor seleccionado
FCI	440 V, trifásico con neutro	8 – 600 KCM 1 – 1/0 desnudo	Charola tipo malla	3 x 800 A

Ahora, con referencia a la Figura 4.1, se observa que el sistema general contiene un sistema de respaldo de energía, el cual está compuesto por un grupo generador, y a su vez está formado por un elemento llamado planta de emergencia, la cual está formada por un motor de combustión interna a base de diésel y un generador eléctrico, cuyas características son indicadas en la Tabla 4.55, cuyos datos son obtenidos de los proveedores que suministran este tipo de equipos. La Figura 4.38 presenta un esquema general para la instalación típica de un grupo generador mostrando cada uno de los elementos principales que lo conforman. Se puede ver que se indica el grupo generador, sus alimentaciones eléctricas, su tablero de control, su escape de gases y su alimentación de combustible a base de diésel en un tanque de almacenamiento.





**Figura 4.38. Esquema general de la instalación de una planta de emergencia (Selmec, 2010)**

Es importante mencionar, que para tener el respaldo de todo este sistema en caso de que faltara la energía por parte del aeropuerto o por alguna otra circunstancia, se necesita un elemento que pueda coordinar todo. Este elemento coordinador se hace llamar equipo de transferencia, que como su nombre lo dice, transfiere la carga de un sistema de alimentación a otro de respaldo, es decir, en caso de falla del suministro eléctrico por parte del aeropuerto o de la compañía suministradora, el equipo de transferencia detecta la ausencia de voltaje y realiza el cambio automático de la carga hacia la alimentación que se genera de la planta. La transferencia al realizar la detección, comienza a activar la planta de emergencia y mediante un retraso de tiempo que puede ser programado, espera a que vuelva el sistema de alimentación inicial o hace la transferencia al equipo generador de la carga total, y se está en espera hasta que de nuevo se restablece el sistema de alimentación principal y regresa nuevamente la carga a dicha alimentación original (IGSA, 2012).

Los equipos de transferencia, también monitorean todos los parámetros de operación de la planta, indicando el estado de operación y las condiciones de falla, parando automáticamente el equipo y proporcionando una indicación de alarma real en caso de falla del mismo, por medio de la indicación intermitente del led “alarmas”, y mostrando la información exacta del evento de falla en el display de cristal líquido LCD en el panel frontal del módulo de transferencia. Los equipos para este sistema de respaldo mediante equipo electrógeno, se describen según las características del proveedor en la Tabla 4.55.

**Tabla 4.55. Descripción de los equipos del grupo generador para respaldo de energía en el sistema de las bandas transportadoras (Ottomotores, 2012)**

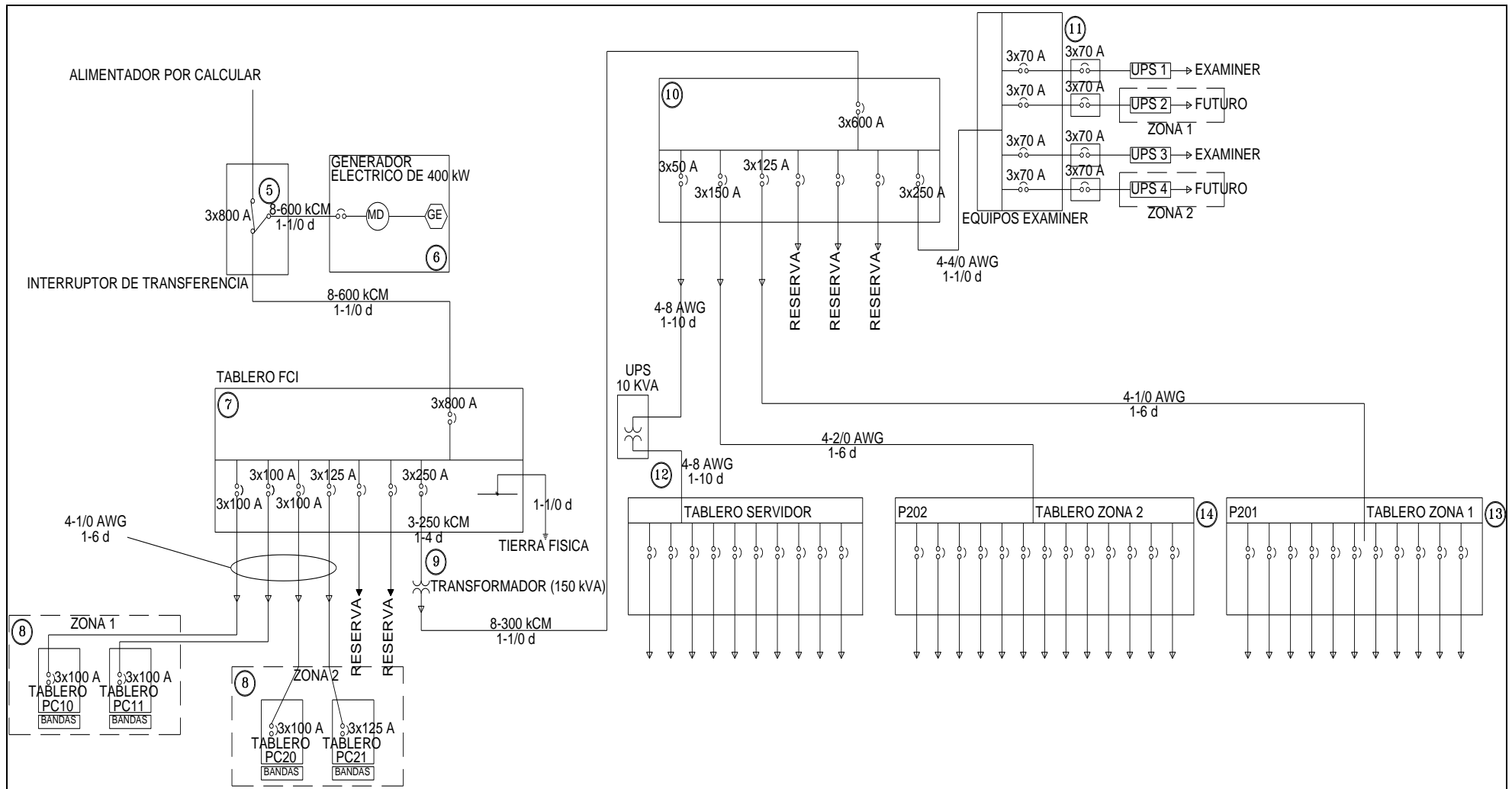
Equipo	Datos	Descripción
Equipo de transferencia	Voltaje de operación: 440 V Número de fases: 3 fases y un neutro	Tablero de transferencia automático, marca Ottomotores, con dos interruptores termomagnéticos, de 800 A, según el cálculo de la Tabla 4.53, para la protección del alimentador del tablero “FCI” junto al alimentador de la planta de emergencia.
Planta de emergencia	Voltaje de operación: 440 V Número de fases: 3 fases y un neutro	Planta de emergencia, marca Ottomotores, con motor diésel marca Cummins y generador eléctrico acoplado marca Stamford, a un voltaje de operación de 440 V. La capacidad de la máquina se calcula en base la Tabla 4.52, y revisando los valores comerciales del catálogo de Ottomotores (2012), se tiene una planta de 497 kVA y con factor de potencia de 0.8, dando un valor de 397.6 kW.
Modelo del motor	NTA855G5	Motor de potencia máxima de 605 HP a 1,800 revoluciones por minuto.
Peso aproximado del equipo	3,085 kg	Planta con dimensiones de 315 x 114 x 184 cm

Finalmente, se actualiza el diagrama general de la Figura 4.1, ya considerando este equipo electrógeno de respaldo con su respectivo equipo de transferencia, y cuyo esquema queda mostrado en la Figura 4.39.

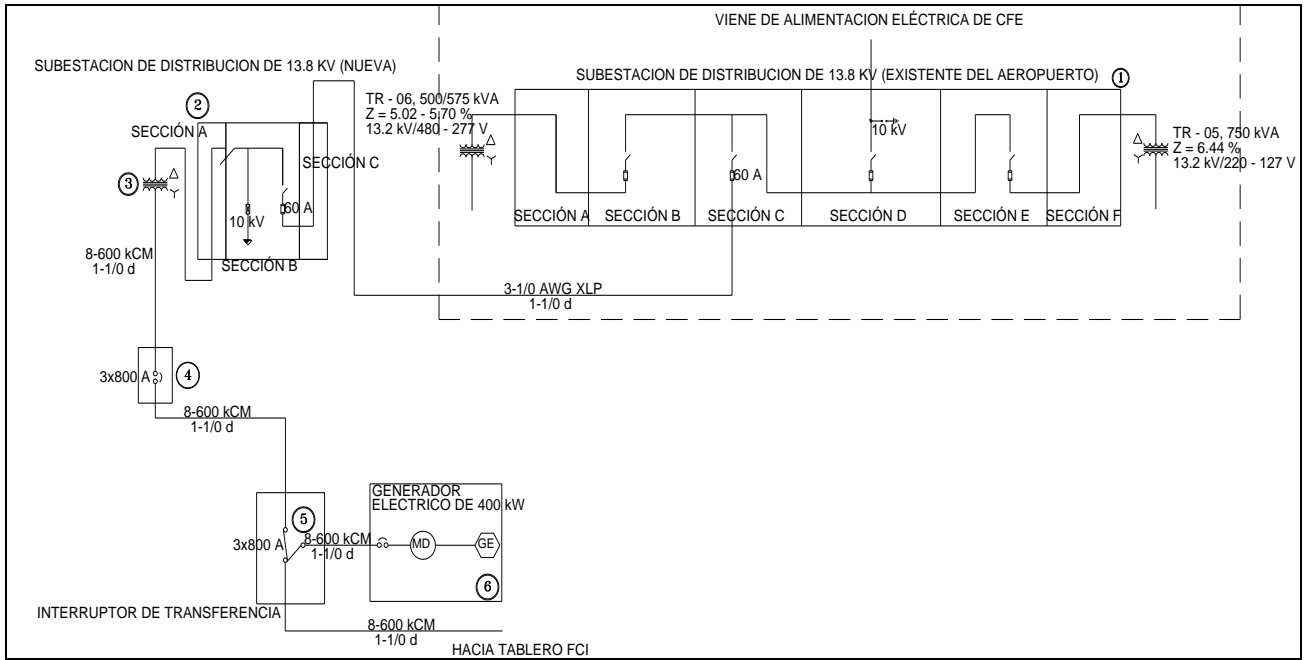
#### **4.1.4 Cálculo de la subestación, arreglo y acomodo de equipos en base a Lay Out propuesto por Siemens**

Finalmente, se determinan los últimos alimentadores, pero que son los dos principales de todo el sistema de bandas transportadoras, y además, la subestación general (que incluye el transformador general del sistema). El primer alimentador que va de la subestación propuesta hacia el tablero general de distribución y el segundo que va desde la subestación existente del aeropuerto hasta la mencionada subestación del sistema. La Figura 4.40 hace referencia a estos dos alimentadores en el diagrama unifilar general.

Para el cálculo y descripción de la subestación, se debe tomar en cuenta toda la posible carga que presenta el sistema general, la cual se determina de la Tabla 4.52. Esta tabla conjuga todos los subsistemas, tales como los tableros de control de las bandas y el transformador reductor para servicios generales. Tal y como muestra la Figura 4.1, se tiene que al final de todo, esta subestación controlará toda alimentación eléctrica del sistema y cuyas características, se basan sobre todo en los valores de voltaje en media tensión que existe desde el suministro del aeropuerto y el voltaje de operación en baja tensión de los tableros de control de las bandas y el transformador reductor de servicios generales.



**Figura 4.39. Diagrama unifilar general que incluye el grupo electrógeno de respaldo para el sistema de bandas transportadoras**



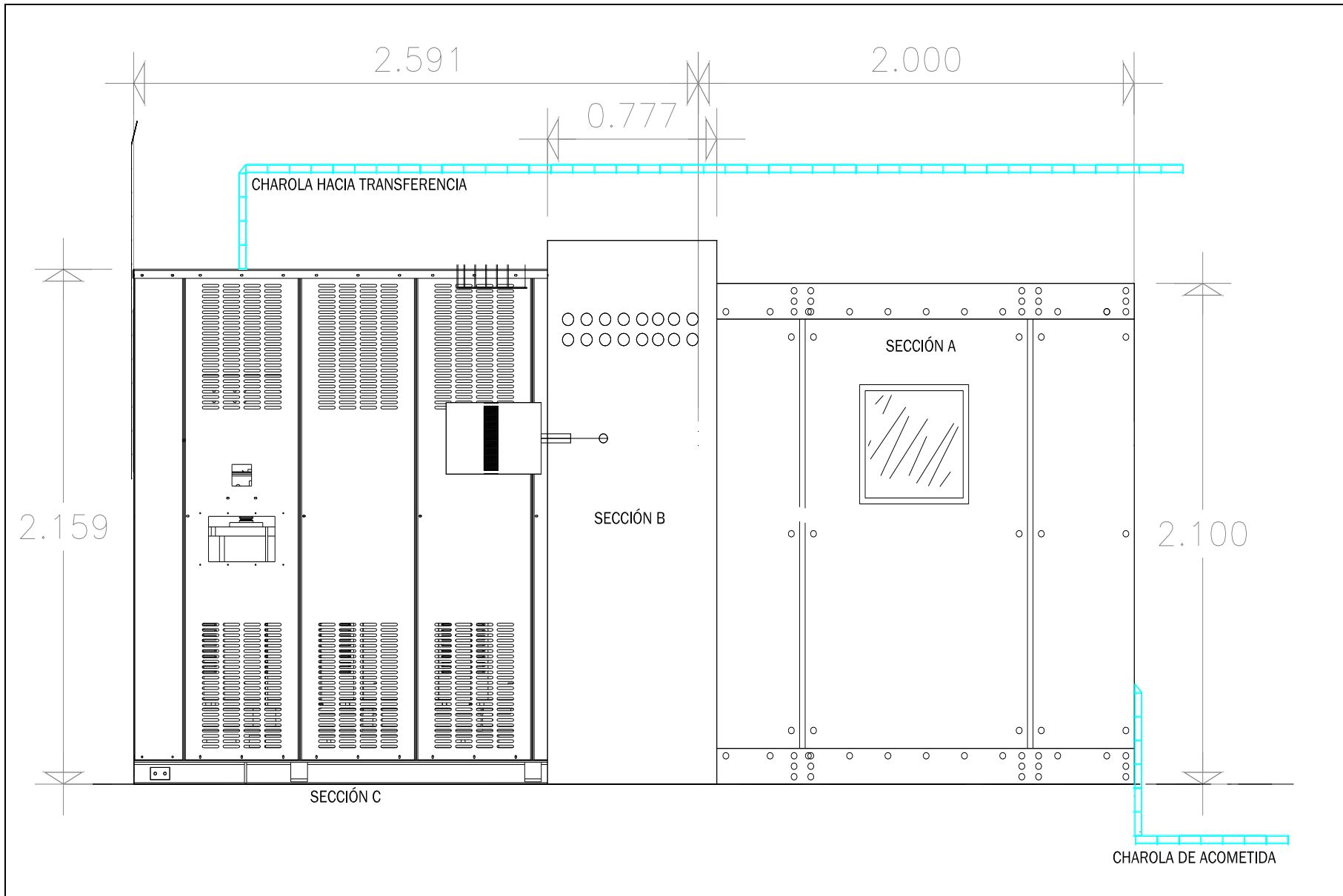
**Figura 4.40. Diagrama unifilar general que indica los principales alimentadores de todo el sistema de bandas transportadoras**

Los voltajes para establecer esta característica principal de la subestación, se determinan en base a los datos que se presentan en la subestación del aeropuerto (ubicada en la azotea), el cual es en este caso denominada media tensión para un voltaje de 13,800 V como suministro principal, y para la baja tensión, es de 440 V, que ya se había obtenido de los datos iniciales de diseño y propuesta de Siemens. La subestación, se conforma con el transformador de media tensión y sus respectivos gabinetes en media tensión. La Figura 4.41 muestra el esquema general de cómo está conformado este equipo y se detallan sus partes componentes en la Tabla 4.56.

**Tabla 4.56. Descripción de los módulos de media tensión que conforman a la subestación eléctrica del sistema de bandas transportadoras (VTC, 2010)**

Módulo	Equipo	Datos	Descripción
C	Transformador de media tensión	Voltaje de operación: 13,800 - 440 V Número de fases: 3 fases y un neutro	Transformador tipo seco, para tipo interior, de 500 kVA de capacidad. Conexión delta estrella, marca Deemsa. Medidas de 76 x 76 x 48 cm. Elevación de temperatura de 150° C.
B	Gabinete de media tensión	Voltaje de operación: 13,800 V Número de fases: 3 fases	Gabinete de media tensión, tipo NEMA – 1, tipo interior, con celda de acoplamiento a transformador. Color gris ANSI 61
A	Gabinete de media tensión	Voltaje de operación: 13,800 V Número de fases: 3 fases	Gabinete de media tensión, tipo NEMA – 1, tipo interior, con celdas de acometida, celda de seccionamiento, apartarrayos y fusibles.

De la descripción de gabinetes de la Tabla 4.56 para la subestación y tomando en cuenta la carga total del sistema general, la cual se toma de la Tabla 4.52 que conjuga todos los subsistemas, se generan las Tablas 4.57 y 4.58, donde se calculan los dos alimentadores principales antes mencionados y sus respectivas protecciones contra sobrecorriente. La Tabla 4.57, tabula los valores que se obtienen del alimentador eléctrico que sale del transformador de media tensión y llega al equipo de transferencia, para un voltaje de 440 V.



**Figura 4.41. Esquema general del gabinete de media tensión para la subestación del sistema de bandas transportadoras**

La Tabla 4.58, tiene los valores que se obtienen del cálculo del alimentador eléctrico pero en media tensión, que procede de la subestación del aeropuerto hacia la subestación del sistema de las bandas, con un voltaje de 13,800 V.

**Tabla 4.57. Resumen del cálculo para el alimentador eléctrico general en baja tensión para un voltaje de operación de 440 V**

Equipo	Voltaje en baja tensión	Consumo de corriente, según carga	Consumo de corriente, ajustada	Cableado	Canalización
Transformador de 500 kVA	440 V, trifásico con neutro	656.07 A	820.09 A	8 – 600 kCM 1 – 1/0 desnudo	Charola de aluminio

**Tabla 4.58. Resumen del cálculo para el alimentador eléctrico general en media tensión para un voltaje de operación de 13,800 V**

Equipo	Voltaje en alta tensión	Consumo de corriente, según carga	Cableado	Canalización hacia gabinete
Subestación eléctrica	13,800 V, trifásico sin neutro	20.91 A	3 – 1/0 AWG 1 – 1/0 desnudo	Charola de aluminio

Es importante mencionar, que el cableado determinado en la Tabla 4.58, se obtiene basados en algunas características que se presentan para este tipo de alimentación eléctrica en media tensión. Es por eso que se aplica el cálculo mediante la intensidad de corto circuito en un cable eléctrico y la característica del aislamiento especial para este tipo de voltajes, ya que es indispensable conocer las intensidades máximas admisibles de los cables en caso de corto circuito, y así asegurar de que el cable es capaz de soportar dichas intensidades en cualquier punto de su trayectoria, durante el periodo de tiempo que transcurre desde su aparición hasta que los dispositivos de protección actúan.

Se entiende por corto circuito como la conexión de dos o más puntos de un circuito con tensiones distintas, que provocan, por lo general, grandes corrientes debido a una impedancia de pequeño valor (Condumex, 2012). Por eso, se tiende a considerar al corto circuito como un proceso que no intercambia calor con su entorno, con un tiempo de duración muy corto, ya que debe preverse dispositivos de protección para interrumpir toda corriente de corto antes de que ésta pueda resultar peligrosa debido a estos efectos térmicos y mecánicos producidos en los conductores y en las conexiones. Para los cortos circuitos de una duración  $t$  (como máximo igual a 1 segundo), duración necesaria para que una corriente de corto circuito eleve la temperatura de los conductores desde la temperatura máxima admisible en servicio normal al valor límite, puede calcularse, en primera aproximación, según la ecuación (4.1).

$$I_{CC} = (k)(S)/\sqrt{t} \quad (4.1)$$

Donde:

$I_{CC}$  es la corriente de corto circuito efectiva en A

$k$  es una constante que depende de la naturaleza del conductor eléctrico, siendo  $k = 143$  para conductores de cobre con aislamiento tipo XLP

$t$  es la duración en segundos (0.01 a 5 segundos como máximo)

$S$  es la sección del conductor en  $\text{mm}^2$

De los manuales de conductores eléctricos Condumex, se tabulan los valores para este tipo de cable tipo XLP, en la Tabla 4.59 (Condumex, 2012).

**Tabla 4.59. Temperaturas de funcionamiento para conductores de cobre con aislamiento tipo XLP (Condumex, 2012)**

Material del aislamiento		Temperatura de funcionamiento en servicio	Temperatura de funcionamiento en caso de corto circuito	Tiempo de duración del corto circuito en segundos
Material termoestable	Tipo XLP	90°	250°	0.1 – 5

Entonces de la ecuación (4.1), y sustituyendo valores para el cable XLP que se propone, de calibre 1/0 AWG, con sección transversal 53.48 mm<sup>2</sup>, se tiene:

$$I_{CC} = (143)(53.48)/\sqrt{1}$$

$$I_{CC} = 7,647.64 \text{ A}$$

Por otra parte, de la tabla para corto circuito permisible de cables aislados (tipo aislamiento de polietileno de cadena cruzada XLP y etileno propileno EP) con conductor de cobre del catálogo de conductores Latincasa (Latincasa, 2011), se determina que dicho cable para esa sección del conductor, puede tolerar una corriente de corto circuito en 1 segundo alrededor de 8,000 A. Aplicando la interpolación proporcionada por este catálogo en su sección técnica, se confirma que del cálculo del corto circuito y la interpolación propuesta para un segundo de tiempo de actuación de éste, se obtiene un conductor con sección de 53.85 mm<sup>2</sup>, que buscando en la Tabla 4.17, se aproxima al cable 1/0 AWG, confirmado el cálculo.

De los cálculos obtenidos al sustituir en la ecuación (4.1) de las tablas de conductores Condumex y del catálogo de conductores Latincasa, se puede concluir que:

- El voltaje de operación es de 13,800 V y se denomina comúnmente media tensión.
- El tipo de aislamiento para este tipo de cable, es del tipo XLP, especial para este manejo de tensiones eléctricas.
- Mecánicamente es muy fácil en su manejo, es robusto y es muy recomendado para este tipo de instalaciones.
- Comercialmente no existen calibres más pequeños de fabricación (el más pequeño para este tipo de voltaje es el calibre 2 AWG) (Condumex, 2012), pero a su vez económicamente no son muy factibles para compra y sobre todo en tiempos de entrega, no así el cable calculado y propuesto, que es muy comercial para diferentes aplicaciones y muy usado en este tipo de acometidas eléctricas.

Para los cálculos de protecciones en un transformador, se utiliza la siguiente Tabla 4.60, que se deriva del apartado 450 – 3, de la NOM – 001 (SENER, 2005e), donde para cada transformador de más de 600 V nominales debe tener dispositivos de protección para el primario y para el secundario, de capacidad o ajuste para abrir a no más de los valores anotados en la Tabla 4.60. Los fusibles que actúen electrónicamente y que puedan ajustarse para abrir con una corriente eléctrica específica, deben ajustarse de acuerdo con el valor de ajuste para los interruptores automáticos

indicados. De la Tabla 4.60, el cálculo de las protecciones quedan tal y como se tabulan en la Tabla 4.61, con datos obtenidos de las Tablas 4.57 y 4.58.

