



PONTIFICIA **UNIVERSIDAD CATÓLICA** DEL PERÚ

Esta obra ha sido publicada bajo la licencia Creative Commons
Reconocimiento-No comercial-Compartir bajo la misma licencia 2.5 Perú.

Para ver una copia de dicha licencia, visite
<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/2.5/pe/>



PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ
FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA



**DISEÑO DE UN SISTEMA DE AUTOMATIZACION PARA EL
SISTEMA DE ILUMINACIÓN DE UNA PLANTA INDUSTRIAL**

Tesis para optar el Título de Ingeniero Electrónico, que presenta el bachiller:

Anguie María del Milagro Contreras Iglesias

Asesores: Ing. Juan Huapaya Camacho e Ing. Julio Tafur Sotelo

Lima, agosto del 2010

ANEXO 1: CALCULOS PARA ANÁLISIS ENERGÉTICO EN LA PLANTA INDUSTRIAL EN ESTUDIO ¹

1.1. DISTRIBUCIÓN DE CONSUMO ENERGÉTICO

Mes 2009	E. Eléctrica (Kw-h)	Gas Natural (Kw-h)	Mes 2009	E. Eléctrica (Kw-h)	Gas Natural (Kw-h)
ene-09	440,850 (33.5%)	873,845.69 (66.5%)	may-09	450,800 (36.2%)	794,511.29 (63.8%)
feb-09	391,710 (30.7%)	884,878.13 (69.3%)	jun-09	509,730 (35.6%)	921,157.09 (64.4%)
mar-09	442,510 (47.8%)	482,896.51 (52.2%)	jul-09	501,440 (36.0%)	890,931.51 (64.0%)
abr-09	454,830 (42.5%)	615,926.25 (57.5%)	PROMEDIO	487,323.3 (36.9%)	808,866.6 (63.1%)

(1m3= 10.33Kw-h)

1.2. DISTRIBUCIÓN DE FACTURACIÓN DE ENERGÍA

Mes 2009	E. Eléctrica (Kw-h)	Gas Natural (Kw-h)	Mes 2009	E. Eléctrica (Kw-h)	Gas Natural (Kw-h)
ene-09	91,417.76 (45.1%)	111,473.93 (54.9%)	may-09	98,068.45 (49.5%)	99,994.37 (50.5%)
feb-09	84,595.89 (53.7%)	73,032.23 (46.3%)	jun-09	100,520.37 (45.9%)	118,452.18 (54.1%)
mar-09	95,666.34 (59.6%)	65,230 (40.5%)	jul-09	98,274.97 (46.2%)	114,607.51 (53.8%)
abr-09	97,476.35 (54.8%)	80,501.54 (45.2%)	PROMEDIO	95,145.73 (50.1%)	94,756 (49.9%)

¹ Información proporcionada en la planta industrial en estudio.

1.3. DISTRIBUCIÓN DE FUENTES CONSUMIDORAS DE ENERGÍA ELÉCTRICA¹

Área	Factor de Distribución	Categoría	% Acumulado
ALMACEN RM&PM	2.03%	Almacenes	2.03%
INVESTIGACION Y DESARROLLO	0.44%	Oficinas Administrativas	
MARKETING - SNACKS	0.73%	Oficinas Administrativas	
VENTAS - GERENCIA	0.87%	Oficinas Administrativas	
GERENCIA GENERAL	0.87%	Oficinas Administrativas	
RECURSOS HUMANOS	0.44%	Oficinas Administrativas	
SISTEMAS - GERENCIA	2.61%	Oficinas Administrativas	
PLANEAMIENTO FINANCIERO	0.44%	Oficinas Administrativas	
CONTRALORIA	0.29%	Oficinas Administrativas	
CONTABILIDAD FINANCIERA	0.87%	Oficinas Administrativas	
TESORERIA	0.44%	Oficinas Administrativas	
PURCHASING - COMODITY	0.73%	Oficinas Administrativas	
PLANT MANAGEMENT	1.31%	Oficinas Administrativas	10.02%
PREPARACION DE MASAS	26.34%	Producción	
HORNO No. 1	5.23%	Producción	
HORNO No. 2	5.11%	Producción	
HORNO No. 3	5.66%	Producción	
HORNO No. 4	6.97%	Producción	
GALLETERIA - ENVOLTURA	1.63%	Producción	
GALLETERIA - ENVOLTURA	1.63%	Producción	
GALLETERIA - ENVOLTURA	1.63%	Producción	
GALLETERIA - ENVOLTURA	1.63%	Producción	
WAFFER - PRODUCCION	2.61%	Producción	
WAFFER - ENVOLTURA	0.29%	Producción	
WAFFER - HASS	0.29%	Producción	
PREPARACION DE BARRAS	2.90%	Producción	
BAÑADORA No. 2	7.26%	Producción	
BAÑADORA No. 3	8.86%	Producción	
CHOCOLATERIA - ENVOLTURA L2	1.89%	Producción	
CHOCOLATERIA - ENVOLTURA L3	1.89%	Producción	
ALMACEN DE PROD.TERMINADOS	1.31%	Producción	83.15%
SERVICIOS GENERALES - PL	0.29%	Area Mantenimiento	
MAINTENANCE & REPAIRS	1.45%	Area Mantenimiento	
M&R ALMACEN DE REPUESTOS	0.73%	Area Mantenimiento	
M&R PLANTA DE VAPOR Y AGUA	2.32%	Area Mantenimiento	4.79%
	100.00%		100.00%

¹ Información proporcionada en la planta industrial en estudio.

1.4. DISTRIBUCIÓN DE FUENTES CONSUMIDORAS DE ENERGÍA ELÉCTRICA EN LAS LÍNEAS DE PRODUCCIÓN

Sector	Maquinaria	Iluminación	
Hornos	26.25%	4.13%	
Almacenes	6.23%	3.76%	
Masas	32.39%	1.95%	
Bañadora	18.21%	0.70%	
Empaque	0.16%	6.21%	
%Total	83.25%	16.75%	100.00%



ANEXO 2. TABLAS PRÁCTICAS DE CONVERSIÓN DE UNIDADES²

Tabla N° 1: Volumen

	m ³	ft ³	litro	US gal
1 metro cúbico (m ³)	1	35,33	1 000	264,17
1 pie cúbico (ft ³)	0,0283	1	28,3	7,4805
1 litro	0,001	0,0353	1	0,2642
1 Galón americano (US gal)	3,785x10 ⁻³	0,1336	3,785	1

Nota: 1 barril = 42 galones.

Tabla N° 2: Energía

Gas natural	BTU	Kcal	Kilowatt-hora
1 pie cúbico (ft ³)	1 000	252	0,2928
1 metro cúbico (m ³)	35 314	8899,12	10,3300

Tabla N° 3: Presión

	Bar	Atm	Kgf/cm ²	Lbf/in ²
1 bar	1	0,987	1,02	14,5
1 atmósfera (atm)	1,013	1	1,03	14,7
1 kgf/cm ²	0,981	0,968	1	14,2
1 lbf/in ² (psi)	0,069	0,068	0,07	1

Tabla N° 4: Tabla Práctica

	Gas Natural	GLP (1)	Kerosene (1)	Diesel (1)	Residual 6 (1)	Residual 500 (1)	Carbón (2)	Leña	Electricidad
1 MM BTU	1000 ft ³	10,43 gal	7,87 gal	7,63 gal	6,98 gal	6,97 gal	34,4 kg	69,6 kg	290,7 kw-h

MMBTU = Millón de BTU.

(1) Fuente Petroperú.

(2) Carbón importado.

² Ministerio de Energía y Minas , Ventajas del Uso de Gas Natural en el Sector Industrial

ANEXO 3: MEJORAS POTENCIALES Y ESTIMACIÓN DE AHORRO EN SISTEMAS DE EQUIPAMIENTO³

TABLA 2. Mejoras potenciales y estimación del ahorro en sistemas de equipamiento.