**Tabla 4.60. Máximo ajuste para el dispositivo de protección contra sobrecorriente en un transformador (SENER, 2005e)**

Primario			Secundario		
Más de 600 V			Más de 600 V		600 V o menos
Impedancia del transformador	Ajuste del interruptor automático	Capacidad del fusible	Ajuste del interruptor automático	Capacidad del fusible	Ajuste del interruptor automático
No más del 6 %	600 %	300 %	300 %	250 %	125 %
Más del 6 % y no más del 10 %	400 %	300 %	250 %	225 %	125 %

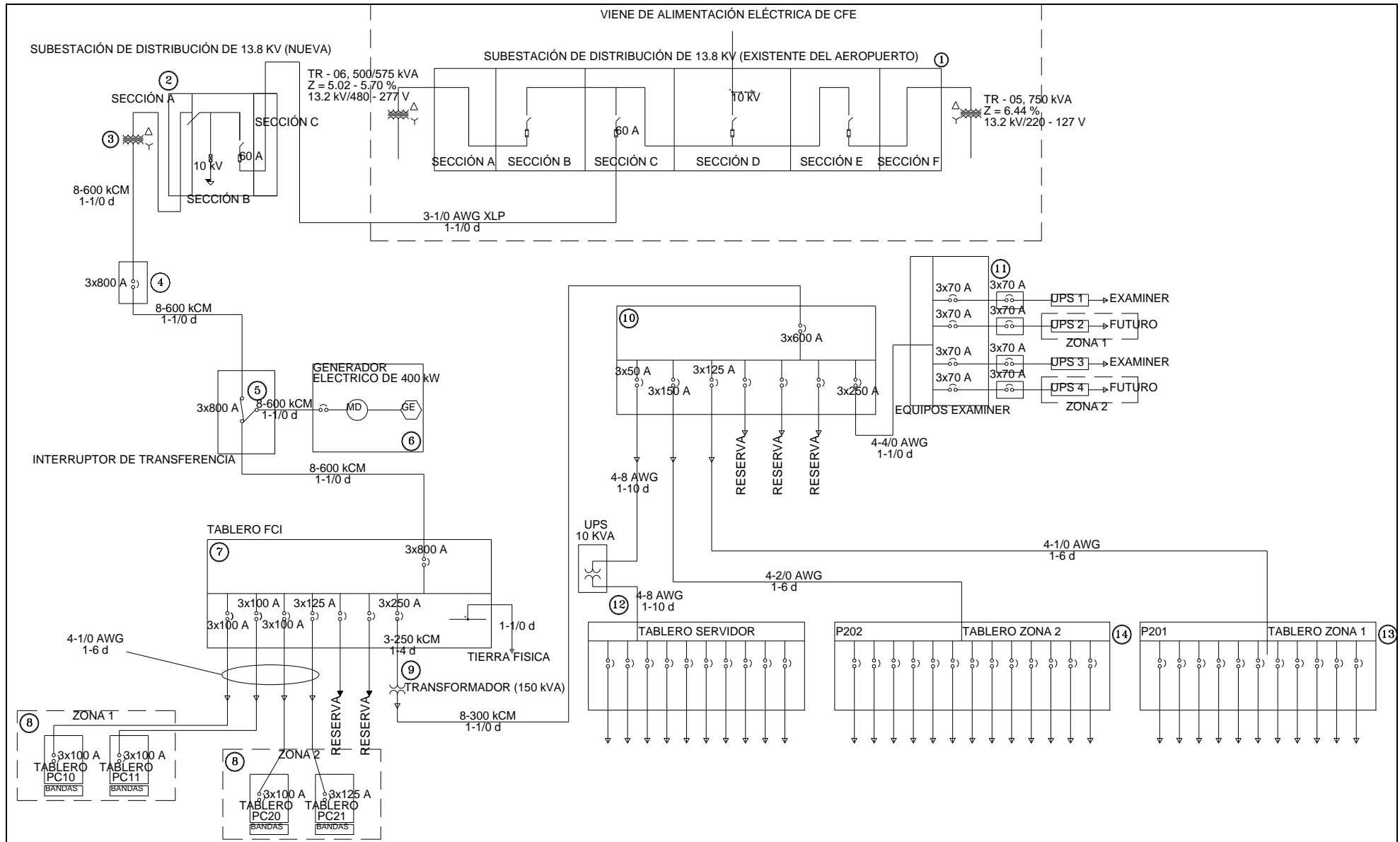
**Tabla 4.61. Máximo ajuste para el dispositivo de protección contra sobrecorriente en el transformador calculado de datos de Tablas 4.57 y 4.58**

Equipo	Voltaje de operación	Lado	Consumo de corriente, según carga	Fusible en alta tensión
Transformador de 500 kVA	13, 800 V, trifásico sin neutro	Primario	20.91 A	3 x 60 A
Transformador de 500 kVA	440 V, trifásico con neutro	Secundario	656. 07 A	3 x 800 A

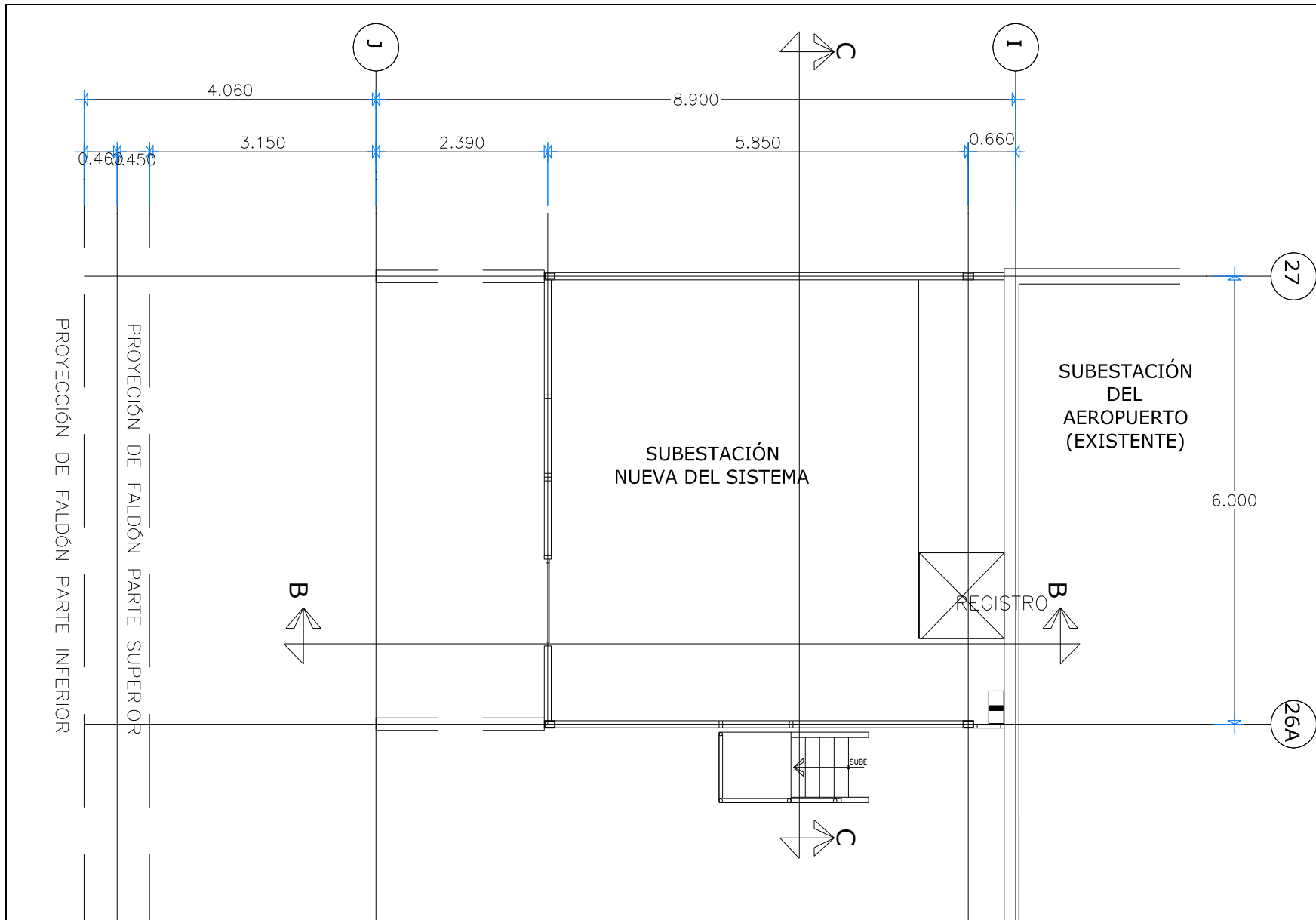
De la Figura 4.1, para el arreglo unifilar del sistema general, se tiene finalmente su última modificación, dando como resultado la Figura 4.42, donde se tiene todo el diagrama unifilar que sirve de base para la instalación eléctrica del sistema de bandas transportadoras y equipos detectores “eXaminer”, para la terminal A del aeropuerto de Monterrey en ambas zonas de trabajo, zona 1 y zona 2. Este diagrama unifilar ya contiene todos los alimentadores necesarios para la alimentación eléctrica de cada elemento en cuestión en el sistema, así como el acomodo en niveles de alimentación eléctrica tanto a voltajes de 208 V, 440 V y 13,800 V. Se indica también la nomenclatura de cada elemento y su nombre, así como cada una de las protecciones calculadas para cada alimentador involucrado, dando al final un esquema de todo el sistema que se debe realizar para esta instalación.

Ahora, el acomodo de equipos en el Lay Out de Siemens propuesto para el área de la subestación eléctrica, se muestran en las Figuras 4.43 y 4.44, en donde se indica el área nueva que corresponde a la subestación del sistema de bandas transportadoras (plantas de muros y columnas para la ampliación, niveles de pisos y cortes transversales) y la Figura 4.45, presenta el acomodo final de dichos equipos de la subestación respectivamente para ser el proyecto ejecutivo de la subestación, indicando las trayectorias de los alimentadores entre cada equipo o sistema y sus cableados correspondientes. La Figura 4.46 muestra el alumbrado propuesto para el área de la subestación, donde se aplica el uso de luminarios fluorescentes a prueba de vapor, indicadas en la Figura 4.5 y tabulados los cálculos para sus canalizaciones y cableados en la Tabla 4.62.

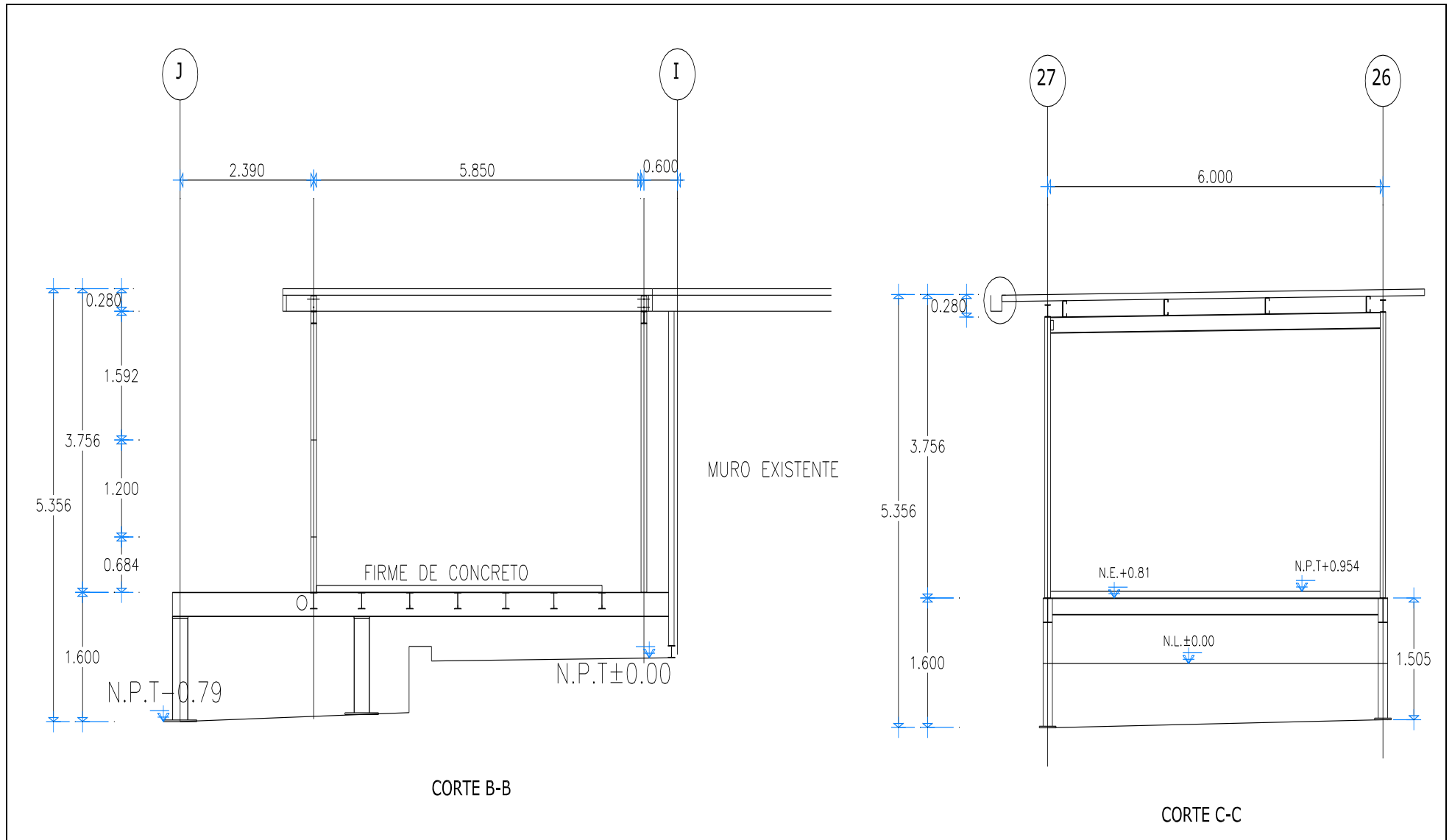




**Figura 4.42. Diagrama unifilar final para el sistema de bandas transportadoras y equipos detectores “eXaminer”**



**Figura 4.43. Lay Out de la ampliación para la subestación nueva del sistema ubicada en la azotea de la terminal A**



**Figura 4.44. Cortes transversales del Lay Out de la ampliación para la subestación nueva del sistema ubicada en la azotea de la terminal A**

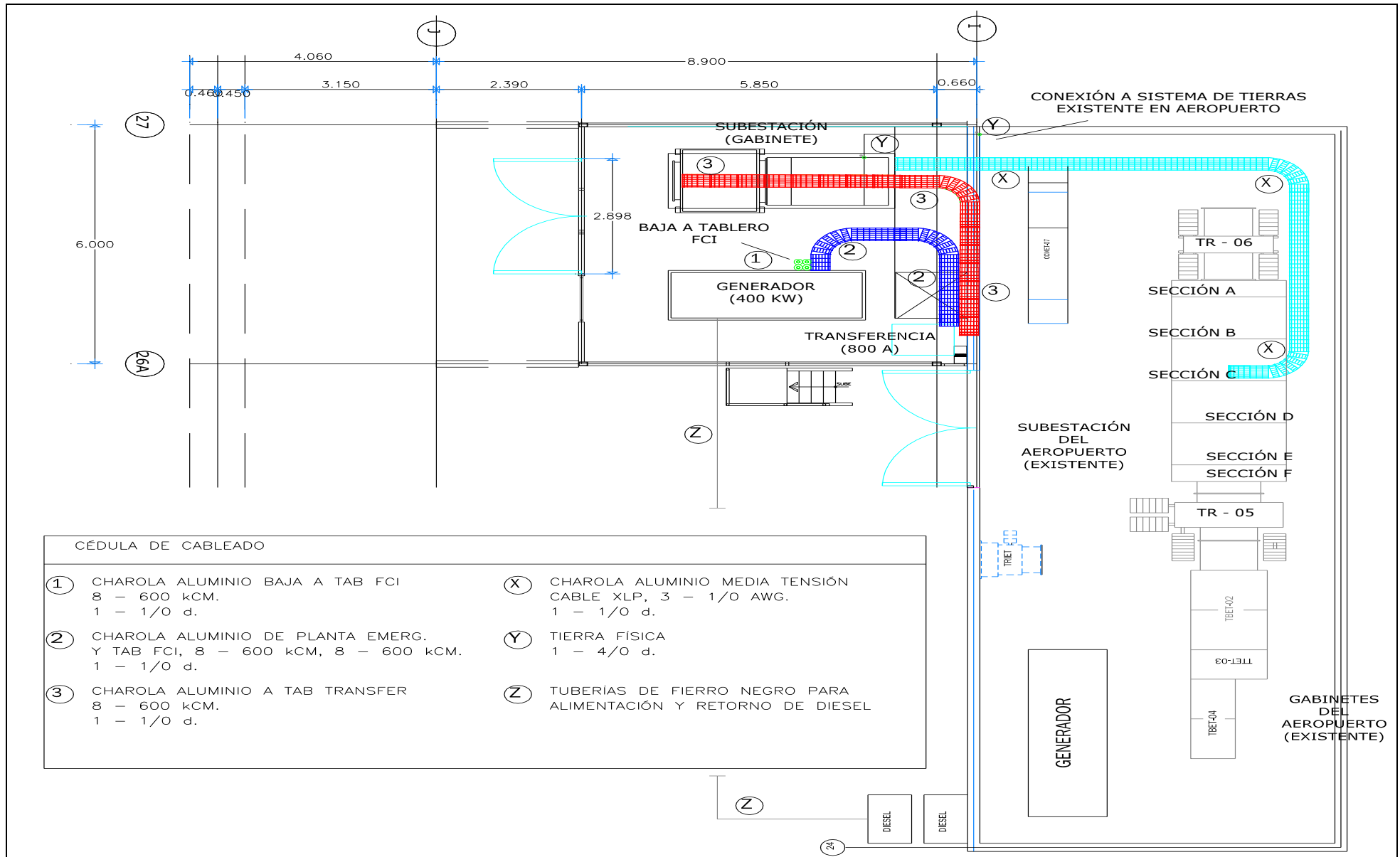


Figura 4.45. Proyecto ejecutivo de los equipos en la subestación nueva del sistema de bandas transportadoras y equipos detectores “eXaminer”

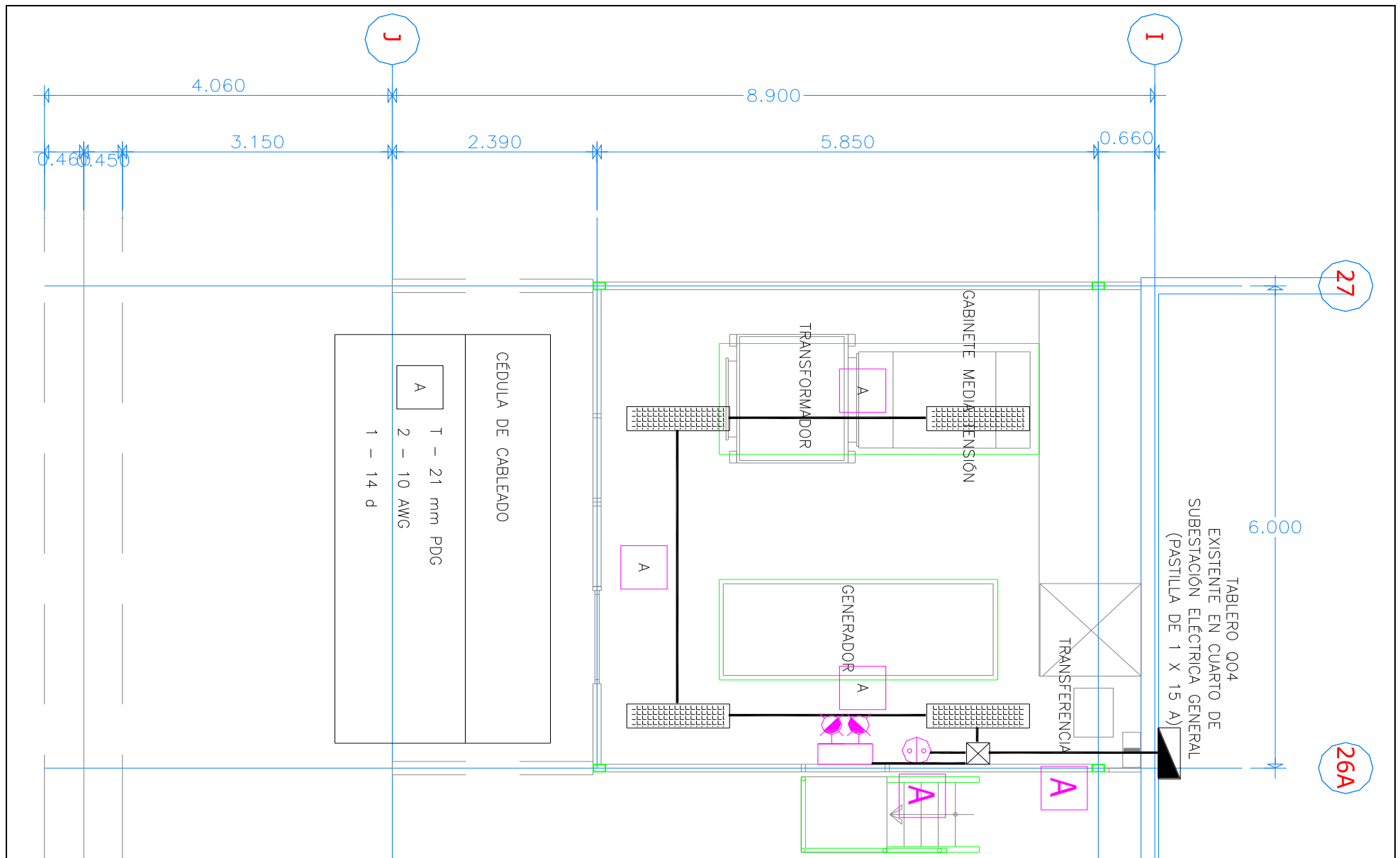


Figura 4.46. Proyecto ejecutivo del alumbrado en la subestación nueva del sistema de bandas transportadoras y equipos detectores “eXaminer”

**Tabla 4.62. Resumen del cálculo de cableado para alumbrado tipo fluorescentes a prueba de vapor de la Figura 4.47**

Tipo de luminario	Cableado calculado	Número de hilos	Hilo de tierra física
Tipo fluorescente	10 AWG	2	14 AWG

La simbología utilizada en la Figura 4.46 es la representada en la Tabla 4.63. El diagrama unifilar final de la Figura 4.39 en conjunto con las figuras de los planos del proyecto ejecutivo para cada sistema en cuestión, es la base para la ejecución del proyecto establecido, y con estas figuras se conforman la lista de planos que se tabulan en la Tabla 4.64, siendo los planos del proyecto eléctrico entregados al grupo OMA por parte de Siemens.

**Tabla 4.63. Simbología utilizada como referencia para el proyecto de iluminación de la subestación en el aeropuerto de Monterrey (Siemens, 2010)**

Símbolo	Descripción	Marca
	Luminario fluorescente a prueba de vapor de 2 x 28 W, 127 V	Magg
	Apagador sencillo con placa, 127 V, blanco	Leviton
	Tubo conduit P.D.G. por muro o plafón	Júpiter o similar
	Tablero de distribución, 3F, 4H, 220/127 V (existente en subestación del aeropuerto)	Square D
	Luminario de emergencia, 127 V, respaldo 90 min	Magg
	Caja cuadrada galvanizada mínimo 19 mm	Raco o similar

**Tabla 4.64. Listado de planos que conforman el proyecto eléctrico ejecutivo del sistema de bandas transportadoras y equipos detectores “eXaminer”**

Número	Figura	Nombre del plano	Descripción breve
1	4.16	Iluminación en zona 2	Arreglo general de luminarios
2	4.17	Iluminación en zona 1	Arreglo general de luminarios
3	4.19	Contactos generales en zona 2	Arreglo de contactos normales y regulados
4	4.20	Contactos generales en zona 1	Arreglo de contactos normales y regulados
5	4.21	Aires acondicionados en zona 2	Arreglo de aires acondicionados en zonas específicas
6	4.22	Aires acondicionados en zona 1	Arreglo de aires acondicionados en zonas específicas
7	4.29	Equipos “eXaminer” zona 2	Arreglo de equipos detectores en zona 2
8	4.30	Equipos “eXaminer” zona 1	Arreglo de equipos detectores en zona 1
9	4.34	Tableros generales zona 2	Arreglo de tableros generales en baja tensión de zona 2
10	4.35	Tableros generales zona 1	Arreglo de tableros generales en baja tensión de zona 1
11	4.36	Alimentadores generales zona 2	Arreglo de alimentadores eléctricos generales de zona 2
12	4.37	Alimentadores generales zona 1	Arreglo de alimentadores eléctricos generales de zona 1
13	4.42	Diagrama unifilar final	Arreglo de equipos generales para el proyecto ejecutivo
14	4.45	Esquema de subestación	Arreglo de equipos en la subestación y canalizaciones eléctricas
15	4.46	Alumbrado de subestación	Arreglo de luminarios en subestación eléctrica ampliada

## 4.2 Instalación de los equipos

### 4.2.1 Subestación eléctrica

Para la instalación del área de la subestación, se establecieron varios parámetros para ello, los cuales, debido a su ubicación en la azotea, fueron los siguientes:

- Se realizó un estudio de análisis de carga para la estructura de la terminal A, para determinar si el peso que se instalará de la base estructural y el conjunto de la subestación y equipo electrógeno (en total un valor aproximado de 5,500 kg), estuvieran dentro del parámetro de carga establecido y calculado por muestreo, para llevar a cabo esta adaptación. Si fuera contrario en dado caso, plantear otra solución como el cambio de la misma a la parte baja del inmueble.
- Se hizo una extensión a base de una estructura metálica, para ampliar el área de la subestación existente del aeropuerto. Dicha estructura llevo un firme a base de loza – acero, soportada con esta misma y que sirvió de base de los equipos de la nueva subestación.
- Sus muros fueron elaborados a base de perfiles estructurales, recubiertos por muros de tabla durock, además de incluir, una puerta de acceso y una puerta para mantenimiento o “louver” (puerta con rejillas para ventilación), para la planta de emergencia y la subestación.
- Finalmente, su cubierta fue similar a la establecida por el aeropuerto, que fue del tipo de lámina corrugada, con forro aislante.
- La pintura exterior fue similar a la existente en el aeropuerto, la cual incluye franjas de colores blancos y rojos, para referencia de las instalaciones e indicación de éstas hacia la vista de los aviones en plataforma.