SISTEMA EQUIPO	MEJORAS POSIBLES	¿CÓMO?	CONSECUENCIA	AHORRO ESTIMADO (%)
Calderas (Gas/Gas- Oil)	Optimización de la combustión.	Mediante análisis de la composición de los humos de escape.	Ahorro en combustible. Reducción de la factura.	15
	Aprovechamiento calores residuales.		Utilización del calor para ACS/Calefacción.	25
Calderas de vapor	Optimización de la combustión.	Mediante análisis de la composición de los humos de escape.	Ahorro combustible.	15
	Recuperación de calor y automatización de purgas.	Recuperación de calor de humos según combustible.	Utilización de ACS/calefacción o frío por absorción.	10
	Reinyección de condensados.	Reinyección de condensados.	Ahorro de agua y combustible.	15
Climatización (bombas de calor)	Aumento del rendimiento de la máquina y recuperación de calor para ACS.	Mediante balance energético (energía entrante = saliente).	Reducción en el consumo eléctrico. Producción de ACS para consumo.	40
Motores eléctricos	Disminución de la potencia de arranque (Mediante curva de arranque controlado por rampa)	Funcionamiento mediante variador de frecuencia	Optimización de la potencia de contrato, reduciendo el coste de la factura.	15
Bombas circulación fluidos (general)	Optimización del consumo eléctrico, según la presión del agua.	Funcionamiento mediante variador de frecuencia	Reducción del consumo eléctrico. Reducción del coste en la factura eléctrica.	15
Bombas circulación agua piscinas	Optimización del consumo eléctrico, según la obturación (suciedad) de los filtros de arena	Funcionamiento mediante variador de frecuencia	Reducción del consumo eléctrico. Reducción del coste en la factura eléctrica.	15
Bombas agua climatización	Optimización del consumo eléctrico, según la diferencia de temperatura ida y retorno	Funcionamiento mediante variador de frecuencia	Reducción del consumo eléctrico. Reducción del coste en la factura eléctrica.	15
Motores general	Motores alto rendimiento	Motores especiales de alto rendimiento	Disminución del consumo eléctrico	20
Compresores de aire	Utilización del calor sobrante de la refrigeración de los compresores	Reutilización del aire caliente.	Reducción del consumo eléctrico /gas para la climatización. Reducción del coste en la factura eléctrica /Gas	30
Máquinas de frío industrial	Reaprovechamiento del calor que se lanza a la atmósfera, par ACS, climatización, etc.	Funcionamiento mediante variador de frecuencia	Reducción del consumo eléctrico. Reducción del coste de la factura.	15
		Colocación de intercambiadores de calor	Reducción del consumo eléctrico. Reducción del coste en la factura eléctrica, gas, Gas-Oil	25
Iluminación: Zonas auxiliares	Pasillos, lavabos, sótanos etc. Reducción del tiempo de uso	Incorporando temporizadores/detectores de presencia	Reducción del consumo eléctrico. Reducción del coste en la factura.	60
Lámparas diroicas	Reducción del consumo eléctrico (reducción de la potencia)	Cambio por lámparas diroicas IRC de menor potencia	Reducción del consumo eléctrico. Reducción del coste en la factura eléctrica	80

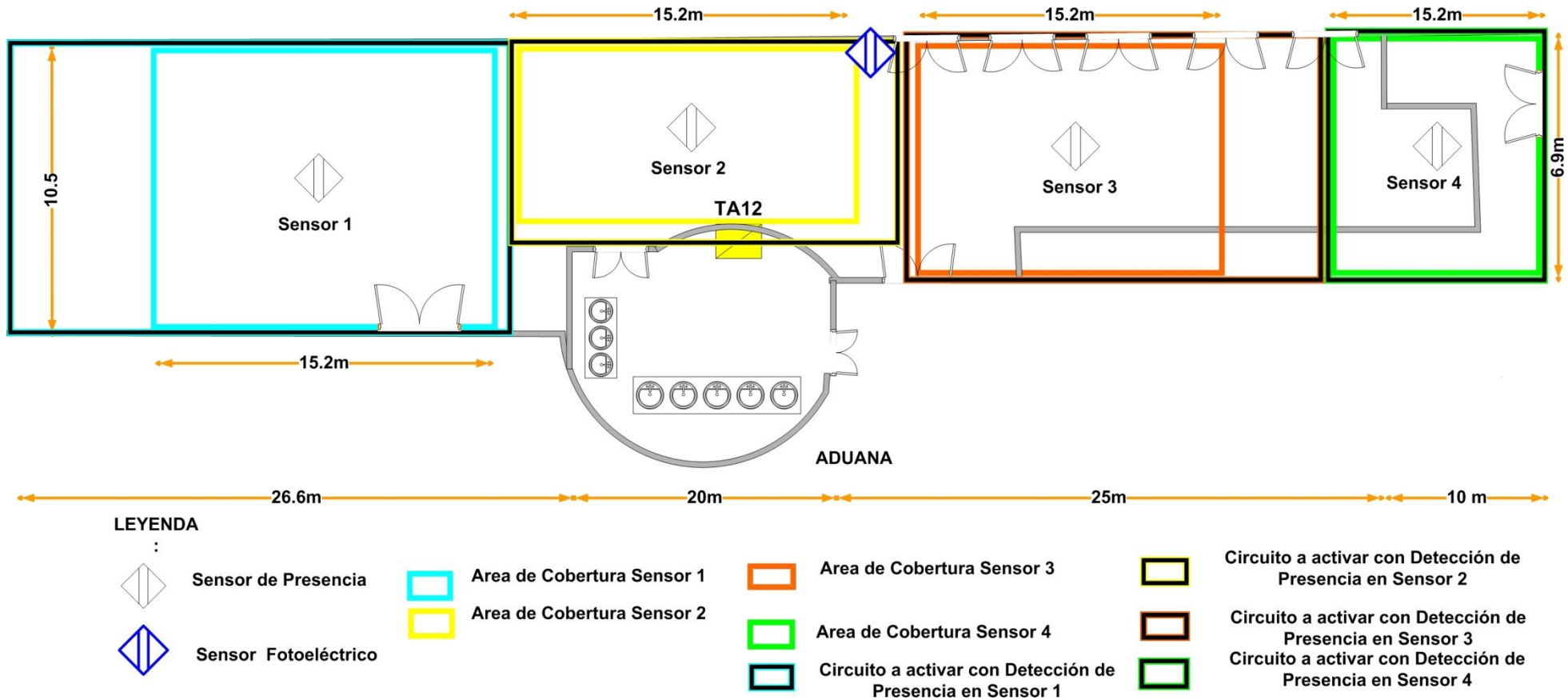
³ Guía de Ahorro Energético en Instalaciones Industriales, 2006

SISTEMA EQUIPO	MEJORAS POSIBLES	¿CÓMO?	CONSECUENCIA	AHORRO ESTIMADO (%)
Iluminación exterior	Optimización del consumo	Lámparas compactas de bajo consumo Cambio de lámparas de vapor de sodio de alta presión	Reducción del consumo eléctrico. Reducción del coste en la factura eléctrica	40
Iluminación interior (fluorescentes)	Disminución del consumo y de la potencia de encendido	Cambio de las reactancias convencionales por balastos electrónicos de alta frecuencia	Disminución del consumo eléctrico, y de la potencia. Reducción del coste en la factura eléctrica	20
Iluminación interior (incandescencia)	Disminución del consumo y de la potencia de encendido	Cambio a lámparas de bajo consumo	Disminución del consumo eléctrico y de la potencia. Reducción del coste en la factura eléctrica	85
Agua:	Reducción consumo de agua	Instalación de limitador de caudal	Reducción del consumo eléctrico o gas. Reducción del coste en la factura eléctrica o gas	20
	Reducción del consumo de ACS, mediante desplazamiento del grifo monomando	Sustitución de los grifos convencionales por grifos monomando especiales.		15
Lavaplatos y lavavajillas industriales	Evitar gasto en calentar el agua.	Utilización de agua pre-calentada por la recuperación de las máquinas frigoríficas y calderas	Reducción del consumo eléctrico o gas. Reducción del coste en la factura eléctrica o gas.	25
Evaporadores en cámaras frigoríficas y de congelación	Automatizar el desescarche	Medición automática del hielo en las aletas de los evaporadores. Puesta en marcha de las resistencias.	Reducción del consumo eléctrico.	3