En las Figuras 4.47 y 4.48, pueden verse algunos de los procesos para la instalación de dichos equipos en la subestación, con su descripción correspondiente.



**Figura 4.47. Proceso de pruebas en azotea para muestras de resistencia, mediante perforaciones aleatorias (Baselis, 2010)**



**Figura 4.48. Proceso de realización de estructura para expansión de la misma, donde se ubicará la subestación del sistema de bandas transportadoras (Baselis, 2010)**

Las Figuras 4.49 a la 4.53, muestran en forma general algunos pasos derivados de la construcción de este local, así como algunos elementos que lo conforman.



**Figura 4.49. Figura que muestra el colado de la loza – acero para el piso de la nueva subestación eléctrica (Baselis 2010)**





**Figura 4.50. Una vez colada la base se dispone a primero colocar los equipos grandes en la subestación (transformador, planta de emergencia, etc.) (Baselis, 2010)**



**Figura 4.51. Ya colocados los equipos, se procede a cerrar mediante perfiles tipo montén para empezar a colocar los muros de durock (Baselis, 2010)**

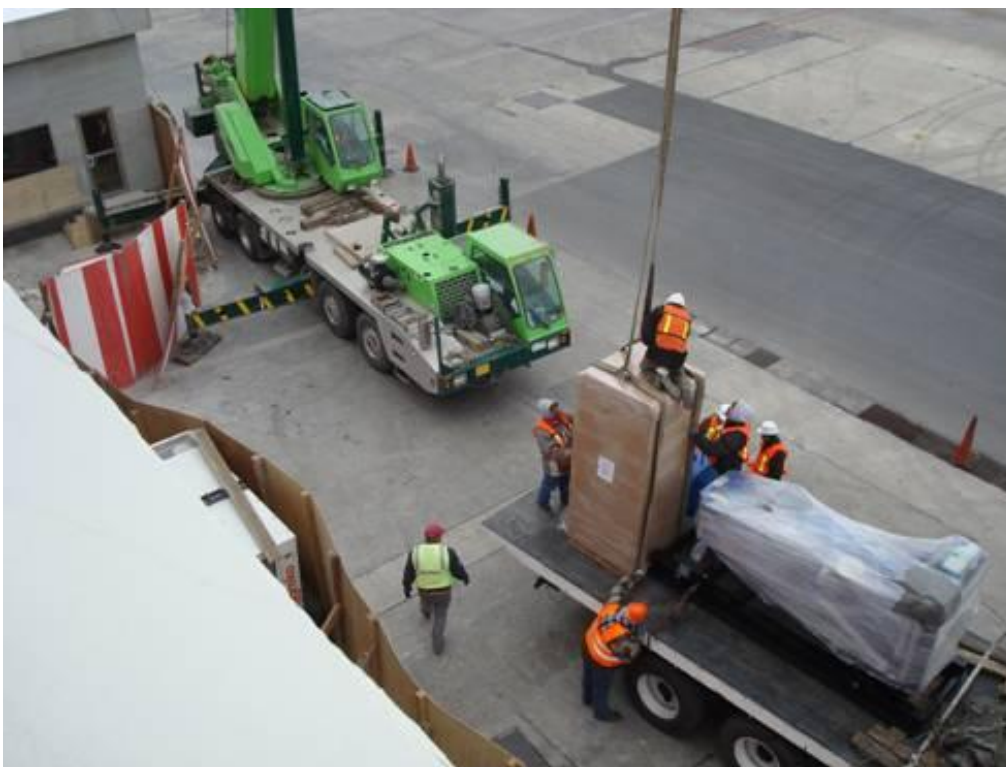


**Figura 4.52.** Ya colocados los equipos, se procede a la preparación de la canalización eléctrica entre cada uno de ellos (Baselis, 2010)



**Figura 4.53.** Una vez terminado la colocación de equipos, se procede a cerrar mediante el durock para los muros y el techo de lámina (Baselis, 2010)

La colocación de los equipos en la subestación, se muestra en las Figuras 4.54, 4.55 y 4.56, las cuales muestran las formas en que se subieron los equipos a la azotea, mediante una grúa con brazo para aproximadamente una altura de 50 metros y 50 toneladas, para la planta de emergencia, su gabinete de transferencia y su tanque de diesel, así mismo junto con el transformador de la subestación eléctrica y sus gabinetes correspondientes.



**Figura 4.54. Camión de carga con planta de emergencia y tablero de transferencia, a un lado se ve la grúa de maniobra (Baselis, 2010)**



**Figura 4.55. Acomodo de equipos (transferencia y transformador) según la Figura 4.45, para su Lay Out final (Baselis, 2010)**

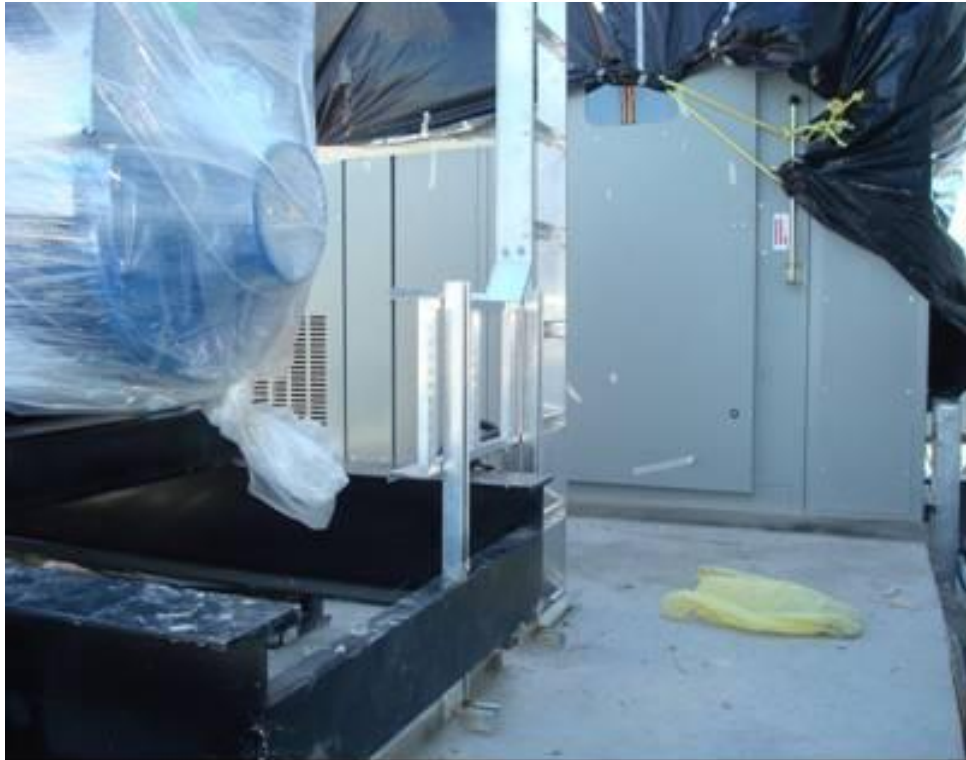


**Figura 4.56. Acomodo de equipos (planta de emergencia) según la Figura 4.45, para su Lay Out final (Baselis, 2010)**

Las instalaciones eléctricas entre equipos, descritas según la Figura 4.45, se muestran en las Figuras 4.57, 4.58, 4.59, 4.60 y se describen brevemente.



**Figura 4.57. Muestra la trayectoria de la charola de aluminio para alimentaciones al gabinete del transformador (Baselis, 2010)**



**Figura 4.58.** Trayectoria de la charola de aluminio para alimentación a la planta de emergencia y el tablero “FCI” en zona 2 (Baselis, 2010)



**Figura 4.59.** Muestra los pasos entre piso y loza a base de tubería conduit por la parte superior de la azotea (Baselis, 2010)



**Figura 4.60. Muestra los pasos entre piso y loza a base de hueco dejado por un registro de lámina por la parte inferior de la azotea (Baselis, 2010)**

De la determinación de utilizar charola de aluminio y malla, para las trayectorias eléctricas, se tiene la Figura 4.61, donde indica el esquema para calcular el tamaño de la misma en base a la cantidad de hilos que están en ella y en base al apartado 318 de la NOM 001 (SENER, 2005f), y según la nomenclatura de la Figura 4.45, en la cédula 2 (alimentador que lleva energía desde la planta de emergencia hasta la transferencia y alimentador que va hasta el tablero general de distribución “FCI” en la zona 2) que indica 16 hilos de calibre 600 kCM, quedando:

$$\text{Diámetro para calibre 600 kCM} = 19.66 \text{ mm}$$

Haciendo el cálculo con la suma de diámetros del alimentador, arroja que en total se tiene (SENER, 2005f):

$$39.32 + 2.15(19.66) + 39.32 + 2.15(19.66) + 39.32 + 2.15(19.66) + 39.32 = 284.06 \text{ mm}$$

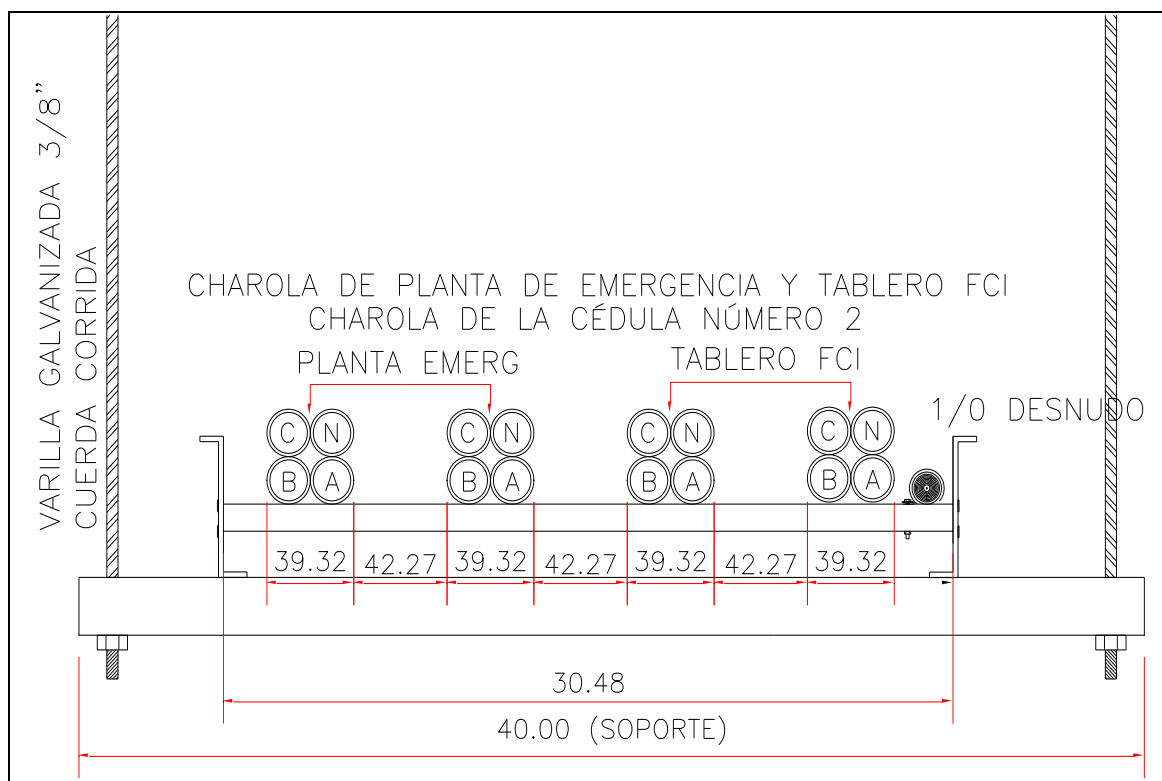
Que convirtiendo a centímetros:

$$28.40 \text{ cm}$$

Buscando de tablas de fabricantes para una charola de esas medidas de ancho (Cooper, 2012), y un peralte de 3.93 cm como mínimo, se tiene que:

$$\text{Charola de catálogo comercial} = 30.48 \text{ cm} = 12 \text{ pulgadas}$$

$$\text{Peralte} = 5 \text{ cm}$$



**Figura 4.61. Arreglo necesario para el acomodo del alimentador en la charola de la cédula 2 en la Figura 4.45**

Haciendo un cálculo similar para la charola de la Figura 4.45 en la cédula número 3, se tiene que esta lleva 8 hilos de calibre 600 kCM (alimentación principal de la subestación a la transferencia), lo cual la suma de diámetros es:

$$39.32 + 2.15(19.66) + 39.32 = 120.9 \text{ mm}$$

Que convirtiendo a centímetros se tiene:

$$12.09 \text{ cm}$$

Que buscando nuevamente de tablas del fabricante (Cooper, 2012) para una charola de esas medidas de ancho, y un peralte de 3.92 cm como mínimo, se tiene que:

$$\text{Charola de catálogo comercial} = 15.24 \text{ cm} = 6 \text{ pulgadas}$$

$$\text{Peralte} = 5 \text{ cm}$$

Finalmente, haciendo un cálculo similar para la charola de la cédula número 1 de la Figura 4.45, se tiene que ésta lleva 8 hilos de calibre 600 kCM (alimentador que baja hacia la zona 2 llegando hasta el tablero general "FCI"), lo cual arroja que la suma de diámetros es:

$$39.32 + 2.15(19.66) + 39.32 = 120.9 \text{ mm}$$

Que convirtiendo a centímetros se obtiene:

$$12.09 \text{ cm}$$

Que de tablas de fabricantes para una charola de esas medidas de ancho (Cooper, 2012), y un peralte de 3.92 cm como mínimo, se deriva que:

$$\text{Charola de catálogo comercial} = 15.24 \text{ cm} = 6 \text{ pulgadas}$$

$$\text{Peralte} = 5 \text{ cm}$$

Por último, de la Figura 4.45, se identifica la cédula X, la cual determina una charola con cable de potencia tipo XLP. El arreglo de este cable sólo consiste de tres conductores de calibre 1/0 AWG y que deben ser colocados en una sola capa ya que consiste de un solo circuito de alimentación, cuyos diámetros se obtienen de datos del fabricante (Condumex, 2012).

Entonces haciendo la suma de diámetros:

$$26.42 + 2.15(26.42) + 26.42 + 2.15(26.42) + 26.42 = 192.86 \text{ mm}$$

Que de tablas de fabricantes para una charola de esas medidas de ancho (Cooper, 2012), y un peralte de 2.64 cm como mínimo, se tiene que:

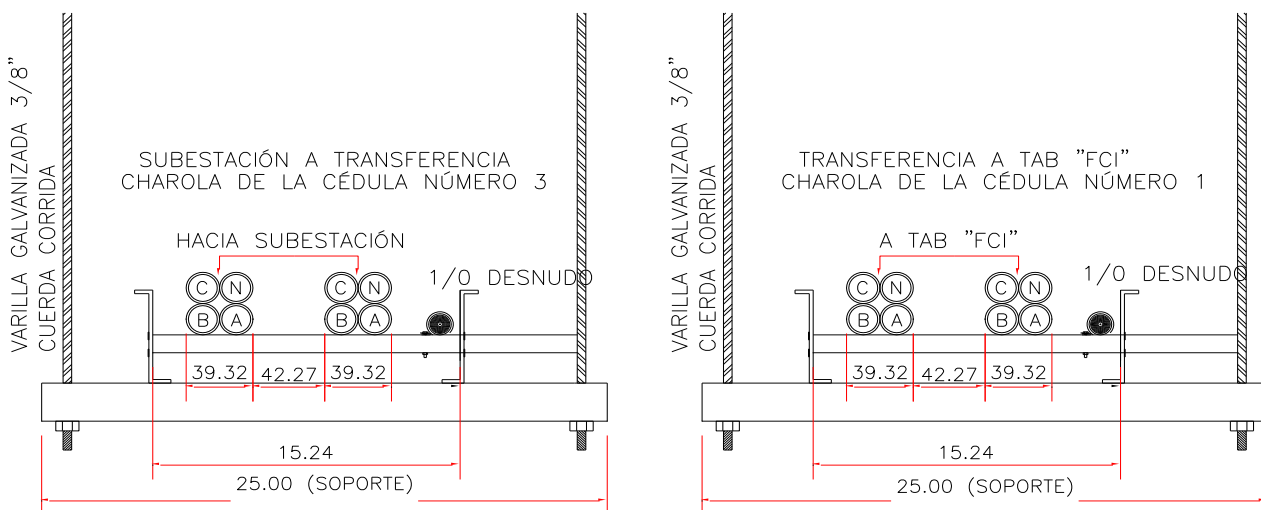
$$\text{Charola} = 22.86 \text{ cm} = 9 \text{ pulgadas}$$

$$\text{Peralte} = 5 \text{ cm}$$

#### 4.2.2 Alimentadores, tableros, canalizaciones y servicios generales

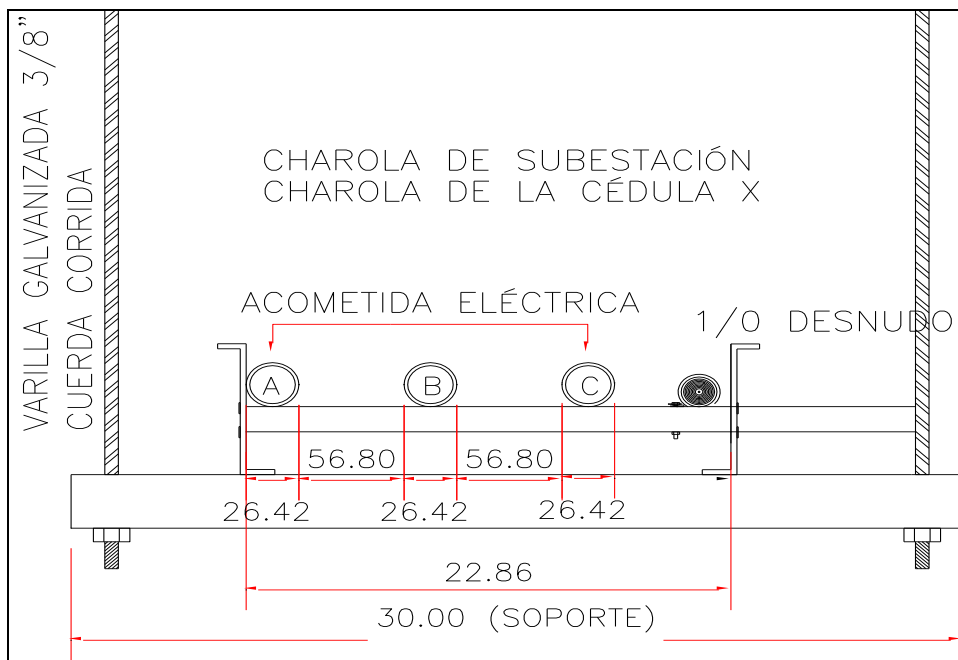
El proceso de ejecución para las instalaciones y tableros, se describen y se ilustran en este apartado. Se desarrollan en base a la Tabla 4.64, que contiene los planos ejecutivos del proyecto, y sobre todo en base a la Figura 4.42, donde se establece el diagrama unifilar de todo el sistema.

En este proceso se considera todas las áreas en estudio, tanto sus alturas reales, sus trayectorias y lo que involucra el proceso de remodelación para obra civil y acabados. Del cálculo obtenido en la sección anterior, se derivan las Figuras 4.62 y 4.63, donde se indican cada una de las charolas correspondientes a los alimentadores generales que conforman a la subestación de la Figura 4.45.



**Figura 4.62. Muestra el arreglo necesario para el acomodo de los alimentadores en las charolas de las cédulas 3 y 1 de la Figura 4.45**





**Figura 4.63.** Muestra el arreglo necesario para el acomodo del alimentador en la charola para la cédula X de la Figura 4.45

Las Figuras 4.64, 4.65 y 4.66, presentan el arreglo de estas charolas indicando en cada una de ellas qué alimentan y su forma de acomodo.



**Figura 4.64.** Arreglo de cableado para la planta de emergencia y el cableado que va hacia la zona 2 para el tablero “FCI” (Baselis, 2010)



**Figura 4.65. Arreglo de cableado para la planta de emergencia y al fondo a la derecha el cableado de la subestación eléctrica hacia la transferencia (Baselis, 2010)**



**Figura 4.66. Arreglo de cableado para las dos charolas que llegan al tablero de transferencia (la de atrás viene de la subestación y la frontal viene de la planta de emergencia) (Baselis, 2010)**

Una vez teniendo el arreglo general de la subestación, se muestra en las Figuras 4.67 a la 4.71, la trayectoria general del alimentador que baja desde la azotea y que llega hasta el tablero de distribución general “FCI”. Dicha trayectoria se representa en el proyecto ejecutivo de la Figura 4.36 y muestra a su vez, que dicho alimentador atraviesa una zona de oficinas existentes hasta llegar al denominado tablero “FCI”.



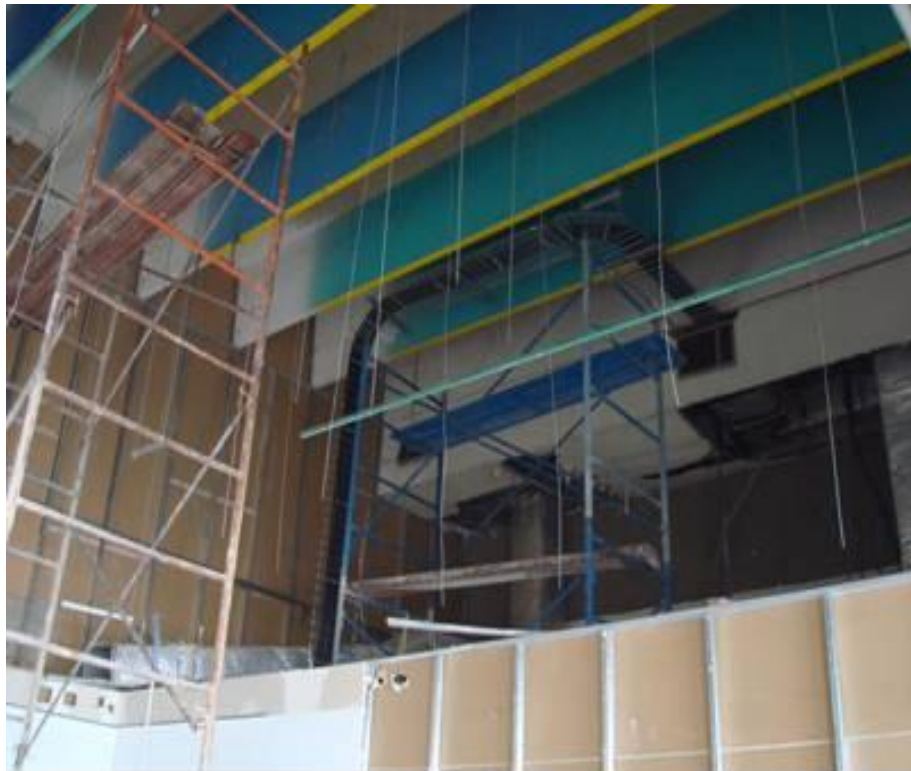
**Figura 4.67. Arreglo de cableado para la charola que baja hasta zona 2 en el tablero de distribución “FCI” (cruzando área de oficinas) (Baselis, 2010)**



**Figura 4.68. Otra parte del arreglo de cableado para la charola que baja hasta zona 2 para el tablero de distribución “FCI” (Baselis, 2010)**



**Figura 4.69. Maniobras para instalación de soportería y charola en las alturas con el uso de andamios (Baselis, 2010)**



**Figura 4.70. Trayectoria saliente desde oficinas, para la llegada a zona 2, donde se encuentra el tablero de distribución "FCI" (Baselis, 2010)**



**Figura 4.71. Llegada de la trayectoria eléctrica en charola tipo malla hacia el tablero de distribución “FCI” en la zona 2 (Baselis, 2010)**

En cuanto a alimentadores eléctricos se refiere, se ha presentado una descripción general de los mismos, para determinar que siguen el acomodo de la Figura 4.42, del diagrama unifilar final para el proyecto ejecutivo. Además de que se trata de respetar las trayectorias propuestas en lo que más se pueda, ya que se tiene a veces que realizar ajustes debido a los espacios disponibles para ellas.