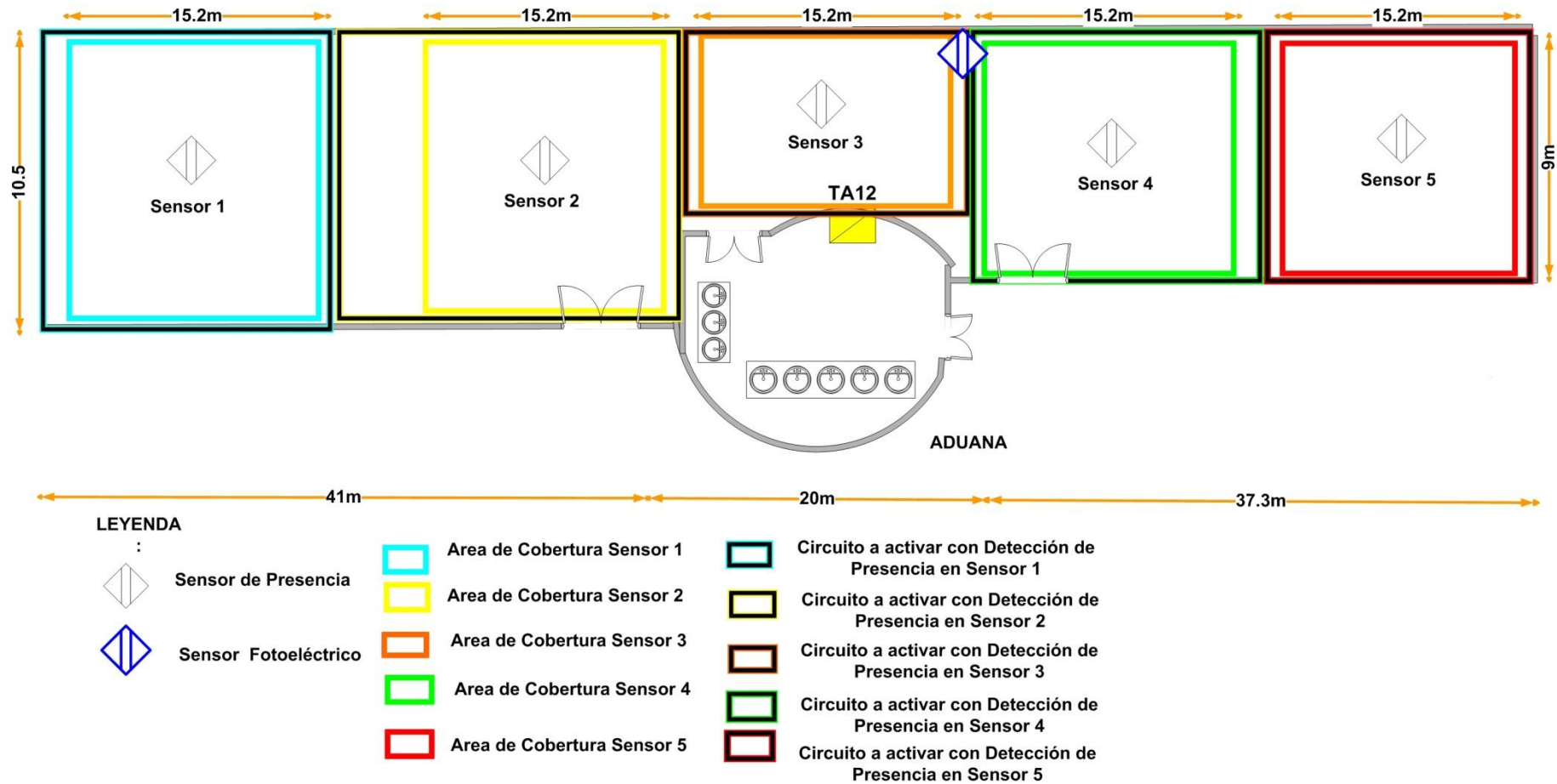
ANEXO 4: DISTRIBUCION FÍSICA DE SENSORES EN ALMACENES

4,1, DISTRIBUCIÓN FÍSICA DE SENSORES DE PRESENCIA Y SENSOR FOTOELÉCTRICO EN ALMACEN 1ER PISO ⁴



⁴ Fuente: Elaboración propia.

4.2. DISTRIBUCIÓN FÍSICA DE SENSORES DE PRESENCIA Y SENSOR FOTOELÉCTRICO EN ALMACEN 2DO PISO ⁵



⁵ Fuente: Elaboración propia.


ANEXO 5 : ESPECIFICACIONES GENERALES DE COMPONENTES ELEGIDOS

5.1. SENSOR ULTRAÓSONICO PARA ALMACENES

Las características del sensor elegido se presentan en la Tabla 1. En la Tabla 2 se presentan las características de todos los sensores ultrasónicos ofrecidos por BTICINO. Los patrones de cobertura se presentan en la Figura 1.

Las disposiciones físicas de ubicación de los sensores, revisar el Anexo 4.1 y 4.2.

Tabla 1. Características de Sensor Ultrasónico W-2000 A

Sensor W-2000A	Especificaciones Generales	
	Funcionamiento	Sensor ultrasónico con dos receptores
	Alimentación	24Vdc / 14mA
	Retraso de tiempo ajustable	15seg, 5 min, 10 min
	Angulo de Cobertura	360°
	Cobertura	186m2
	Instalación	Sobrepuesto al techo
	Salida	Relay

5.2. CARACTERÍSTICAS DE OTROS SENSORES ULTRASÓNICOS DE BTICINO

Tabla 2. Sensores ultrasónicos ofrecidos por BTICINO⁶

Descripción	Tipo	Cobertura	V. operación	P.máx.	Power Pack	Instalación
W-500A	sensor US	46,5m ² /360°	24 Vdc	(1)	externo	sobrepuesto cielo
W-1000A	sensor US	93m ² /360°	24 Vdc	(1)	externo	sobrepuesto cielo
W-2000A	sensor US	186m ² /360°	24 Vdc	(1)	externo	sobrepuesto cielo
W-2000H	sensor US	27m lineales/360° (3)	24 Vdc	(1)	externo	sobrepuesto cielo
UT-355-1	sensor US	46,5m ² /360°	230 Vac	1200W	no requiere	embutido cielo
UT-355-2	sensor US	93m ² /360°	230 Vac	1200W	no requiere	embutido cielo
UT-355-3	sensor US	186m ² /360°	230 Vac	1200W	no requiere	embutido cielo

⁶ Catálogo de productos de la línea WattStopper de BTICINO

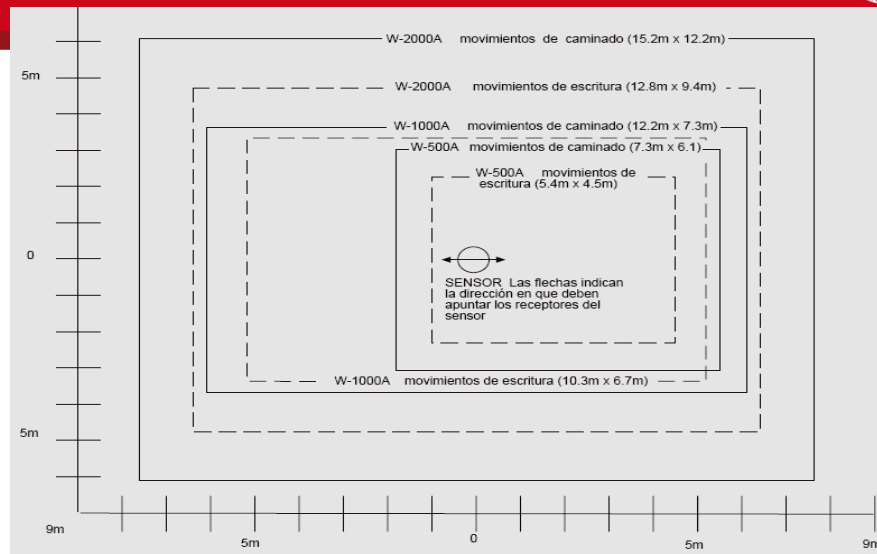





Figura 1. Patrones de cobertura de los sensores ultrasónicos BTICINO

5.3. SENSORES FOTOELÉCTRICOS PARA ALMACENES

En base a los requerimientos se han seleccionado los sensores cuyas características se presentan en la Tabla 3