Por otra parte, brevemente se describen en figuras, los trabajos de remodelación en obra civil y acabados, ya que éstos influyen en la colocación de los alimentadores eléctricos, tableros de distribución, canalizaciones y servicios generales. Entonces, se comenzaron los trabajos en la zona 2, ya que una vez liberadas las oficinas de cada aerolínea, se dispuso a retirar tanto instalaciones que sobraron, como alumbrado obsoleto, canalizaciones de sistemas de redes, teléfono, etc., y algunos ductos de aire acondicionado que venían de la azotea. Por otro lado, la compañía Siemens mediante sus contratistas, se dispuso a retirar y limpiar el área necesaria, tanto en muros de tablaroca, pisos, muros de tabique y demás trabajos de albañilería y obra civil necesarios en la remodelación y adaptación en ambas zonas interiores de la terminal A. Las Figuras 4.72, 4.73 y 4.74, muestran algunos de estos procesos de remodelación y desmantelamientos, procesos que son similares para ambas zonas de la terminal A del aeropuerto de Monterrey. Al final del proceso de remodelación de zona 2, se continúa con el proceso en zona 1, para la adaptación de la misma al sistema de las bandas transportadoras.



**Figura 4.72. Desmantelamiento en zonas de oficinas, incluyendo plafón falso, luminarios y muros varios (Baselis, 2010)**



**Figura 4.73. Desmantelamiento de instalaciones existentes de energía, de sistemas y de aire acondicionado (ductos y rejillas) (Baselis, 2010)**



**Figura 4.74. Demolición de muros, para el paso de bandas nuevas y para instalaciones del sistema (Baselis, 2010)**

En la parte exterior de ambas zonas de la terminal A, se realizaron algunas adaptaciones en cuanto a diversas instalaciones que pasaban por ella, ya que como se tienen oficinas administrativas arriba del área de trabajo, muchas de estas instalaciones estaban en servicio. En esta área, la propuesta de Siemens era establecer una pequeña estructura tipo cubierta, para proteger las bandas exteriores que dan hacia la plataforma y que sirven de carga para los transportes que llevan los equipajes hacia los aviones en el área de abordaje. Dicha cubierta es fijada y soldada a las estructuras existentes del complejo y sostenida mediante algunos tensores. Las Figuras 4.75 y 4.76, muestran algunos ejemplos de los retiros efectuados en estas áreas y las canalizaciones existentes.



**Figura 4.75. Retiro de alumbrado y servicios obsoletos en áreas exteriores de la terminal A (Baselis, 2010)**



**Figura 4.76. Canalizaciones existentes para instalaciones exteriores de la terminal A (Baselis, 2010)**

Las Figuras 4.77 a la 4.80, muestran en forma general, el proceso de adaptación de la nueva estructura metálica exterior a la infraestructura existente del aeropuerto en la terminal A.



**Figura 4.77. Acomodo de montén para la estructura, se ve uno ya instalado y los que están por instalarse apilados (Baselis, 2010)**





**Figura 4.78. Proceso de levantamiento de montén, para su fijación al muro mediante taquetes de expansión (Baselis, 2010)**



**Figura 4.79. Avance general de la colocación de montén en la ampliación de la estructura existente (Baselis, 2010)**



**Figura 4.80. Avance general de la colocación de láminas que cubren la estructura y a su vez dan la cubierta de la zona de bandas (Baselis, 2010)**

Derivado de estas extensiones de estructuras, se realizó también una extensión del complejo mediante la adaptación de dos oficinas en los extremos de la zona 2 (y una sola en la zona 1), siendo un cuarto de inspección visual y otro el filtro de seguridad para el paso de personal a plataforma. A diferencia de la zona 1 donde sólo se amplió un cuarto, el de inspección visual, en la zona 2 había un paso de personal hacia plataforma (del área de recepción de equipajes, hacia la plataforma de los aviones), es por eso que se requirió de la ampliación de la estructura para conservar este paso de personal. En partes de estas oficinas, fue necesario la instalación de muros de tablaroca, sobre todo para definir correctamente el área donde se ubicaron los equipos del sistema; así mismo, mediante el proyecto de obra civil por parte de Siemens, se establecieron además de los cuartos exteriores, las áreas de ubicación de los tableros de control, tableros de servicios generales y del cuarto de sistemas o “site”. Las Figuras 4.81, 4.82 y 4.83, muestran un panorama del proceso de las ampliaciones para los cuartos exteriores.



**Figura 4.81. Ampliación del cuarto denominado filtro de seguridad de paso hacia plataforma (Baselis, 2010)**



**Figura 4.82. Colocación de muros de tablaroca para definición de las áreas comunes y las de bandas transportadoras (Baselis, 2010)**



**Figura 4.83. Cerrado de muros para las extensiones de oficinas, a base de durock (Baselis, 2010)**

Para el proceso de acabados y acondicionamiento de áreas, se establece primero, el tipo de muros y de pinturas de los mismos (que en realidad no varían de los acabados generales del aeropuerto y conservan colores claros y blancos), y la colocación del falso plafón, a base del conocido plafón tipo galleta, el cual es un tipo de plafón a base de un reticular cuadrado el cual se arma con piezas de plafón galleta individuales (cada uno de ellos mide aproximadamente 60 x 60 centímetros, y son de consistencia porosa).

La Figura 4.84, muestra los acabados finales de estas zonas que se extendieron de la estructura inicial del aeropuerto. La Figura 4.85 y 4,86, muestran la configuración de este tipo de

plafón utilizado, donde se puede apreciar, la retícula que forman los canales de soporte, las galletas de tablaroca y los espacios para la configuración de luminarios. Así mismo, se alcanza a distinguir al fondo, las instalaciones que quedan ocultas dentro de este plafón.



**Figura 4.84. Muestra de los acabados para la extensión de las oficinas en ambas zonas de la terminal A (Baselis, 2010)**



**Figura 4.85. Forma general del reticulado para el falso plafón en el área de bandas transportadoras (Baselis, 2010)**



**Figura 4.86. Panorama general del reticulado para el falso plafón en el área de bandas transportadoras y equipos detectores (Baselis, 2010)**

Estos plafones favorecen para la realización de los trabajos de canalizaciones de las instalaciones y sobre todo en ocultar las mismas para dar una buena imagen a las áreas y al público en general. Este sistema reticular de plafón, rige en cuanto a la colocación de las luminarias ya que se tiene una organización simétrica y un empotrado correcto, dejando todo a un solo nivel (de ahí que las luminarias hayan sido elegidas para empotrar).

La altura del plafón varía dependiendo de la zona a trabajar (y que cuyas alturas se utilizaron para el cálculo del índice del local "IRC"), por ejemplo, en oficinas generalmente se manejó a 2.40 m y en áreas comunes para las bandas y los sistemas de detección, se instaló de 3.10 a 3.20 m de altura sobre el nivel de piso terminado (esto también fue similar aplicado a la zona 1). Se toma como referencia la Figura 3.17, donde se indica la altura aproximada del plafón en diversas áreas de la terminal A. Las Figuras 4.87, 4.88 y 4.89, muestran imágenes donde se enseñan los procesos en general que involucran los acabados para la remodelación de las áreas en la terminal A del aeropuerto de Monterrey.



**Figura 4.87. Forma general de los acabados en muros de tablaroca (Baselis, 2010)**



**Figura 4.88. Forma general de los muros de tablaroca, antes del acabado final de pintura (Baselis, 2010)**



**Figura 4.89. Terminado de diferentes acabados en muros de tablaroca, con pintura y resanes (Baselis, 2010)**

De la zona 1, se puede también decir que:

- El proceso de desarrollo para remodelación fue similar al de la zona 2. Se estableció una remodelación general interior de instalaciones y de muros para delimitar las áreas ocupadas por los equipos y las bandas transportadoras.
- Se desarrolló la misma estructura exterior que se tiene en zona 2, para el área exterior de la misma y se hicieron extensiones del cuarto de inspección de equipaje.
- La altura del plafón, es similar a la establecida en la zona 2 con sus respectivas alturas dependiendo de la zona a considerar (referencia nuevamente en la Figura 3.17 para las

alturas del plafón), y las instalaciones de los equipos serán casi iguales a las ya establecidas en dicha zona 2, haciendo hincapié en que las alimentaciones principales, provienen de la zona 2. Sólo que en este caso el área 1 contendrá el tablero de servicios generales y los tableros “PC”, que controlan los motores de las bandas de dicha zona.

Para describir los servicios generales, los procesos de instalación y ejecución se tabulan según la Tabla 4.65. En ella se incluyen los procesos tales como iluminación, servicios de contactos (normales y regulados), aires acondicionados, sistemas de detección, alimentadores generales y cuartos de tableros.

**Tabla 4.65. Listado de procesos ejecutivos para los servicios generales y de equipos del sistema de bandas**

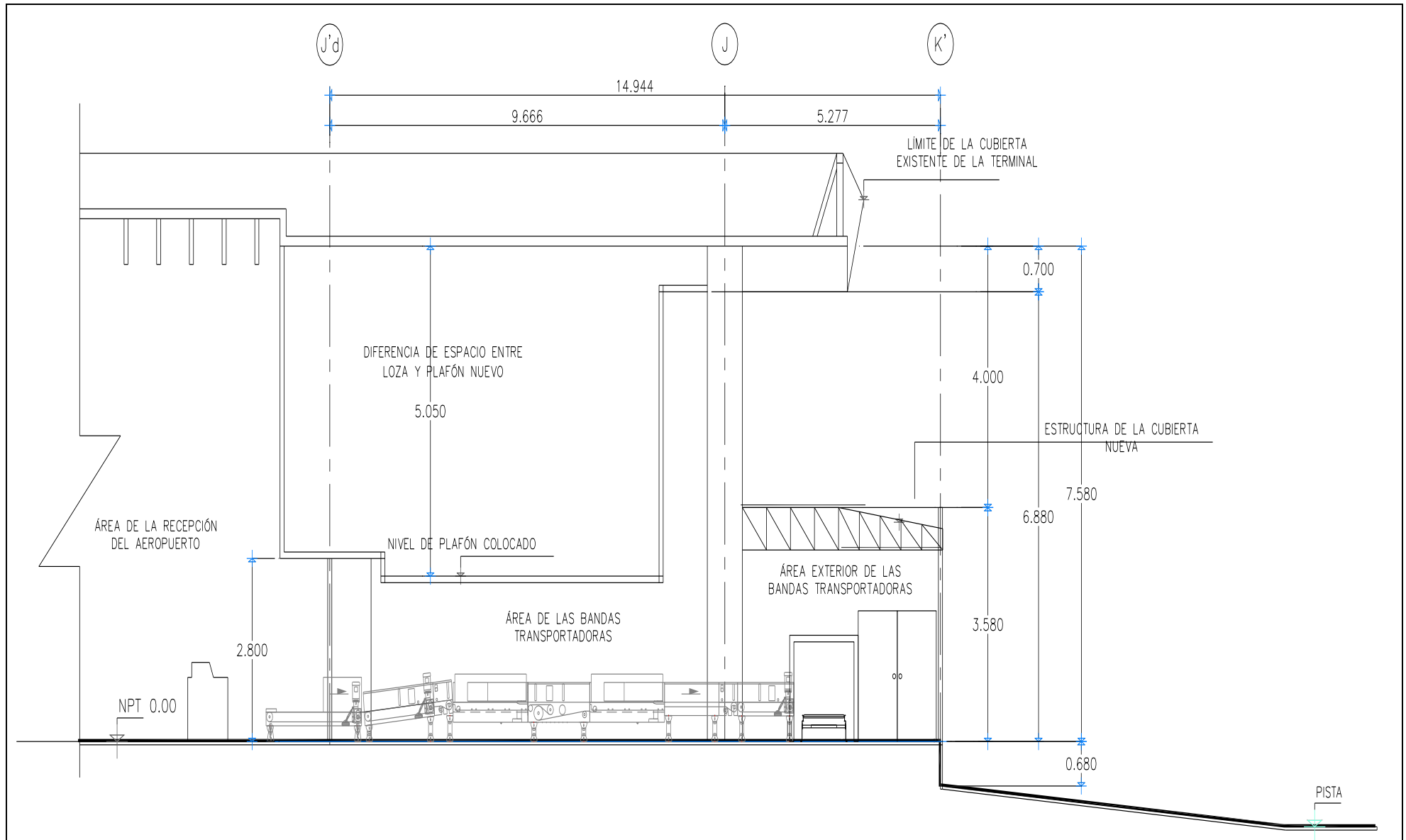
Nombre de la actividad	Descripción breve
Iluminación	Colocación de luminarios en áreas internas y externas
Servicios de contactos normales y regulados	Colocación de accesorios y equipo UPS para respaldo de sistemas especiales
Aire acondicionado	Colocación de equipos mini split en áreas internas
Cuarto de tableros	Colocación de equipos en los lugares destinados en zona 2 y sus trayectorias
Alimentación a tableros de control “PC”	Colocación de sus alimentaciones en ambas zonas desde los tableros
Sistemas de detección y máquinas “eXaminer”	Colocación de equipos de rayos X y sus respaldos UPS individuales (se verá en detalle en el apartado 4.3.3)
Bandas transportadoras	Colocación de bandas transportadoras (por contratistas de Siemens y se verá en general en el apartado 4.3.3)

De la Tabla 4.65, donde se indican los procesos ejecutivos que involucran el proyecto eléctrico, se procede a la explicación general de cada uno de ellos en cuanto a instalaciones que se llevan a cabo.

#### Proceso de iluminación:

Para el proceso de iluminación, se determina que las luminarias que se colocaron se muestran en las Figuras 4.3, 4.4 y 4.5, cuyas especificaciones principales es que son del tipo fluorescentes y del tipo para empotrar debido al plafón que se estableció. Salvo las áreas exteriores, que deben ser del tipo intemperie y para la subestación donde se aplica las de prueba de vapor para zonas que presenten polvos o gases.

Lo colocación de estos luminarios en plafón, como se ha mencionado, debe ser empotrable, pero la altura de referencia entre plafón y el techo o loza de la terminal A presenta una diferencia de altura de aproximadamente 5 metros. Debido a esta gran diferencia que se puede ver por ejemplo en la Figura 4.90, se auxilió de una soportería especial para llevar todas las instalaciones a una diferencia de altura aproximada de 15 cm con respecto al plafón instalado, lo que ayuda a soportar todas las luminarias sin colganteos muy altos, canalizaciones y hasta equipos de aire acondicionado.



**Figura 4.90. Muestra la diferencia de altura entre plafón nuevo y la loza de azotea en la terminal A del aeropuerto de Monterrey.**





**Figura 4.91. Muestra la diferencia de altura entre plafón nuevo y la loza de azotea en la terminal A del aeropuerto, según referencia de la Figura 4.90 (Baselis, 2010)**

Es importante mencionar el tema de la soportería para dichas canalizaciones y tuberías eléctricas en general, ya que la soportería como bien dice su nombre, tiene la función de soportar, fijar o colgantar la canalización a un elemento de soporte duro y estable (Clevis, 2012). Dicha soportería tiene la característica especial que debe tener un acabado galvanizado electrolítico, lo que le permite resistir la corrosión (galvanizado por inmersión en caliente). La Tabla 4.66, indica el tipo de soportería más comúnmente utilizado y determinado en catálogos de fabricantes (Clevis, 2012) en las canalizaciones para el sistema de bandas transportadoras.

**Tabla 4.66. Listado de soportería galvanizada utilizada para canalizaciones o equipos eléctricos en general**

Nombre de la pieza	Descripción breve
Abrazadera tipo clip	Colocación de tubería en forma de “clip” sostenida mediante un tornillo.
Pija autotaladrante de cabeza hexagonal	Colocación de la fijación a los perfiles, mediante el taladrado de los mismos.
Perfil unicanal	Colocación de elementos a base de abrazaderas que se sujetan del perfil y se atoran con tornillos.
Perno y ancla	Colocación de elementos colganteados a la loza de la azotea.
Cadena Víctor	Cadena galvanizada para colgantar ciertos elementos.
Varilla roscada	Varilla que sirve para colganteo rígido de elementos manteniendo una cierta altura.
Taquetes de expansión	Colocación de elementos fijados a pisos o a techos y muros.
Perfil PTR	Elemento rígido tipo montén, para guía de canalizaciones y soportería (retícula).

Una vez establecida la retícula para soporte general mediante los perfiles PTR, se procede al montaje de las canalizaciones por ella, haciendo el arreglo establecido según las Figuras 4.14 y 4.15, (planos ejecutivos de iluminación) y determinando a qué altura se van dejando los registros para alimentación donde correspondan, ya sea para luminarios, salidas eléctricas de contactos, equipos, etc., y fijando todas las canalizaciones para sus respectivas alimentaciones y derivaciones. Las Figuras 4.92 y 4.93, muestran el proceso de colocación de la soportería eléctrica, para diferentes elementos tales como canalizaciones eléctricas y la retícula de PTR de soporte general.

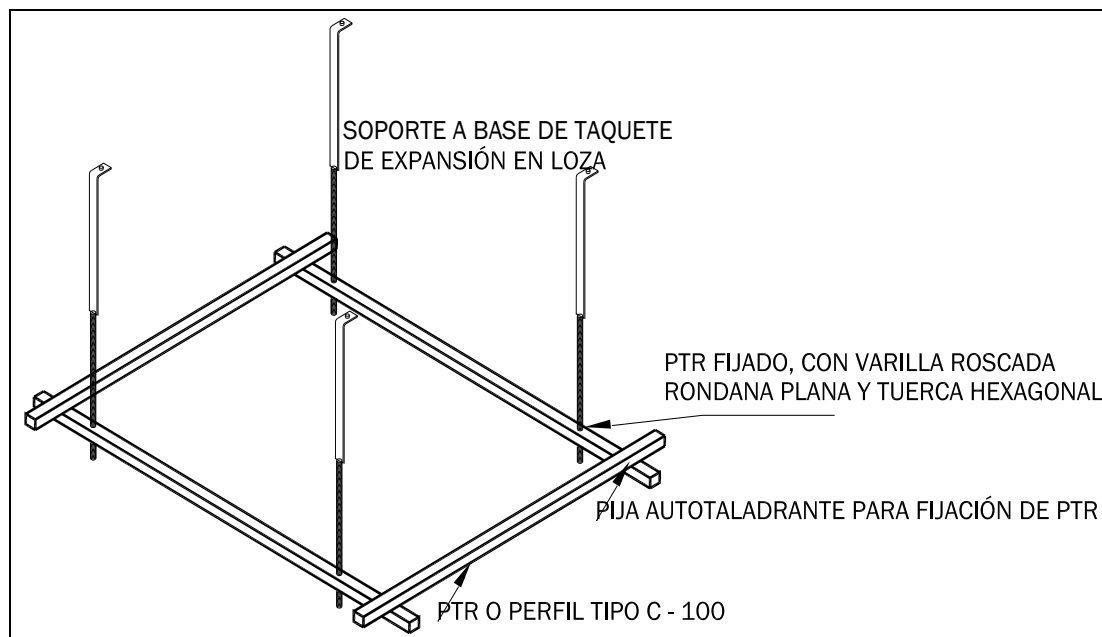


**Figura 4.92. Colocación de canalizaciones a la retícula de PTR de soportería general (Baselis, 2010)**



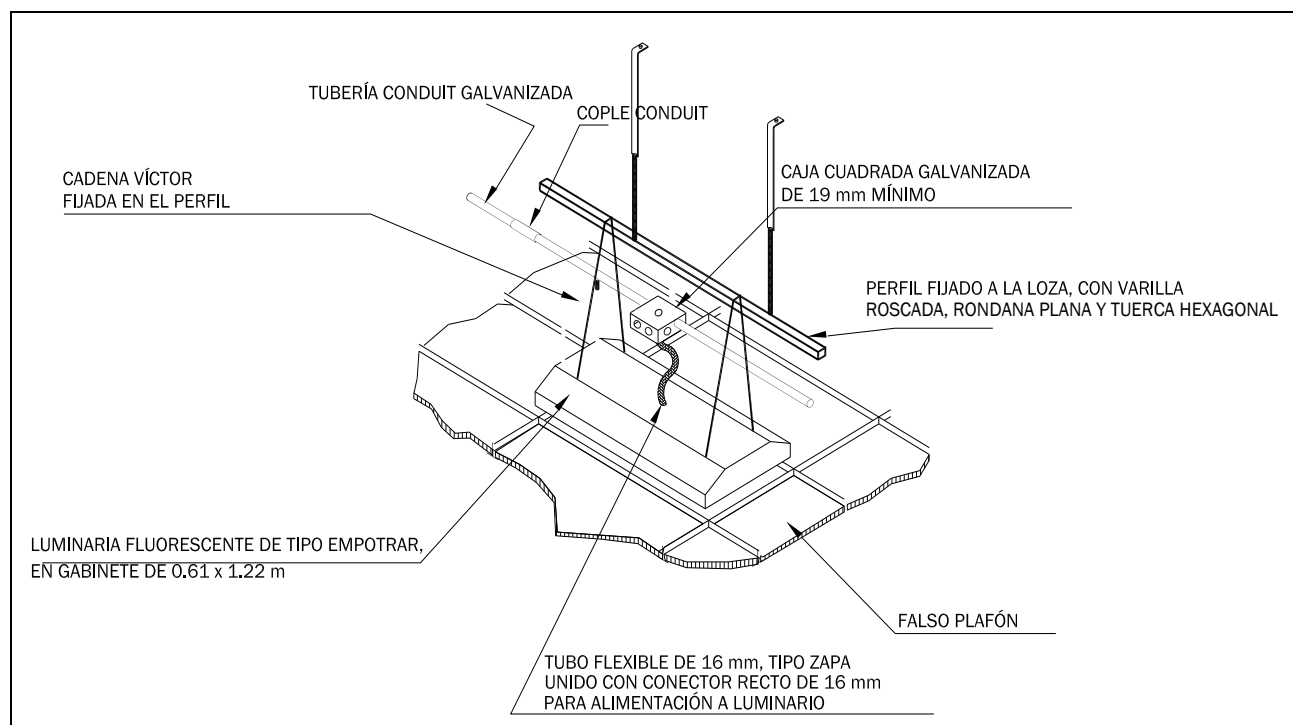
**Figura 4.93. Acercamiento a la fijación de canalizaciones y cajas registro en la retícula de PTR de color verde (Baselis, 2010)**

La Figura 4.94, muestra un esquema general de la forma en que se configura la retícula, y cuyos perfiles, se orientan según las luminarias y trayectorias ubicadas en los planos. El perfil utilizado es el denominado perfil C – 100, que es un perfil tubular estructural de forma cuadrada, cuyo peso es de casi 1 kilo por metro, y longitudes de 6 metros de largo (AMEX, 2012).



**Figura 4.94. Esquema de soportería a base de perfil tubular PTR, tipo C – 100**

El esquema de la Figura 4.95, muestra la forma en que se presenta el colgante de las luminarias tipo empotrar (en este caso en plafón reticular galleta) y se indica la soportería utilizada, cuyas indicaciones son parte del proceso de instalación de las mismas. La Figura 4.96, muestra en forma general el proceso de colocación de luminarios sobre la soportería conformada por la retícula por parte de los instaladores eléctricos, en ambas áreas de la terminal A del aeropuerto de Monterrey.



**Figura 4.95. Esquema de soportería general para los luminarios empotrados en plafón**



**Figura 4.96. Ejemplo de la aplicación de la Figura 4.95, para la soportería en luminarios (Baselis, 2010)**

Por último, las Figuras 4.97 a la 4.99, muestran algunos procesos de instalación de las luminarias en diversas zonas de trabajos.



**Figura 4.97. Colocación de luminarios fluorescentes a prueba de vapor en subestación de azotea (Baselis, 2010)**



**Figura 4.98. Colocación de luminarios fluorescentes empotrados, para el área de las bandas transportadoras (Baselis, 2010)**



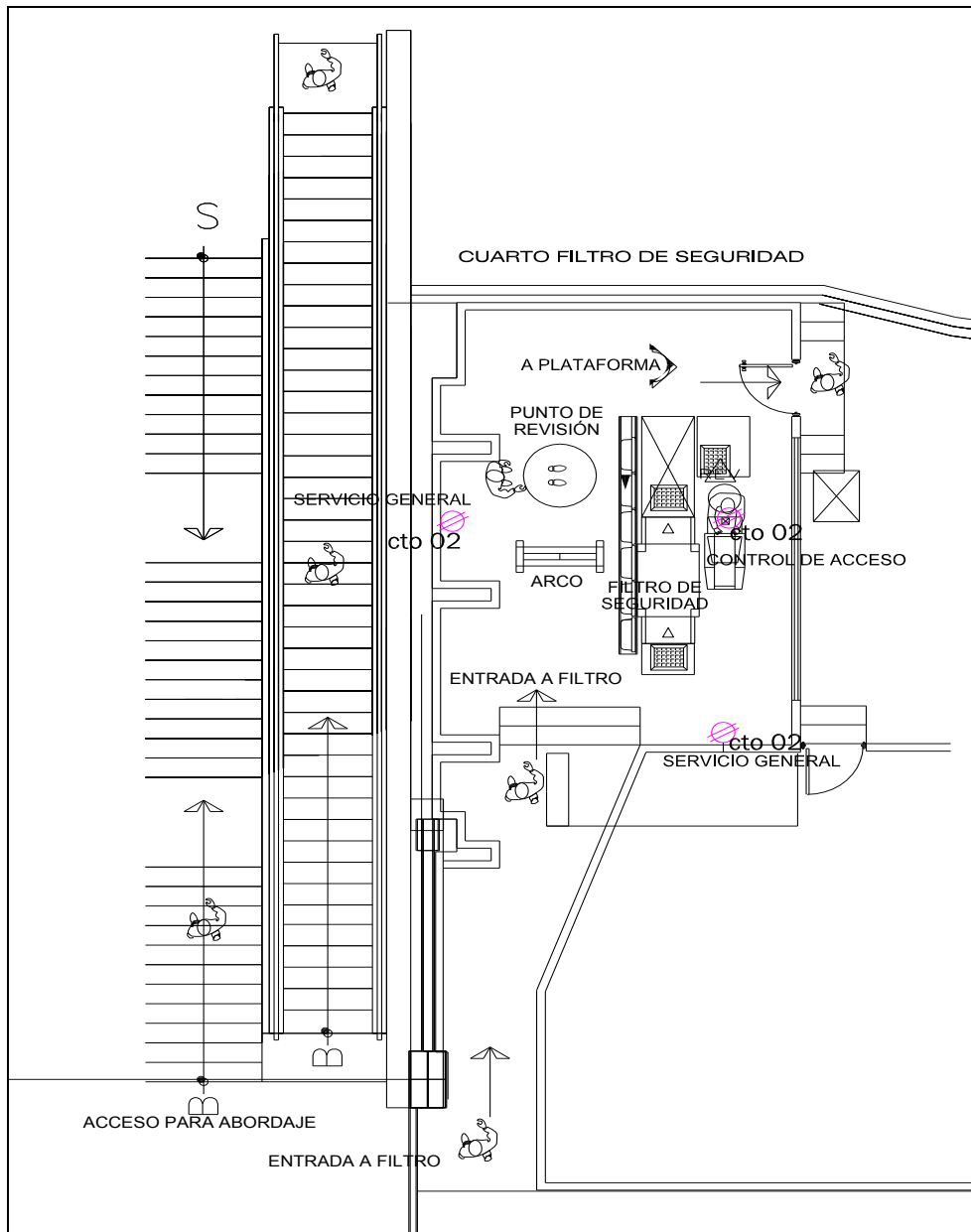
**Figura 4.99. Colocación de luminarios de aditivos metálicos, para el área de la estructura exterior de las bandas transportadoras (Baselis, 2010)**

Proceso de contactos normales y regulados:

El proceso de contactos normales y regulados, incluye la colocación de accesorios o salidas eléctricas en ciertos lugares establecidos en las Figuras 4.19 y 4.20 para cada zona de la terminal A del aeropuerto de Monterrey. La diferencia física entra cada uno de estos accesorios es el color que los distingue, siendo los contactos normales de color blanco o color marfil y los contactos regulados color naranja, además de que como se explicó en el apartado 4.1.3, los contactos regulados provienen de un equipo UPS colocado dentro del cuarto de sistemas o “site” y cuya función principal de dichos contactos es el de alimentar eléctricamente los equipos para control de accesos. Estos equipos debido a su posición estratégica para el control del personal que transita por estas áreas,

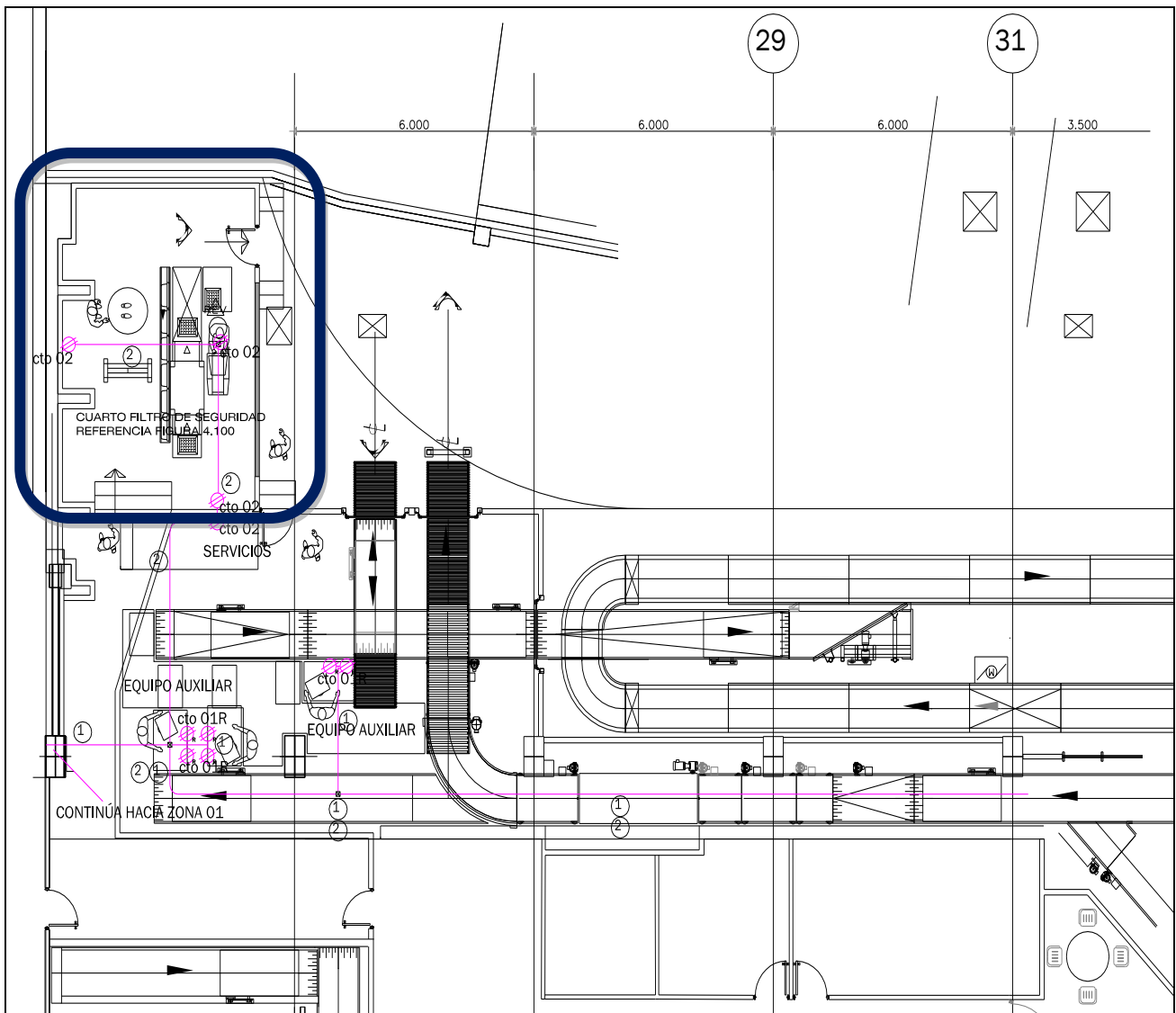
deben ser respaldados para cuando la energía del sistema general quede fuera, y que continúen funcionando en caso de emergencia o cualquier contingencia.

La Figura 4.100, derivada de la Figura 4.19 (proyecto ejecutivo de contactos eléctricos normales y regulados en zona 2) muestra una parte del arreglo de los equipos para el control de accesos e indica las trayectorias de circulación de gente desde el interior de la terminal hacia las plataformas (arreglo de equipos en el filtro de seguridad).



**Figura 4.100. Detalle del filtro de seguridad y la alimentación de los equipos de control de accesos y servicios**

La Figura 4.101, muestra el arreglo de la alimentación eléctrica por medio de contactos regulados para los equipos auxiliares de control de las bandas transportadoras y equipos detectores, tales como los mostrados en la Figura 2.20 del Capítulo 2. Esto incluye un arco detector de metales y un pequeño equipo detector de rayos X de la Figura 4.100. Todos estos equipos como se ha venido mencionando, tienen respaldo de energía por un equipo UPS (colocado en el “site”), para evitar cualquier falta de energía eléctrica y para regular la calidad de la misma, siendo esto algo primordial para equipos electrónicos sensibles.



**Figura 4.101. Detalle de la alimentación de los equipos de control de bandas transportadoras y equipos detectores**

La altura de los accesorios con respecto al nivel del piso terminado, es de 30 cm para contactos normales y regulados, y son empotrados en muro de tablaroca o en forma aparente en una columna. Los contactos regulados, son necesarios para alimentar a los equipos de control de acceso, pues su instalación debe ser oculta o bajo el piso, tal es el caso de los contactos en el filtro de seguridad, tomando como referencia la Figura 4.104.

Las Figuras 4.102 y 4.103, muestran la forma en que se colocaron los accesorios en muros, tanto contactos normales y regulados, y la forma de empotramiento de los mismos. La colocación de los accesorios o placas de contactos, debe ser de tal forma que evite se muevan al momento de estar conectando o desconectando algo, por lo que siempre se recomienda, apretar bien la tornillería del mismo y realizar un buen cableado, evitando así posibles cortos, calentamientos y falsos contactos. Actualmente los accesorios de placas y contactos son hechos de plástico, con lo que genera un poco más de confianza en su utilización, aunque con la desventaja de que son a veces frágiles en su uso, con lo que provoca que se rompan o dañen más rápido, generando que sea reemplazado totalmente, aunque con la ventaja de que son económicos y fáciles de encontrar.



**Figura 4.102. Colocación de contactos normales y regulados en muros de tablaroca (Baselis, 2010)**



**Figura 4.103. Colocación final de accesorios varios en muros (Baselis, 2010)**

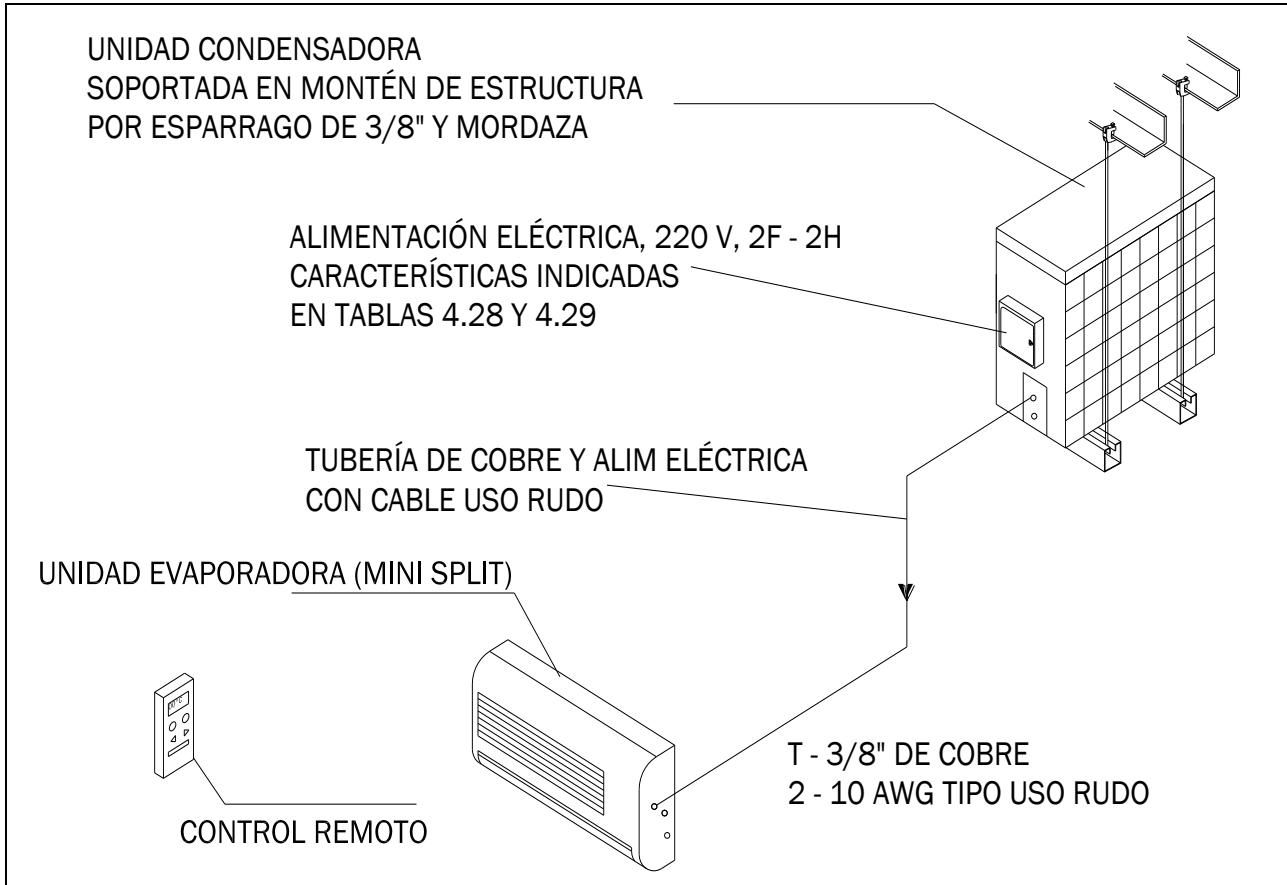


**Figura 4.104. Colocación final de accesorios para contactos en piso (Baselis, 2010)**



### Proceso de aire acondicionado:

El proceso del aire acondicionado, incluye la colocación de los equipos denominados mini split según las capacidades indicadas en las Figuras 4.21 y 4.22 (proyecto ejecutivo del aire acondicionado), los cuales, se muestran en la Figura 4.105, como esquema general de sus componentes.



**Figura 4.105. Esquema general de un sistema de aire acondicionado tipo mini split**

Las unidades de aire acondicionado tipo mini split se componen de una unidad formada por el compresor y el condensador que va al exterior del inmueble o estructura (azotea o techumbre), diseñada para permanecer a la intemperie y una unidad evaporadora que se instala en el interior.

El objetivo de la unidad exterior es eliminar el calor hacia afuera del ambiente. No debe olvidarse que la unidad exterior se encuentra ubicada en lugares abiertos, debido que despiden calor hacia el exterior. Ambas unidades se conectan mediante líneas de refrigerante a través de una tubería de cobre, y poseen un desagüe para las condensaciones generadas del aire ambiente caliente que lo rodea.

Existen muchos tipos de unidades de interiores. Se puede decir que la gran diferencia respecto al aire acondicionado mini split radica en la técnica que se utiliza para proceder a su instalación. Entre los modelos de aire acondicionado mini split el más común es aquel que se instala sobre la pared alta, este modelo de acondicionador de aire es conocido con el nombre de "High Wall" (Trane, 2009). La unidad evaporadora se caracteriza por contar con una rejilla oscilatoria, que es la que permite una mejor circulación del flujo de aire en el interior del lugar, logrando un ambiente climatizado de manera equilibrada. La unidad de aire acondicionado mini split se

caracteriza por su ahorro de energía. Esta es la razón por la cual son equipos altamente recomendables, debido a su bajo consumo energético, y se caracteriza además por su eficiencia.

Las Figuras 4.106 a 4.109, muestran algunos procesos de la colocación de los equipos mini split en el área de bandas transportadoras, según el proyecto ejecutivo de las Figuras 4.21 y 4.22. Se describe en estas figuras la colocación de los equipos mediante su correspondiente soportería, así como el tendido de la tubería de cobre para la conexión entre ambas partes que los conforman.



**Figura 4.106. Colocación de tuberías de cobre para refrigeración e incluye también alimentación eléctrica (Baselis, 2010)**



**Figura 4.107. Colocación de equipo evaporador, con su refrigeración y alimentación eléctrica (Baselis, 2010)**



**Figura 4.108. Colocación de equipo condensador, con su refrigeración, alimentación eléctrica y soportería (Baselis, 2010)**



**Figura 4.109. Otra colocación de equipo condensador y evaporador, con su refrigeración, alimentación eléctrica y soportería arriba en plafones (Baselis, 2010)**

## Tableros y alimentadores:

Las Figuras 4.110 a la 4.138, muestran de forma general algunos procesos de colocación de los tableros eléctricos y canalizaciones principales. Los tableros eléctricos, son fijados y colocados en muros, mediante el uso de los taquetes de expansión. En el caso de tableros grandes de distribución, se utilizan unas pequeñas calzas de soportería y se fijan a piso y muro, debido a su peso y tamaño.



**Figura 4.110.** Alimentadores generales que se requieren para el tablero “P2” (Baselis, 2010)



**Figura 4.111.** Muestra de otros alimentadores generales del tablero “P2” (Baselis, 2010)



**Figura 4.112.** Muestra de alimentadores generales que se derivan del transformador reductor de tensión (Baselis, 2010)



**Figura 4.113.** Muestra de la instalación de los alimentadores generales que se derivan del transformador reductor de tensión (Baselis, 2010)



**Figura 4.114. Muestra de la instalación del tablero “eXaminer” para los equipos detectores y su forma de soportarse (Baselis, 2010)**



**Figura 4.115. Muestra de la instalación del tablero “eXaminer” para los equipos detectores y a su lado el tablero “P2” de servicios (Baselis, 2010)**



**Figura 4.116. Muestra de la instalación del tablero de servicios generales (alumbrado, contactos y aire acondicionado) (Baselis, 2010)**



**Figura 4.117. Muestra cercana de la instalación del tablero de servicios generales tipo “P2” (Baselis, 2010)**



**Figura 4.118. Muestra la instalación final del tablero de servicios generales tipo “P2” (Baselis, 2010)**



**Figura 4.119. Muestra la instalación del equipo UPS de 10 kVA para los servicios de sistemas y del “site” (Baselis, 2010)**





**Figura 4.120.** Muestra el proceso de descarga desde el transporte del cable para los alimentadores principales (Baselis, 2010)



**Figura 4.121.** Muestra el proceso de cableado para el alimentador más largo proveniente desde la subestación en la azotea (Baselis, 2010)



**Figura 4.122. Muestra el proceso de manejo de la charola tipo malla, para usarse como canalización de cableado eléctrico (Baselis, 2010)**



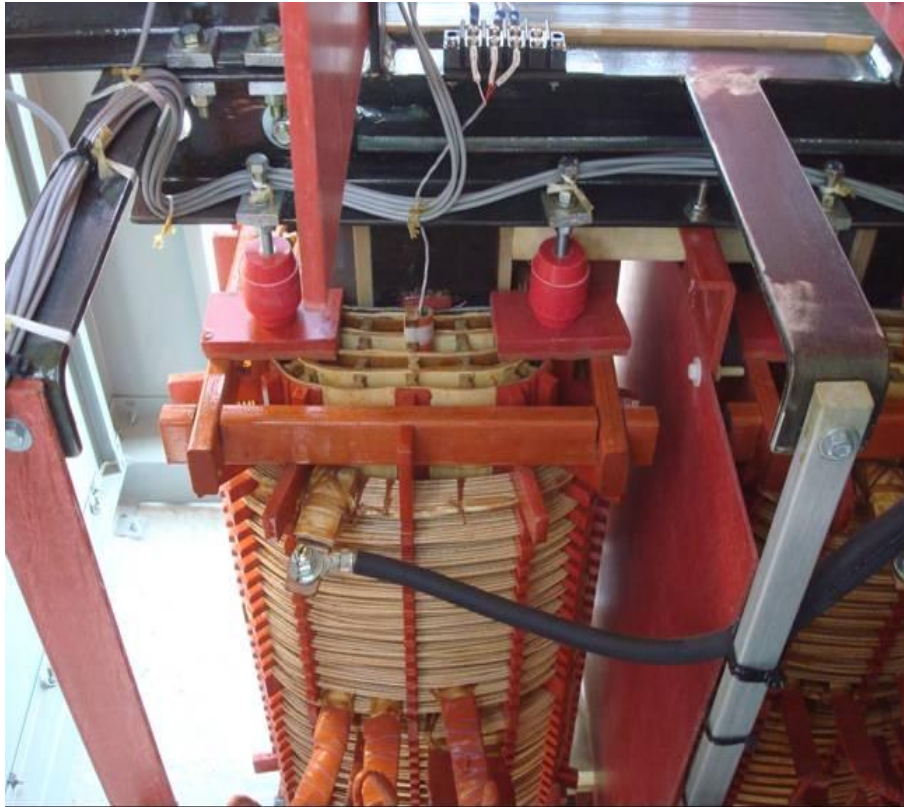
**Figura 4.123. Muestra el proceso de colocación de la charola tipo malla, para usarse como canalización de cableado eléctrico (Baselis, 2010)**



**Figura 4.124.** Muestra el proceso de colocación de zapatas ponchables para la conexión de equipos en la subestación (Baselis, 2010)



**Figura 4.125.** Muestra el proceso de colocación de zapatas ponchables para la conexión del transformador en la subestación, dos hilos por fase del calibre 600 kCM (Baselis, 2010)



**Figura 4.126. Muestra la colocación del cableado para alimentación del transformador de potencia en la subestación (Baselis, 2010)**



**Figura 4.127. Muestra la colocación del cableado y sus marcas para identificación de fases para alimentación de equipos en la subestación (Baselis, 2010)**



**Figura 4.128. Muestra la colocación del cableado en todos sus hilos para alimentación de interruptores en la subestación y transferencia (Baselis, 2010)**



**Figura 4.129. Muestra la colocación del cableado en todos sus hilos para alimentación de interruptores en la transferencia (Baselis, 2010)**



**Figura 4.130. Muestra la colocación del cableado en todos sus hilos para establecer la referencia del neutro del sistema (Baselis, 2010)**



**Figura 4.131. Muestra la colocación del cableado en media tensión tipo XLP, para realización de zapatas ponchables y sus aislantes (Baselis, 2010)**



**Figura 4.132. Muestra otro proceso de la colocación del cableado en media tensión tipo XLP, para las tres fases necesarias (Baselis, 2010)**



**Figura 4.133. Otro proceso de la colocación del cableado en media tensión tipo XLP, para las tres fases necesarias (Baselis, 2010)**



**Figura 4.134.** Muestra el arreglo de barras para media tensión de la subestación y los huecos para fusibles (Baselis, 2010)



**Figura 4.135.** Muestra un ejemplo del tipo de cuchilla en media tensión para la subestación (Baselis, 2010)





**Figura 4.136. Muestra todo el arreglo de las cuchillas en media tensión junto a los fusibles para la subestación del sistema (Baselis, 2010)**



**Figura 4.137. Muestra todo el arreglo interior del tablero de transferencia y su forma de cableado general en las barras (Baselis, 2010)**



**Figura 4.138. Muestra otra forma del arreglo interior del tablero de transferencia y su forma de cableado general en las barras hacia los interruptores (Baselis, 2010)**

Por otro lado, las Figuras 4.139 a la 4.141, muestran de forma general la instalación del tanque de diésel y el silenciador o escape, para la planta de emergencia en el cuarto de la subestación del sistema.