Tabla 3. Sensores Fotoeléctricos disponibles para considerar en el diseño

Sensores Fotoeléctricos			
Características			
Nombre	LS-100XA	FotoControl Universal con regulación de sensibilidad y temporizado	FotoControl Universal con Regulación de Sensibilidad
Marca	Bticino-Watt Stopper	RBCSitel	RBCSitel
Nivel de luz ajustable	105-2150 lux	0.1 a 6000 lux	10-1000 lux
Retardo de tiempo de ajustable	3s a 5 min	2,3,4,5,6,8,12 horas	-
Alimentación	24 Vdc /22mA	220 Vac/ 50-60Hz	220 Vac/ 50-60Hz
Fuente de alimentación	*Power Pack B230E-P 220Vac-24Vdc	-	-
Salida	Relay	Relay	Relay
Dimensiones	64mm x 64mm x 21mm	87mm x 68 mm x 75 mm	91mm x 60mm x 17mm

5.4. CARACTERÍSTICAS DEL SENSOR FOTOELÉCTRICO ELEGIDO:



Figura 2. Sensor Fotoeléctrico elegido

5.5. SENSOR INFRARROJO PARA ADUANAS

En la Tabla 4 se presentan las especificaciones generales del sensor infrarrojo elegido.

Tabla 4. Especificaciones de Sensor Infrarrojo

Sensor WPIR	Especificaciones Generales		
	Funcionamiento	Led para indicar detección	
	Alimentación	24 Vdc/ 14 mA	
	Sensibilidad	Regulable para detectar pequeños movimientos	
	Retraso de tiempo ajustable	30s a 30 min	
	Ángulo de cobertura	90°	
	Cobertura	Altura de techo	Frente y lados
		2.4m	4.6m
		3.0m	5.8m
		3.7m	7.0m
		4.6m	8.8.m
6.1m	11.0m		
7.6m	13.7m		
Instalación	Sobrepuesto al techo		
Salida	Relay		

5.6. FUENTE DE ALIMENTACIÓN PARA SENSORES DE PRESENCIA

En la Tabla 5 se detallan las especificaciones generales de la fuente de alimentación elegida

Tabla 5. Características de Fuente de Alimentación para Sensores de Presencia

Fuente de Alimentación	Especificaciones Generales	
	Funcionamiento	Convertidor AC/DC con salida regulable
	Marca	TELEMECANIQUE
	Voltaje de Entrada	220Vac/ 60Hz
	Voltaje de salida	24 Vdc/ 2.5A

5.7. CONTACTOR

En la Tabla 6 se presentan las especificaciones generales del contactor elegido.

Tabla 6. Características de contactor seleccionado

Contactador LC1 D09 6M7	Especificaciones Generales	
	Aplicaciones	Control de motores Cargas resistivas
	Categorías	AC-3 AC-1
	Polos	3 polos NA
	Inominal	9A ($\leq 60^\circ$) AC AC-3 25A ($\leq 60^\circ$) AC AC-1
	Voltaje de control	220Vac 50/60Hz
	Consumo de bobina en VA	7.5VA $\cos(\phi)=0.3$
	Tiempo de operación	4-19 ms apertura 12-22ms cierre
	Durabilidad Mecánica	15000000 ciclos

5.8. MÓDULO DE ENTRADA 1746-IB16

Es un módulo de entradas que contiene circuitos conmutables que tienen solo dos estados: activados y desactivados (lógica 1 y 0, verdadero y falso, presencia de señal o ausencia de la misma). Las características del módulo se muestran en la Tabla 7

Tabla 7. Especificaciones Generales del módulo de entradas 1746-IB16

1746-IB16	Especificaciones Generales	
	Categoría de voltaje	24Vds señal de entrada
	Numero de entradas	16
	Voltaje de Operación	10 a 30 Vdc
	Corriente de entrada	8mA a 24 Vdc
	Retardo de señal	ON = 8ms
		OFF= 8ms
	Temperatura de operación	0°-60°C
	Immunidad al ruido	Estándar NEMA ICS 2-230
Aislamiento	1500V	

5.9. MÓDULO DE ENTRADA 1746-OW16 Salida Relay

Módulo de salida de tipo de contacto relay configurada eléctricamente para operar con voltajes de 24Vdc, 110 VAC ó 220 VAC. Las especificaciones generales del módulo de salida elegido se presentan en la Tabla 8.