**Figura 4.139. Muestra el sistema de escape de la planta de emergencia y el silenciador de la misma (Baselis, 2010)**



**Figura 4.140. Muestra el sistema de líneas de llenado o de retorno del diésel para la planta de emergencia (Baselis, 2010)**



**Figura 4.141. Muestra el sistema de líneas de llenado o de retorno del diésel que llegan al tanque de almacén, usado para la planta de emergencia (Baselis, 2010)**

### 4.2.3 Bandas transportadoras y equipos “eXaminer”

Tal y como se ha venido manejando, la colocación de estos equipos se muestran en la Figuras 4.142 a 4.151, de manera general. También se muestra la colocación de los grandes equipos “eXaminer” y de la colocación del grupo de módulos que conforman el sistema de bandas transportadoras. El arreglo de estos sistemas, se basa en las Figuras 2.11 y 2.12, que son los esquemas de acomodo de los módulos establecidos por Siemens y en base al listado de las Tablas 2.15 y 2.16, es como se ordenan las piezas de todo el sistema de las bandas transportadoras de las zona 1 y 2.

Es importante recalcar que las instalaciones de estos equipos detectores (colocación y conexión al sistema eléctrico) tipo “eXaminer”, se fueron realizando por personal de la compañía que los fabrica, es decir, la gente de “L3 Communications”, conectando el equipo y haciendo sus correspondientes pruebas de rutina y de garantía.



**Figura 4.142.** Muestra la forma en que se realizan las canalizaciones eléctricas para alimentación de los equipos UPS y los detectores tipo “eXaminer” (Baselis, 2010)



**Figura 4.143.** Muestra otra forma en que se realizan las canalizaciones eléctricas para alimentación de los equipos UPS y los detectores tipo “eXaminer” (Baselis, 2010)



**Figura 4.144. Muestra las canalizaciones eléctricas para alimentación de los equipos UPS para respaldo de los detectores tipo “eXaminer” (Baselis, 2010)**



**Figura 4.145. Muestra las protecciones eléctricas para alimentación de los equipos UPS para respaldo de los detectores tipo “eXaminer” (Baselis, 2010)**



Figura 4.146. Muestra la placa de datos del equipo UPS para respaldo de los equipos “eXaminer” (Baselis, 2010)



Figura 4.147. Muestra el equipo UPS Mitsubishi de 20 kVA para respaldo de los equipos “eXaminer” (Baselis, 2010)



**Figura 4.148.** Muestra el equipo tipo “eXaminer” para el acomodo en su posición final (se ve su estructura interna) (Baselis, 2010)



**Figura 4.149.** Muestra la llegada de la alimentación eléctrica al equipo tipo “eXaminer” (se ve su estructura interna de alimentación) (Baselis, 2010)



**Figura 4.150. Muestra el proceso de realización de las pruebas de radiación al equipo tipo “eXaminer” (la realiza personal de la compañía que los fabrica) (Baselis, 2010)**



**Figura 4.151. Muestra el conjunto de las alimentaciones de los equipos detectores, sus respaldos al fondo a la izquierda y algunos módulos de las bandas (Baselis, 2010)**

Por otro lado, los módulos que conforman todo el sistema de las bandas transportadoras, fueron instalados por gente contratista de Siemens, es decir, estos contratistas tuvieron a su cargo la instalación de los tableros “PC” de ambas zonas, conexión eléctrica al sistema general, el ramaleo



eléctrico y de control para cada uno de los módulos con sus correspondientes motores o sensores, y la colocación final de los mismos en el arreglo que estaba descrito de las Figuras 2.11 y 2.12. Las Figuras 4.152 a 4.159, muestran el proceso general de llegada y acomodo del equipo modular de las bandas transportadoras, realizados por contratistas de Siemens. Se muestran los tableros de control “PC” y el apilamiento de módulos.



**Figura 4.152. Muestra la llegada de los módulos de las bandas transportadoras en transporte de carga (Baselis, 2010)**



**Figura 4.153. Muestra la descarga de los módulos de las bandas transportadoras del transporte mediante montacargas (Baselis, 2010)**



**Figura 4.154.** Muestra el acomodo de los módulos de las bandas transportadoras en las zonas de remodelación (Baselis, 2010)



**Figura 4.155.** Muestra otra forma del acomodo de los módulos de las bandas transportadoras en las zonas de remodelación (zona 2) (Baselis, 2010)



**Figura 4.156. Acomodo de gabinetes de los tableros de control “PC” de las bandas transportadoras en las zonas de remodelación (Baselis, 2010)**



**Figura 4.157. Acomodo general en partes de los módulos de las bandas transportadoras (Baselis, 2010)**



**Figura 4.158. Vista general de la identificación de módulos que conforman el sistema de las bandas transportadoras (Baselis, 2010)**



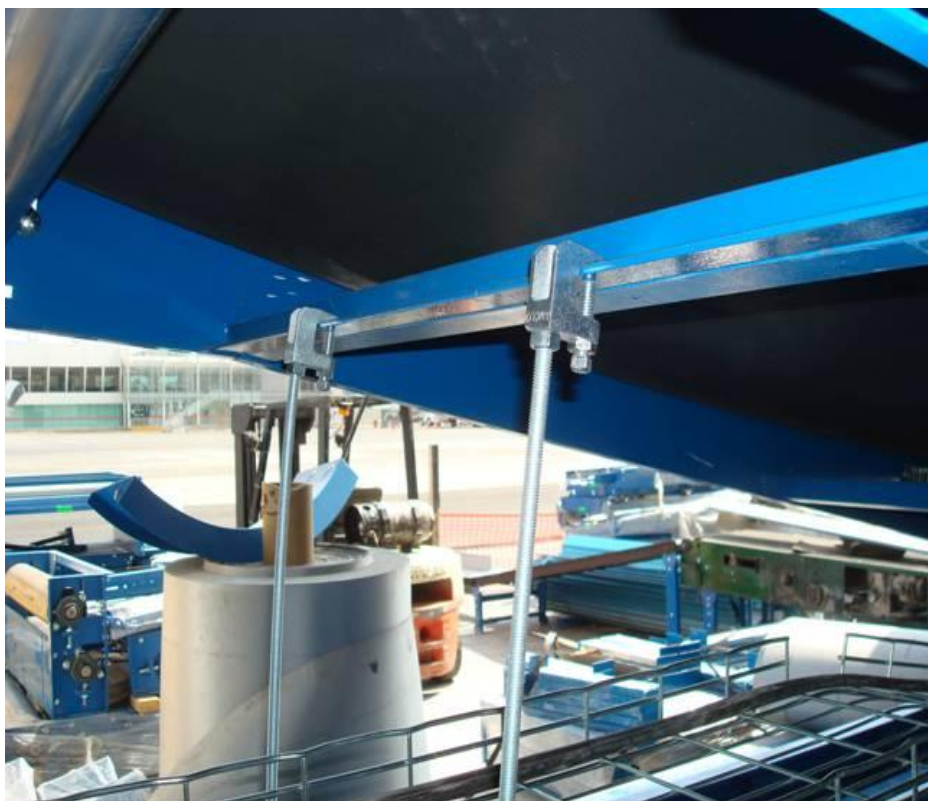
**Figura 4.159. Esquema de corte y unión de la banda de hule para cada módulo del sistema de las bandas transportadoras antes de su acomodo final (Baselis, 2010)**

Las Figuras 4.160 a 4.170, muestran partes de los módulos que conforman el sistema de bandas transportadoras, provistas por Siemens, las cuales como se ha mencionado, se van armando según la configuración necesaria en todo el sistema. La alimentación de estos equipos o módulos, se hace partiendo desde el tablero de control “PC” ubicados en cada zona, y a su vez, se ramalea cada circuito exclusivo para alimentación eléctrica del motor que controla los engranes y otro circuito para los elementos de control (sensores y botones de arranque y paro de emergencia).

La trayectoria de todo este cableado se lleva a cabo mediante el uso de charola tipo malla, la cual es sujeta con soportería bajo cada uno de los módulos y recorriendo toda la trayectoria hasta llegar al elemento que deben alimentar. El cableado utilizado es de dos tipos, el cable conocido como “UTP” (cable de pares trenzados, que ayuda a evitar interferencias eléctricas en la señal), para los elementos de señal como los sensores (con voltajes de operación de 12 y 24 V) y el control de arranque del motor, y el otro es cable uso rudo de calibre 4 x 12 AWG, que sirve para alimentar eléctricamente a cada módulo y motor.

La salida de la charola hacia los elementos que van a alimentar, se hace mediante tubería conduit, y un pedazo de tubería flexible para amortiguar el movimiento del mismo motor y la banda. El botón de paro de emergencia, tiene la finalidad de detener el funcionamiento del módulo y del sistema en caso de presencia de alguna contingencia en la misma banda, ya sea que se atore un equipaje o sufra algún daño alguna persona o el mismo equipo.

Finalmente, las Figuras 4.160 a 4.170 muestran algunos de los componentes que conforman el sistema global y que son controlados todos por los tableros “PC” de cada zona, haciendo un solo sistema de bandas, con lo que se completa el trabajo del sistema de revisión de equipaje documentado en la terminal A del aeropuerto de la ciudad de Monterrey establecido por Siemens y sus contratistas.



**Figura 4.160. Esquema de la soportería para las canalizaciones que van debajo de cada módulo conformante del sistema de las bandas transportadoras (Baselis, 2010)**



**Figura 4.161. Esquema de la canalización tipo charola de malla que va debajo de cada módulo conformante del sistema de bandas transportadoras (Baselis, 2010)**



**Figura 4.162. Otro esquema de la canalización tipo charola de malla y sus trayectorias debajo de cada módulo conformante del sistema de bandas transportadoras (Baselis, 2010)**



**Figura 4.163. Cableado sobre la canalización tipo charola y sus trayectorias debajo de cada módulo conformante del sistema de bandas transportadoras (Baselis, 2010)**



**Figura 4.164. Otra forma de cableado sobre la canalización tipo charola y sus trayectorias debajo de cada módulo conformante del sistema de bandas transportadoras (Baselis, 2010)**



**Figura 4.165. Engranajes y cadenas ensambladas a los motores individuales de cada módulo conformante del sistema de bandas transportadoras (Baselis, 2010)**



**Figura 4.166. Alimentación del botón de paro y control de cada módulo conformante del sistema de bandas transportadoras (Baselis, 2010)**





**Figura 4.167. Alimentación del motor de engranes y banda, junto a su control para cada módulo conformante del sistema de bandas transportadoras (Baselis, 2010)**



**Figura 4.168. Conexión de la alimentación eléctrica del motor de engranes y banda para cada módulo conformante del sistema de bandas transportadoras (Baselis, 2010)**



**Figura 4.169. Otra conexión de la alimentación eléctrica del motor para cada módulo conformante del sistema de bandas transportadoras (Baselis, 2010)**



**Figura 4.170. Esquema final en funcionamiento del sistema de bandas transportadoras, transportando el equipaje documentado (Baselis, 2010)**

Finalmente las Figuras 4.171 a 4.174, muestran de forma general, el sistema de control de tableros “PC” para las bandas transportadoras establecidos y programados por Siemens.



**Figura 4.171. Tablero de control “PC” con interruptor general y PLC de control principal (Baselis, 2010)**



**Figura 4.172. Tablero de control “PC” con interruptores derivados a cada módulo individual de las bandas transportadoras (Baselis, 2010)**



**Figura 4.173. Sensor integrado al módulo de las bandas que manda señal de control al tablero “PC” que le corresponda (Baselis, 2010)**



**Figura 4.174. Vista de un tablero “PC” con su correspondiente programación mediante software de Siemens (Baselis, 2010)**

### 4.3 Operación de los equipos

Una vez ya establecido toda la instalación de los equipos en base a su correspondiente proyecto ejecutivo, se procede a su puesta en marcha. La puesta en marcha de los equipos, consiste en el proceso de arranque de cada uno de ellos al tener lista su alimentación eléctrica y su señal de control en el caso por ejemplo de los módulos que conforman las bandas transportadoras. Es importante mencionar, que en la fecha en que se realizó la instalación (2010), hasta ese momento solo se contaban con dos equipos detectores de los cuatro que inicialmente se proyectaron para ambas zonas de la terminal A. Actualmente en (2012) el grupo OMA reporta que ya se instalaron todos los equipos necesarios al 100 % en sus terminales aéreas que están a su cargo.

Las pruebas iniciales, se llevaron a cabo, mediante la energización principal de la subestación, desde la alimentación proporcionada por el aeropuerto. Posteriormente, se realiza la energización de todos los tableros de distribución, llegando esta energía a los tableros de control “PC” y al transformador reductor de tensión. Éste a su vez energiza el tablero “P2”, que controla el tablero “eXaminer” y los tableros de servicios generales en ambas zonas.

Una vez alimentado todo el sistema, se procede a tener iluminación en todas las áreas, a los servicios de contactos normales y regulados, al servicio de energía del UPS del “site” y a los aires acondicionados. Por otra parte, se procede a hacer pruebas con los equipos UPS de 20 kVA de respaldo para cada equipo detector (aunque en realidad sólo se probaron en su momento dos de ellos), y se hicieron pruebas de radiación y programación de los equipos “eXaminer”, para comprobar que funcionaban bien y estuvieran listos para que entrara el sistema en coordinación con el sistema de bandas transportadoras acopladas a sus extremos, para entrada y salida de equipaje documentado. Básicamente la programación de los equipos detectores fue realizada por la gente de “L3 Communications”, que son los proveedores directos de estos equipos, ya que como se ha mencionado, viene dentro de sus alcances de garantía. La programación de las bandas transportadoras y sus motores, son realizadas por gente de Siemens, así mismo el armado de los módulos y sus interconexiones entre ellos. Se retoman las Figuras 4.171 a la 4.174 que muestran estos ejemplos de armado.

Los esquemas mostrados en las Figuras 4.175 a la 4.184, muestran y explican de forma general el funcionamiento y operación del sistema de bandas transportadoras, desde que el equipaje documentado es ingresado al sistema, hasta el proceso de revisión y de traslado para su carga en la aeronave que corresponda. Se describe de forma general cada uno de los pasos que conllevan el sistema, así como algunos de los módulos en cuanto a su funcionamiento específico, ya que todo tiene la finalidad de revisar bien y rápido cualquier tipo de equipaje que por ellos pasen. Se toma como ejemplo de operación el arreglo de bandas transportadoras de la zona 2, ya que fue la primera zona en comenzar a funcionar, y con el primer equipo detector que se instaló en dicha terminal A.

Al final, en la Figura 4.185, se muestra la forma en que opera el llamado filtro de seguridad que únicamente se encuentra en la zona 2 y que hace la función de pase hacia plataforma de todo el personal de aeropuerto que lo requiera. Muestra los traslados que debe realizar la gente o personal para el paso entra ambas zonas de la terminal, ya sea que entren a la misma o salgan de ella.

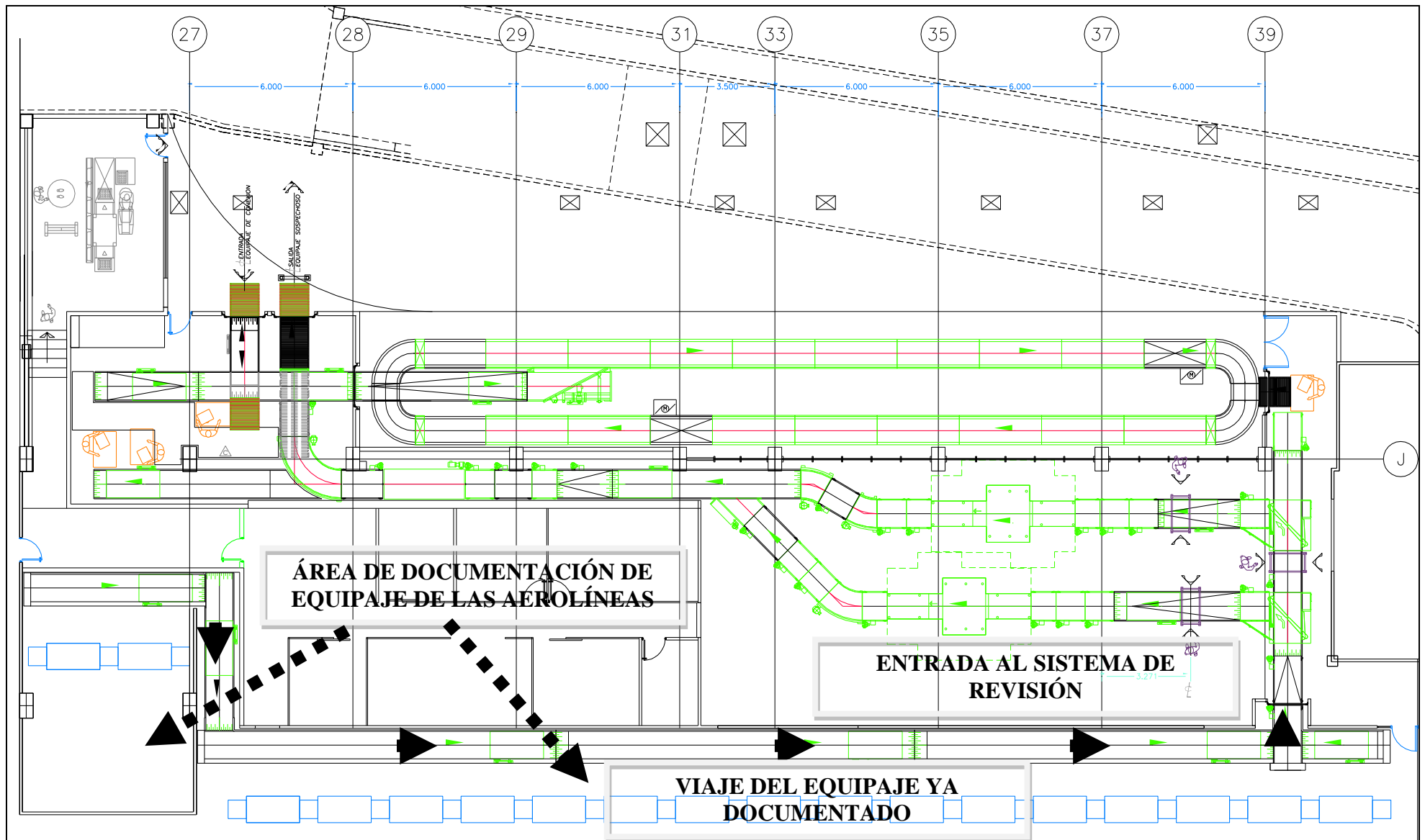


Figura 4.175. Esquema general del proceso de equipaje en el sistema de bandas transportadoras (carga de equipaje)

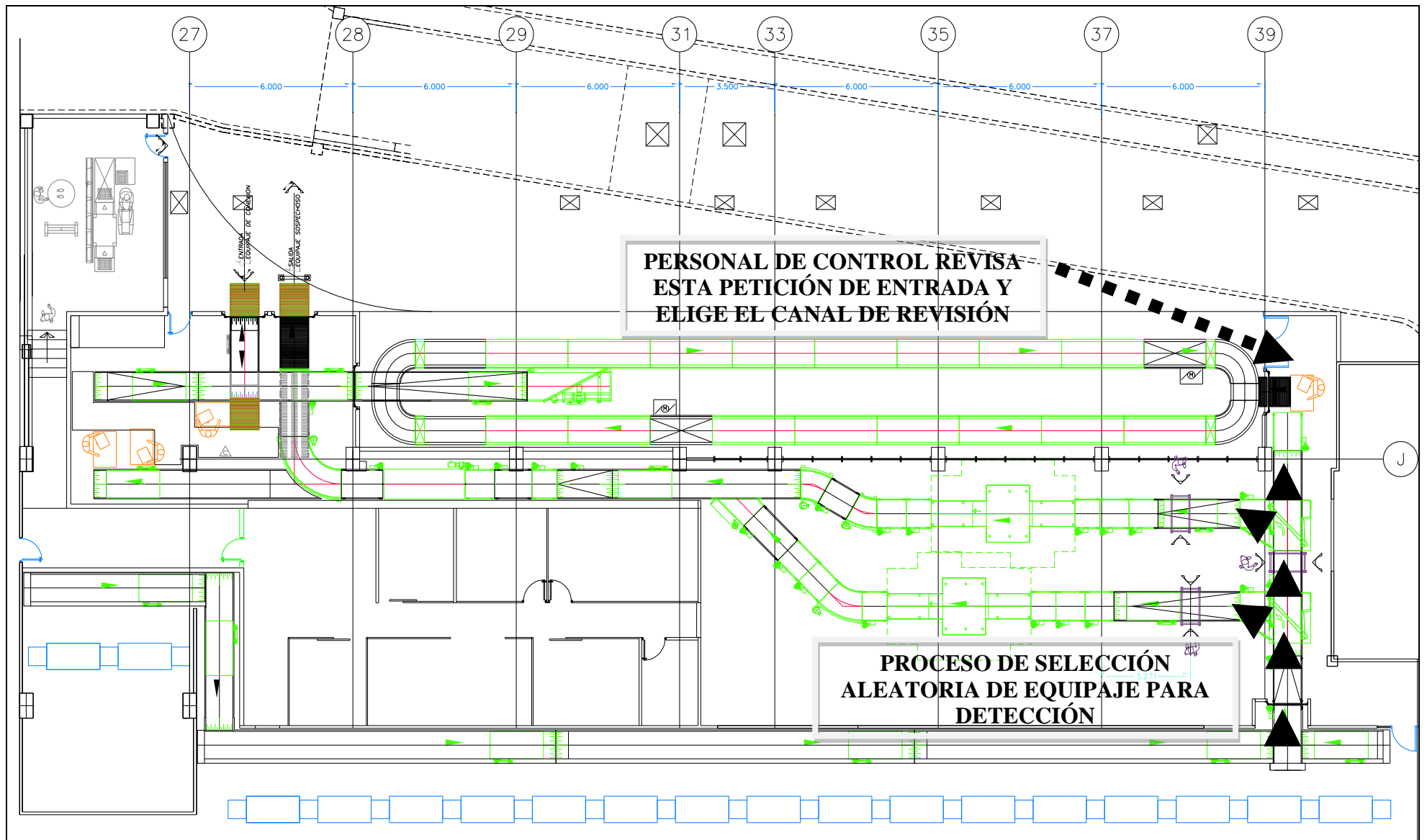


Figura 4.176. Esquema general del proceso de equipaje en el sistema de bandas transportadoras (entrada de equipaje)

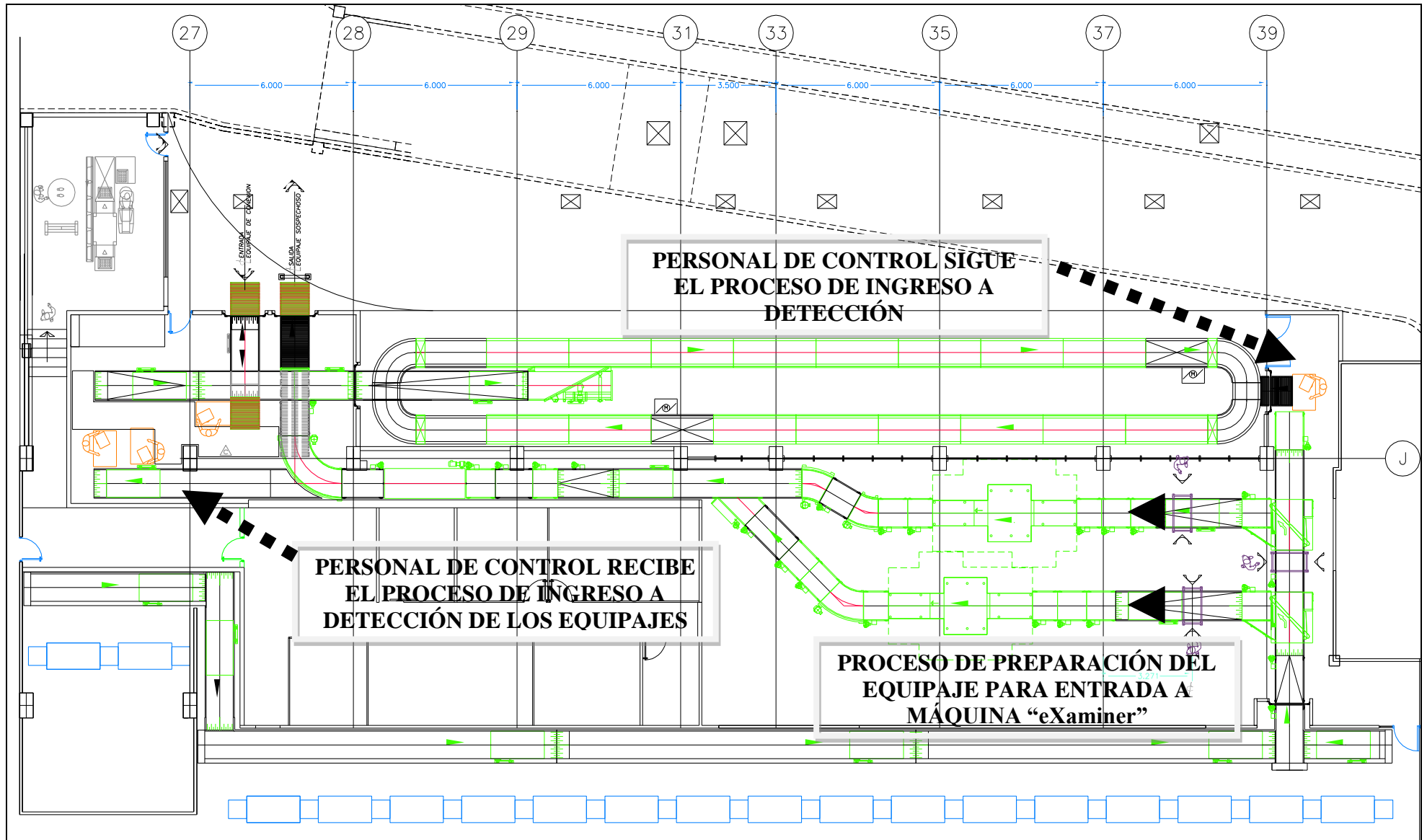
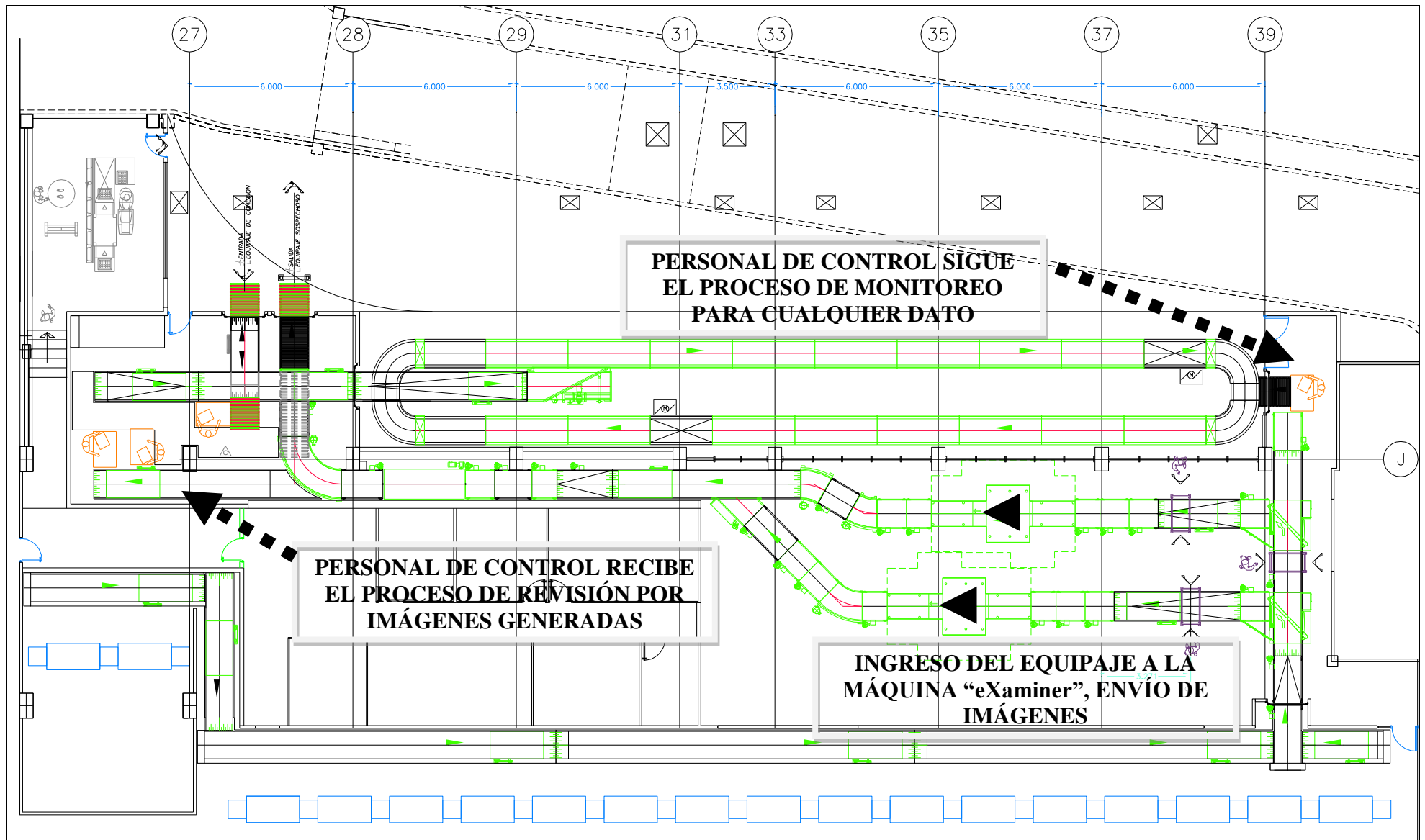


Figura 4.177. Esquema general del proceso de equipaje en el sistema de bandas transportadoras (inicio de inspección de equipaje)





**Figura 4.178. Esquema general del proceso de equipaje en el sistema de bandas transportadoras (inspección de equipaje)**

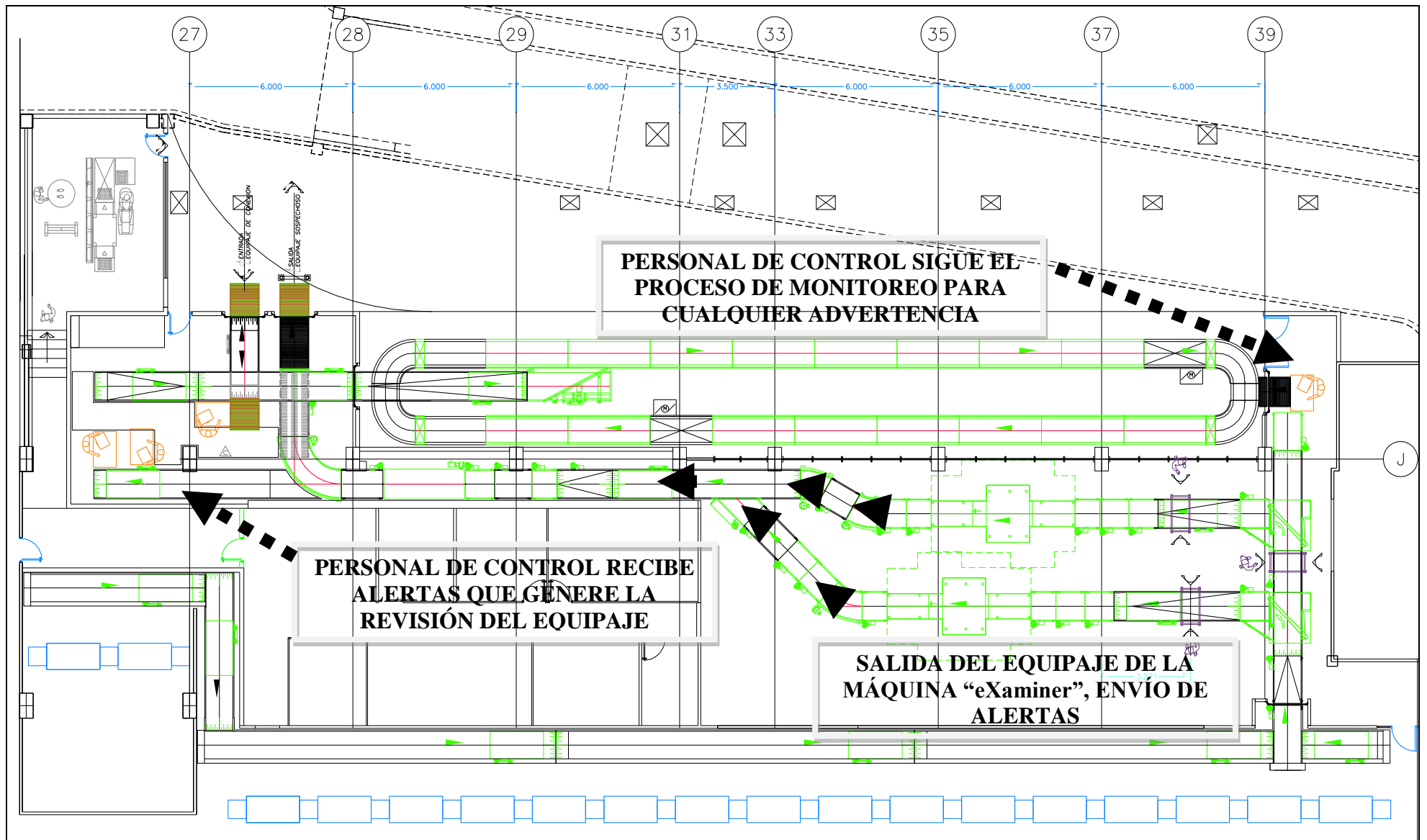
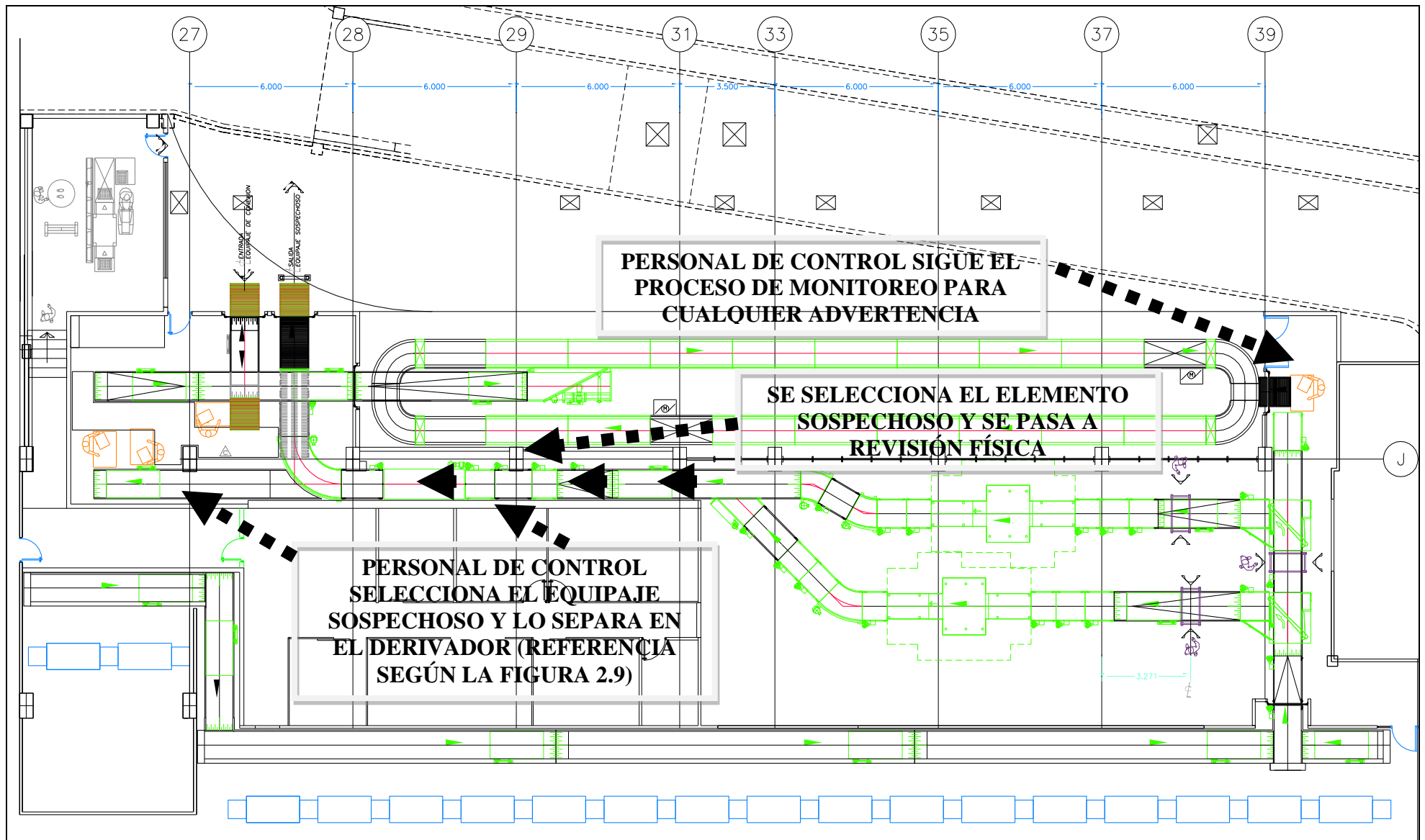


Figura 4.179. Esquema general del proceso de equipaje en el sistema de bandas transportadoras (salida de inspección de equipaje)



**Figura 4.180. Esquema general del proceso de equipaje en el sistema de bandas transportadoras (selección de equipaje sospechoso)**

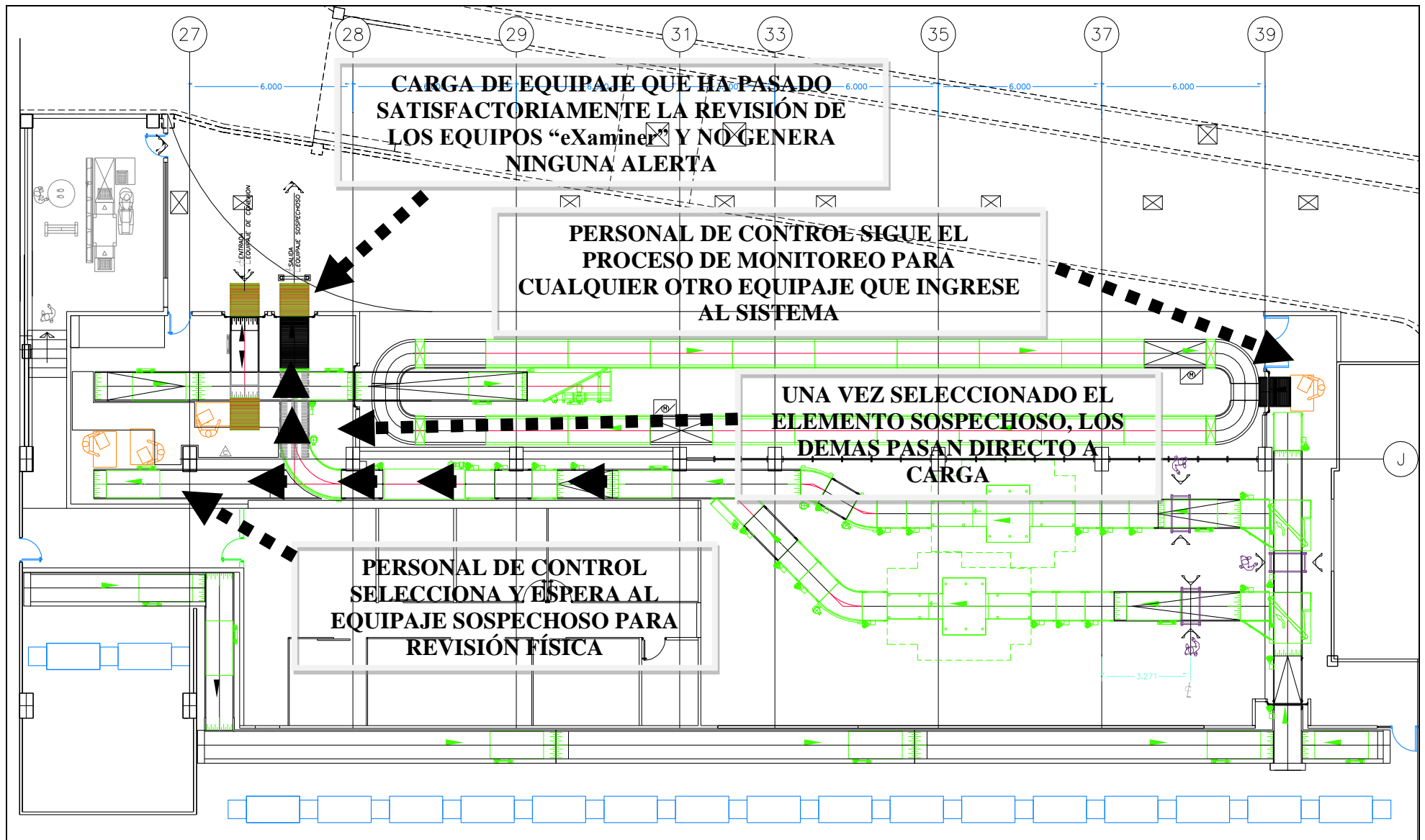


Figura 4.181. Esquema general del proceso de equipaje en el sistema de bandas transportadoras (selección física de equipaje sospechoso)

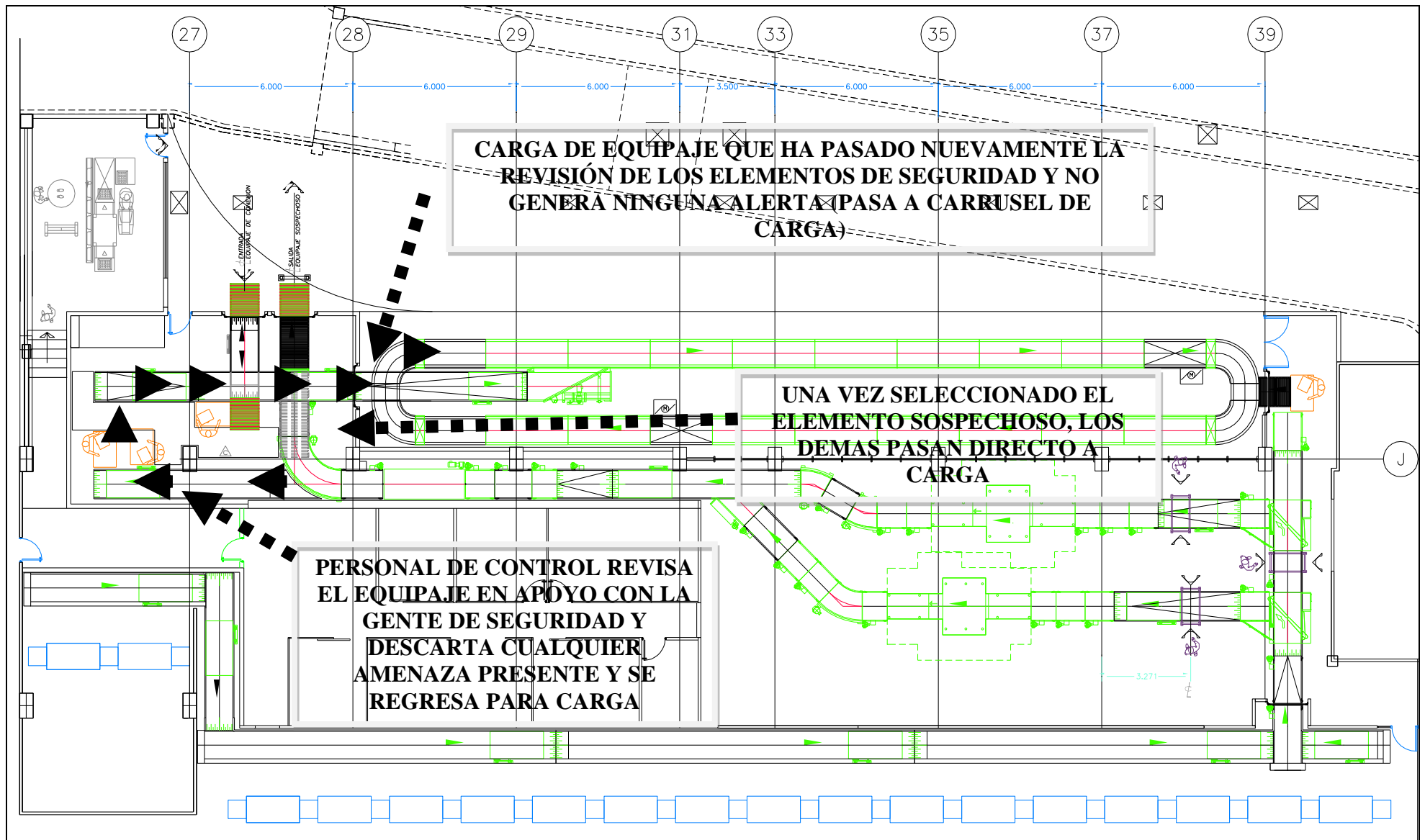


Figura 4.182. Esquema general del proceso de equipaje en el sistema de bandas transportadoras (control de equipaje sospechoso)

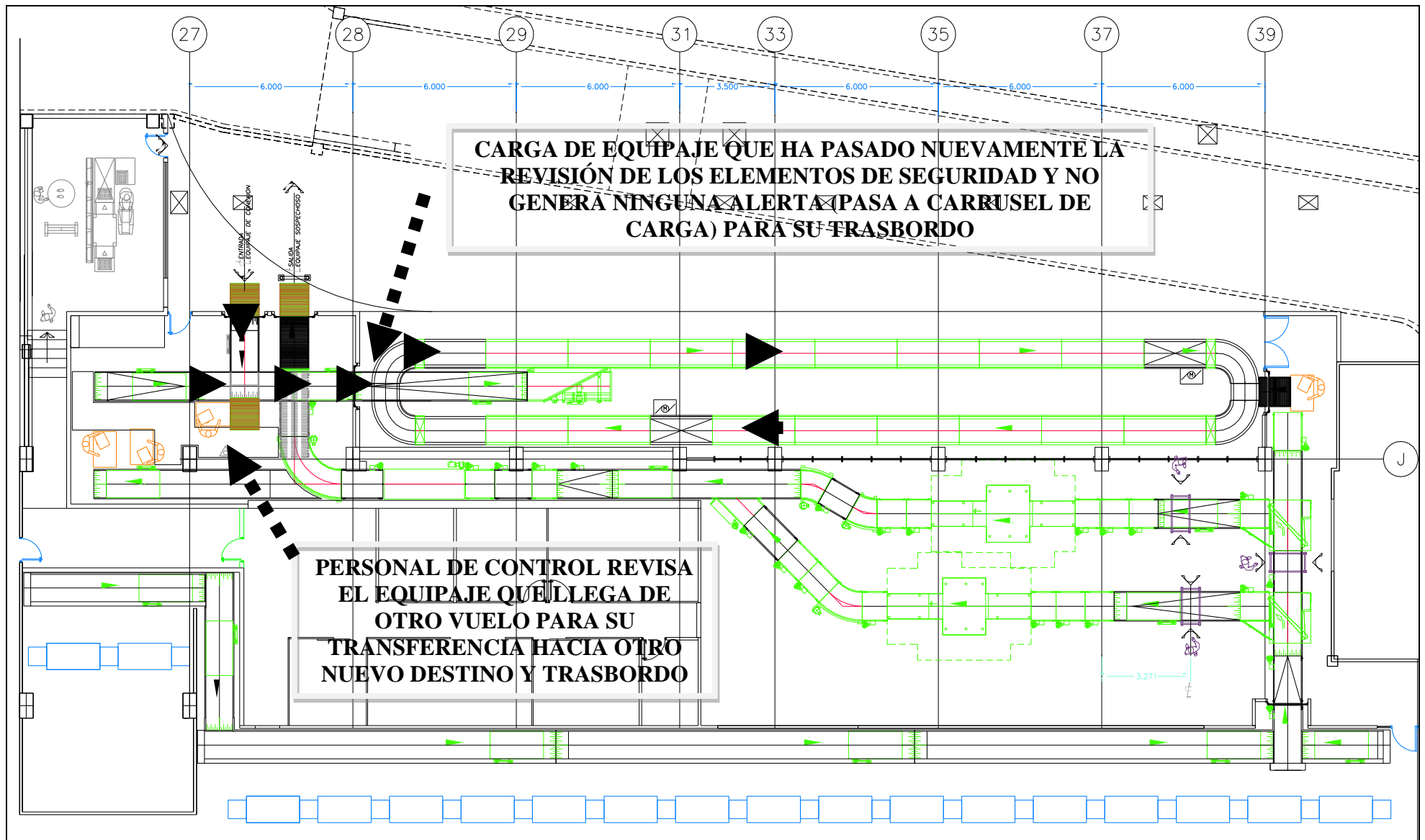
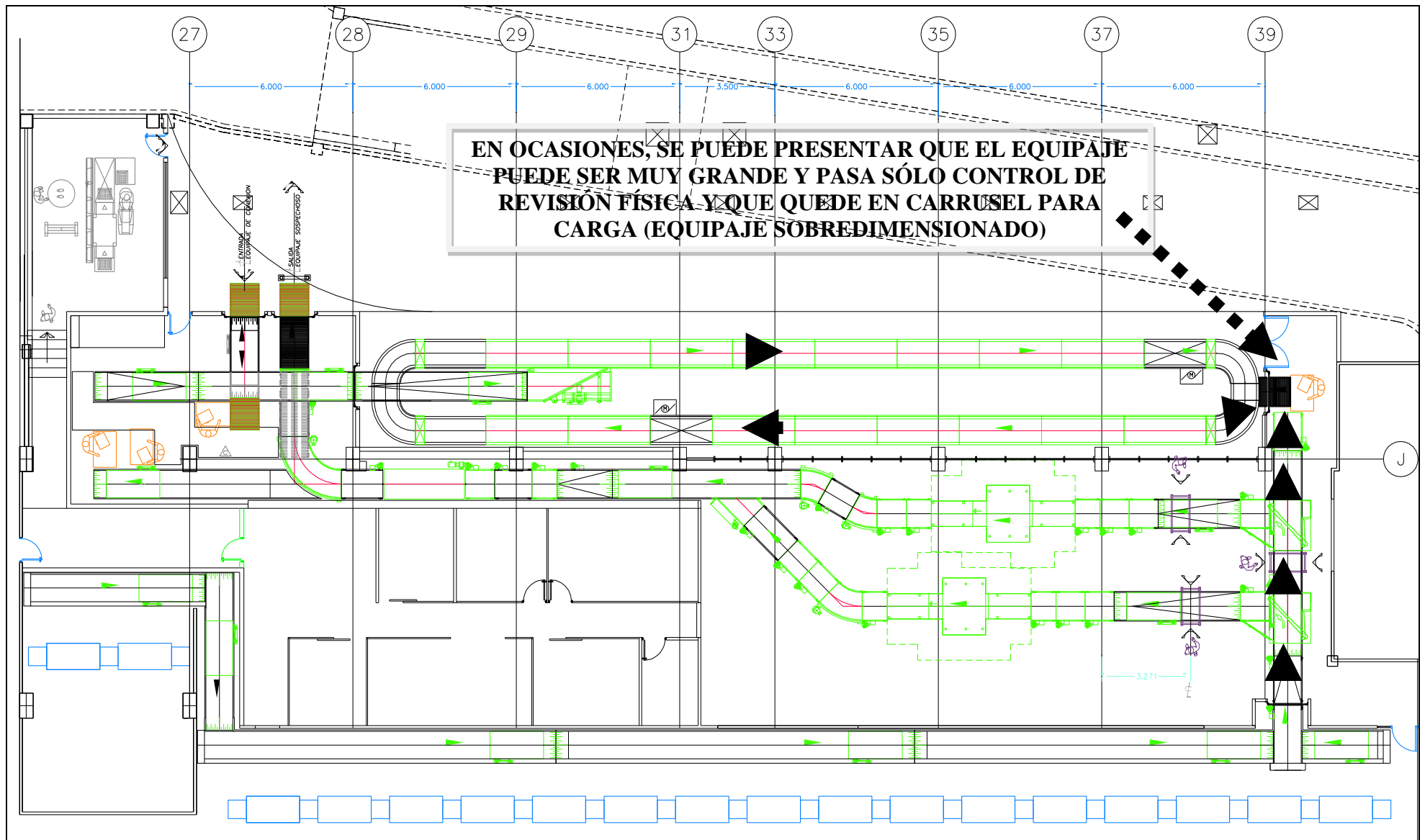
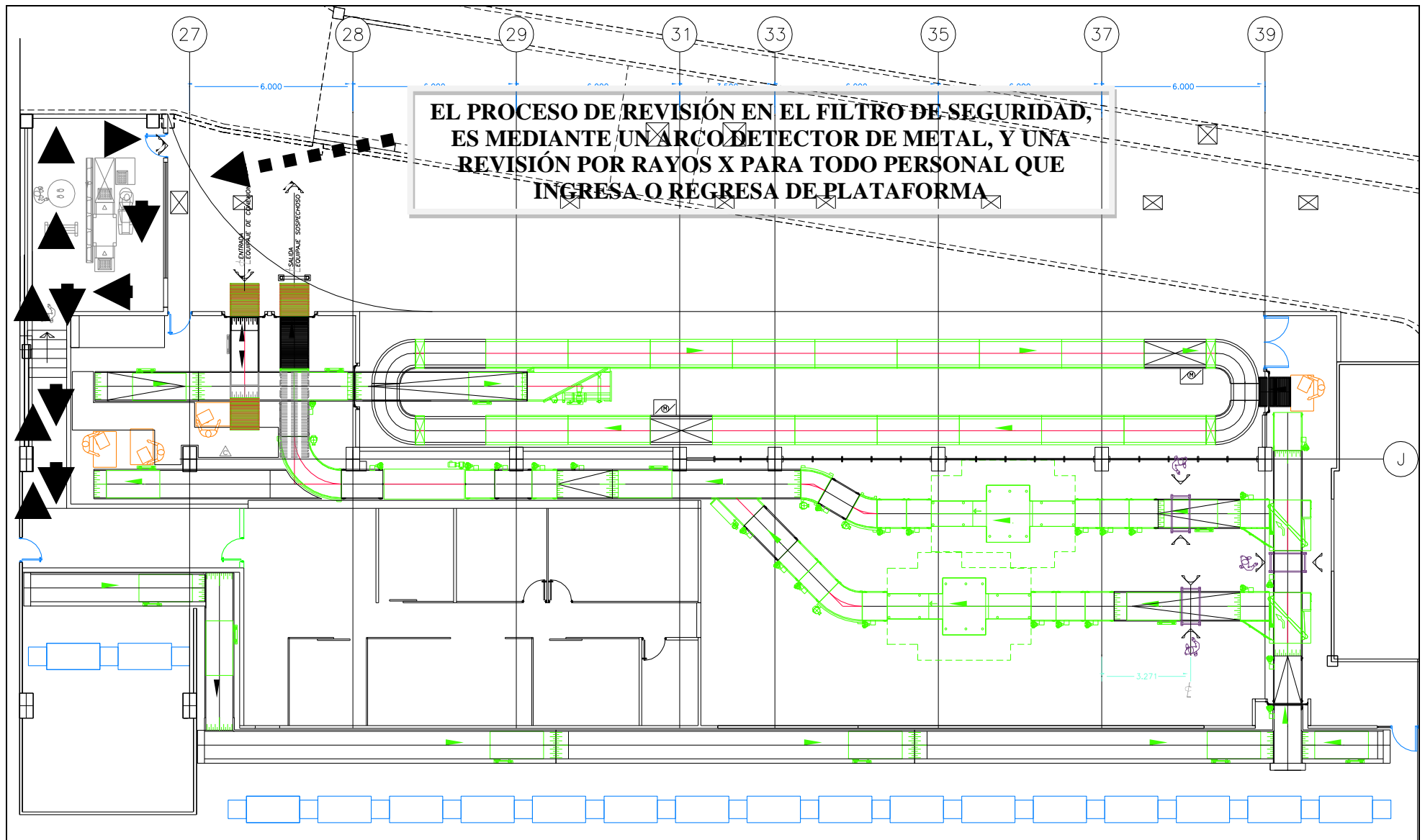


Figura 4.183. Esquema general del proceso de equipaje en el sistema de bandas transportadoras (selección de equipaje de trasbordo)



**Figura 4.184. Esquema general del proceso de equipaje en el sistema de bandas transportadoras (selección de equipaje sobredimensionado)**



**Figura 4.185. Esquema general del proceso de equipaje en el sistema de bandas transportadoras (filtro de seguridad)**



## CAPÍTULO 5. CONCLUSIONES

En últimos días, el país actualmente vive un clima de violencia generalizada, el cual principalmente está involucrado el narcotráfico y el crimen organizado, generando entre la población mucho miedo y temor a salir o viajar, dado que esto también incluye los asaltos, los secuestros, el terrorismo y en caso más grave los asesinatos de gente inocente.

La principal justificación del mejoramiento del sistema de transporte de equipajes documentados y de mano, es conseguir y dar respuesta con un elevado nivel de calidad de servicio al pasajero, y por sobre todo seguridad en la aviación. Por esta razón, es que al realizar estos proyectos concernientes al sistema de transporte de equipajes documentados, es posible evidenciar que existe un incremento en cuanto al tránsito de pasajeros, ya sea a nivel nacional e internacional que decide hacer uso del transporte aéreo y los riesgos que esto conlleva.

Por lo anterior, es fundamental realizar inversiones en tecnología acordes y proporcionales a la demanda de flujo de pasajeros, para de esta forma brindar un servicio de excelencia a la población, junto con brindar seguridad en las operaciones y en los procedimientos ante amenazas de bomba, ya sea en las instalaciones o a bordo de aeronaves.

Es por eso que en México, todos los organismos gubernamentales en general aunados con las empresas dedicadas a la seguridad, revisión e inspección de personal y objetos, apliquen una revisión minuciosa y exhaustiva de toda persona que ingrese o salga del territorio a través de las aduanas, puertos, aeropuertos, carreteras, etc., con la tecnología actual de máquinas o sistemas automáticos, que pueden detectar metales, armas, dinero de contrabando, narcóticos y explosivos, dando como resultado que no se ingresen al país de forma masiva e ilícita.

Por otra parte, considerando que los hábitos de los usuarios y el flujo de éstos han ido variando en forma vertiginosa, creando la necesidad de incorporar nuevos métodos y sistemas de personal e infraestructura acorde a los nuevos tiempos y proyectarlos a un futuro inmediato, pero con soluciones escalonadas a corto, mediano y largo plazo de los requerimientos que se vayan presentando para satisfacer de mejor forma las necesidades y exigencias de la aviación en general.

Junto con lo anterior, se debe mencionar que es imposible desconocer el esfuerzo continuo del mejoramiento de infraestructura aeroportuaria; tanto de parte del Gobierno como de los Grupos Aeroportuarios, quienes mediante la realización de estos ambiciosos proyectos en infraestructura, instalaciones y equipos han mejorado de forma sustancial y notablemente la implementación necesaria de procesos de seguridad al sistema de aeropuertos como el de Monterrey o el AICM, en todas sus terminales.

La Tabla 5.1, muestra un breve resumen del sistema de bandas inicial comparado con el sistema actualmente ya instalado por Siemens.

Aunque los proyectos pueden ser de un alto costo económico, éstos justifican plenamente su ejecución, al otorgar a los múltiples usuarios del sistema, un mayor y mejor estándar de calidad en la gestión por parte del personal que labora en estas tareas, disminuyendo los tiempos de espera, otorgando una mejor dinámica en el flujo de los equipajes y generando una mayor seguridad en el país que tanto la necesita.

**Tabla 5.1. Comparativa entre los sistemas de bandas instalados en la terminal A del Aeropuerto de Monterrey**

<b>Características</b>	<b>Sistema inicial</b>	<b>Sistema nuevo</b>
Marca	Siemens	Siemens
Sistema mecánico	Motor y arrancador manual	Motor controlado automáticamente
Bandas	Tipo banda de rodillo	Tipo banda de hule
Seguridad	Nula	Completa en todo el sistema
Vigilancia	Nula	Operarios capacitados y sistema de vigilancia de equipaje
Costo	Bajo	Alto
Mantenimiento	Muy elaborado	Escaso o básico debido a la modulación
Refaccionamiento	Descontinuado en algunas partes mecánicas	Sólo es necesario el pedido para su envío desde el extranjero
Voltaje de operación	440 V	440 V
Consumo de energía	Sólo cuando se hace funcionar	Es constante, no muy elevado y no refleja una gran carga
Velocidad de traslado	Manual y variable	Constante
Traslado de equipaje	Limitado en número de maletas por hora	3,000 piezas por hora como máximo
Tiempo aproximado de traslado	Muy relativo por la saturación del sistema	Pocos minutos por la revisión completa
Modificación de la imagen ante el público	No	Si
Mejora del servicio ante el público	No	Si y se genera menor tiempo de espera para documentar
Actualmente aplicable en otros aeropuertos	No	Si
Antigüedad en servicio	20 años	3 años (desde el 2010)

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AICM, 2012. Guía de medidas de seguridad. Publicación del Aeropuerto Internacional de la Ciudad de México. México, D. F., México.
- AMEX, 2012. Catálogo de productos y perfiles. Publicación de Grupo Aceromex. Monterrey, Nuevo León, México.
- AMTY, 2010. Fotografías de las condiciones de la terminal A. Tomadas del Aeropuerto Internacional de la Ciudad de Monterrey. Monterrey, Nuevo León, México.
- Ashford, N. y Wright, P. H. 2005. Airport Engineering. Ed. John Wiley & Sons. Madrid, España.
- ATSA, 2001. Norma 49 USC 40101 del 19 de noviembre. Publicación de la Aviation and Transportation Security Act. EE. UU.
- Balper, 2012. Manual de mantenimiento de instalaciones. Publicación del Grupo Instalaciones Balper. México, D. F., México.
- Baselis, T. 2010. Fotografías del proceso de remodelación de la terminal A en el aeropuerto de Monterrey. Monterrey, Nuevo León, México.
- CANAERO, 2010. Política Aeronáutica 2010. Publicación de la Cámara Nacional de Aerotransportes. México, D. F., México.
- CFR21, 1974. Código Federal Americano Título 21 – Sección 21 CFR1020.40. Publicación de la U. S. Code of Federal Regulation. EE. UU.
- Clevis, 2012. Catálogo de productos para soportería. Publicación del fabricante de soportería Clevis. México, D.F., México.
- Cobra, 2012. Test Equipment for Boston Airport Baggage. Manual publicado por equipos Analogic – Cobra. Peabody, EE. UU.
- Condumex, 2012. Catálogo para cables y conductores de cobre. Publicación del Grupo Condumex. México, D. F., México.
- Cooper, 2012. Catálogo de sistemas de soporte para cables tipo charola. Publicación del Grupo Cooper Crouse – Hinds. México, D. F., México.
- DGAC, 2011. Sistema de gestión de seguridad operacional de aeropuertos, aeródromos y planes de seguridad. Publicación de la Dirección General de Aeronáutica Civil del Aeropuerto Internacional de la Ciudad de México. México, D. F., México.

- DOF, 2009. Definiciones generales en la ley de aeropuertos del 21 de enero. Publicación del Diario Oficial de la Federación. México, D. F., México.
- Dubai, 2012. Fotografías generales del aeropuerto. Publicación del Aeropuerto Internacional de la Ciudad de Dubai en los Emiratos Árabes Unidos. Dubai, Emiratos Árabes Unidos.
- EATON, 2012. Catálogo de equipos de respaldo tipo UPS. Publicación del fabricante de equipos eléctricos EATON. México, D. F., México.
- El Universal. 2012. Incidencias en Aeropuertos de México del 25 de junio. Reportaje publicado por el periódico El Universal. México, D. F., México.
- Flightstats, 2012. General Information. Información publicada de Flightstats. Portland, EE. UU.
- Gallegos, J. y Viyella, A. 2007. Introducción a la Ingeniería Civil en Aeropuertos. Ed. Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos. Madrid, España.
- Ganslandt, R. y Hofmann, H. 1992. Handbook of Lighting Design. Ed. ERCO. Leuchten, Alemania.
- García, M. 2000. Ingeniería Aeroportuaria. Ed. Escuela Técnica Superior de Ingenieros Aeronáuticos. Madrid, España.
- Garrett, 2012. Garrett metal detectors and Walk through metal detector. Publicación del fabricante de equipos de seguridad Garrett. Garland, EE. UU.
- Glidepath, 2012. Manuales de productos. Publicación del fabricante de bandas Glidepath Conveyor. Santiago de Chile, Chile.
- Harper, G. 2004. Manual práctico de instalaciones eléctricas. Editado por el Instituto Politécnico Nacional. México, D. F., México.
- HID, 2010. Desarrollo de lectores biométricos en el Aeropuerto Internacional de la Ciudad de México. Publicación del fabricante de equipos de seguridad HID Secure Identity Solutions Corporation. México, D. F., México.
- Hounshell, D. 1984. From the American System to Mass Production, 1800 – 1932: The Development of Manufacturing Technology in the United States. Ed. John Hopkins University Press. Baltimore, EE. UU.
- IATA, 2008. Airport Handling Manual. Publicación de la Air Transport Association. Artículo AHM 051. EE. UU.

- ICAO, 2012. Seguridad Operacional de Vuelo. Documentos electrónicos publicados por la Organización de Aviación Civil Internacional. México, D. F., México.
- IESNA, 2000. Manual de referencia de la IESNA – ANSI. Publicación de la Illuminating Engineering Society of North America. EE. UU.
- IGSA, 2012. Manual de operación y mantenimiento de plantas de emergencia. Publicación del fabricante IGSA. México, D. F., México.
- IMSS, 2011. Manual de estadísticas sobre accidentes y enfermedades de trabajo a nivel Nacional y Distrito Federal, en los años 2010 – 2011. Publicación del Instituto Mexicano del Seguro Social. México, D. F., México.
- Interjet, 2012. Políticas de traslado de equipaje en pasajeros del AICM. Información publicada por la aerolínea Interjet. México, D. F., México.
- Latincasa, 2011. Catálogo y tablas de información técnica para conductores de cobre. Publicación del Grupo Latincasa. México, D. F., México.
- LC, 2012. Economía y Estrategia de Aeropuertos. Reportes publicados de la Aerolínea Lufthansa. Cologne, Alemania.
- LNA, 1960. Artículo 39 del 21 de julio. Publicación de la Ley de Navegación Aérea. Capítulo 7. Madrid, España.
- L3, 2010. Catálogo e información general de los equipos tipo “eXaminer”. Publicación del fabricante L3 Communications. Nueva York, EE. UU.
- Magg, 2010. Catálogo de luminarias. Publicación del fabricante Magg. México, D. F., México.
- ME, 2009. Catálogo de equipos de respaldo modelos y series 2033 C. Publicación del fabricante de equipos eléctricos Mitsubishi Electric. Tlalnepantla, Estado de México, México.
- Nolasco, F. y Ramírez, C. 2009. Análisis Técnico del Aeropuerto de Monterrey. Tesis de licenciatura de Ingeniería Aeronáutica. Escuela Superior de Ingeniería Mecánica y Eléctrica, Instituto Politécnico Nacional. México, D. F., México.
- OMA, 2000. Reporte de Sustentabilidad del año 2000. Publicación del grupo aeroportuario Centro Norte OMA. Monterrey, Nuevo León, México.
- OMA, 2010. Reporte de Sustentabilidad del año 2010. Publicación del grupo aeroportuario Centro Norte OMA. Monterrey, Nuevo León, México.

- OMA, 2011. Reporte de Sustentabilidad del año 2011. Publicación del grupo aeroportuario Centro Norte OMA. Monterrey, Nuevo León, México.
- Ottomotores, 2012. Catálogo de referencia de plantas de emergencia. Publicación del fabricante Ottomotores. México, D. F., México.
- Price, J. y Forrest, J. Practical Aviation Security. Ed. Butterworth – Heinemann. Oxford, EE. UU.
- Raul, J. 1990. Diseño de subestaciones. Editado por la Facultad de Ingeniería, de la Universidad Nacional Autónoma de México y Mc Graw Hill. México, D. F., México.
- Schneider, 2003. Manual teórico – práctico para instalaciones eléctricas en baja tensión. Publicación de Grupo eléctrico Schneider Electric. México, D. F., México.
- SCT, 2012. Estadísticas operativas de los aeropuertos en México por grupos aeroportuarios del mes de marzo para los años 2006 al 2012. Publicación de la Secretaría de Comunicaciones y Transporte. México, D. F., México.
- Selmec, 2010. Manual de instalaciones para plantas de emergencia. Publicación del fabricante Selmec. México, D. F., México.
- SENER, 2004. Eficiencia Energética en Sistemas de Alumbrado en Edificios no Residenciales. Publicación de la Secretaría de Energía. México, D. F., México.
- SENER, 2005a. Instalaciones Eléctricas, Usos y Aplicaciones. Capítulo 1, Artículo 110. Publicación de la Secretaría de Energía. México, D. F., México.
- SENER, 2005b. Instalaciones Eléctricas, Usos y Aplicaciones. Apéndice A, Tabla 310 – 16. Publicación de la Secretaría de Energía. México, D. F., México.
- SENER, 2005c. Instalaciones Eléctricas, Usos y Aplicaciones. Capítulo 2, Apartado 240. Publicación de la Secretaría de Energía. México, D. F., México.
- SENER, 2005d. Instalaciones Eléctricas, Usos y Aplicaciones. Capítulo 2, Artículo 220. Publicación de la Secretaría de Energía. México, D. F., México.
- SENER, 2005e. Instalaciones Eléctricas, Usos y Aplicaciones. Capítulo 4, Apartado 450 – 3. Publicación de la Secretaría de Energía. México, D. F., México.
- SENER, 2005f. Instalaciones Eléctricas, Usos y Aplicaciones. Capítulo 3, Apartado 318. Publicación de la Secretaría de Energía. México, D. F., México.

- SI, 2001. Ley Federal de Metrología y Normalización CNM – MMM – PT – 003 del 01 de julio. Publicación del Sistema Internacional del Centro Nacional de Metrología, división de metrología de masa. México, D. F., México.
- Siemens, 2010. Proyecto ejecutivo del sistema de bandas transportadoras para la terminal A del Aeropuerto Internacional de la Ciudad de Monterrey. Documentación preparada por Siemens de México. Monterrey, Nuevo León, México.
- STPS, 1998. Reglamento general para la inspección y aplicación de sanciones por violación a la normatividad en seguridad y salud en el trabajo. Publicación de la Secretaría del Trabajo y Previsión Social. México, D. F., México.
- STPS, 2011. Mantenimiento de Instalaciones Eléctricas en los Centros de Trabajo. Publicación de la Secretaría del Trabajo y Previsión Social. México, D. F., México.
- Trane, 2009. Catálogo de equipos de aire acondicionado tipo mini – split. Publicación del fabricante de equipos Trane. México, D. F., México.
- TSA, 2011. Administración de Seguridad en el Transporte. Publicación de la Transportation Security Administration. EE. UU.
- Victory, 2012. Catálogo de transformadores. Publicación del fabricante Victory. Chihuahua, México.
- VTC WEST, 2010. Catálogo de transformadores secos y subestaciones en media tensión. Publicación del fabricante VTC WEST. Chihuahua, México.