Tabla 8. Especificaciones Generales del módulo de salidas 1746-OW16

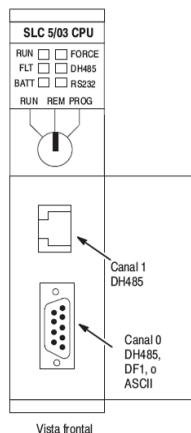
1746-IB16	Especificaciones Generales	
	Categoría de voltaje	Relay DC/AC
	Número de salidas	16
	Retardo de señal	ON = 10ms
		OFF= 10ms
	Temperatura de operación	0°-60°C
	Inmunidad al ruido	Estándar NEMA ICS 2-230
	Aislamiento	1500V

5.10. PROCESADOR SLC 5/03

En la Tabla 9 se detallan las características del procesador elegido

Tabla 9. Especificaciones Generales del procesador SLC 5/03

Especificación	SLC 5/03
Memoria de Programa	8K-16K
Capacidad de E/S	960 discretas
RAM estándar	Bateria de litio 2 años
Opciones de memoria de reserva	EPROM Flash
Indicadores Led	Run, Fault, Forced, Battery Low, DH-485, RS-232
Programación	RsLogic 500, 6200, AI 500, APS
Tiempo de Exploración Típica	0.9 ms/K
Ejecución de bits	0.37µs
Comunicación	DH-485, RS-232
Reloj Calendario /Tiempo Real	Si
Switch de llave	RUN, REM



ANEXO 6. DISTRIBUCIÓN FÍSICA DE TABLEROS ELÉCTRICOS DE ILUMINACIÓN EN LA PLANTA EN ESTUDIO

Se realizaron dos diagramas para representar las ubicaciones de los tableros eléctricos, y definir el número de controladores necesarios para controlar el sistema de iluminación. En la Figura 3 se encuentra la distribución en el primer piso y en la Figura 4 la distribución para el segundo piso. Según la distribución, se considera que los tableros de color amarillo representarán los circuitos controlados por el PLC1 y los tableros de color celeste representaran los circuitos controlador por el PLC2

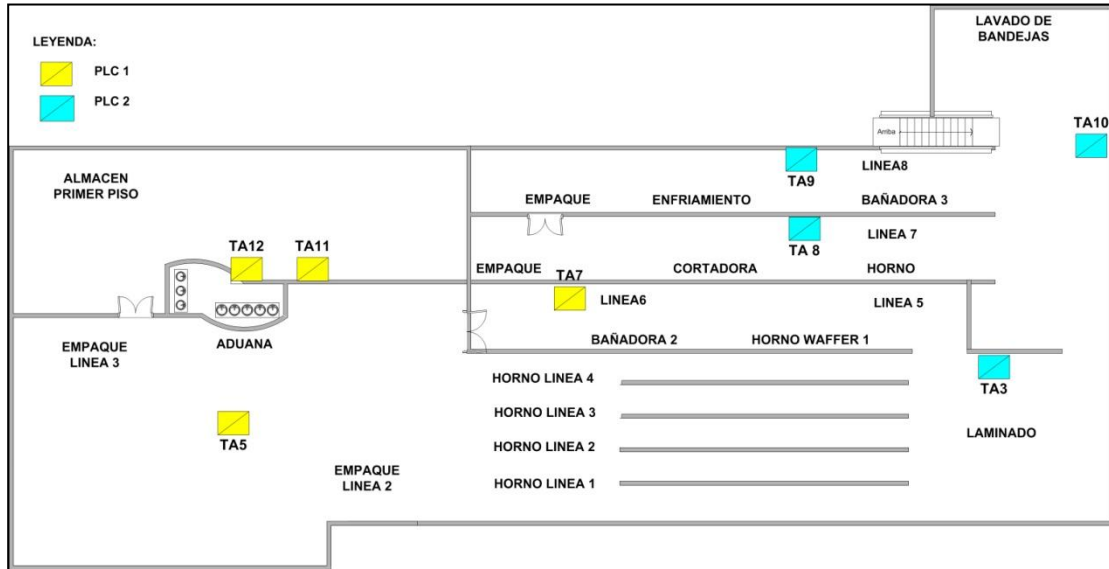


Figura 3. Distribución de tableros eléctricos en el primer piso

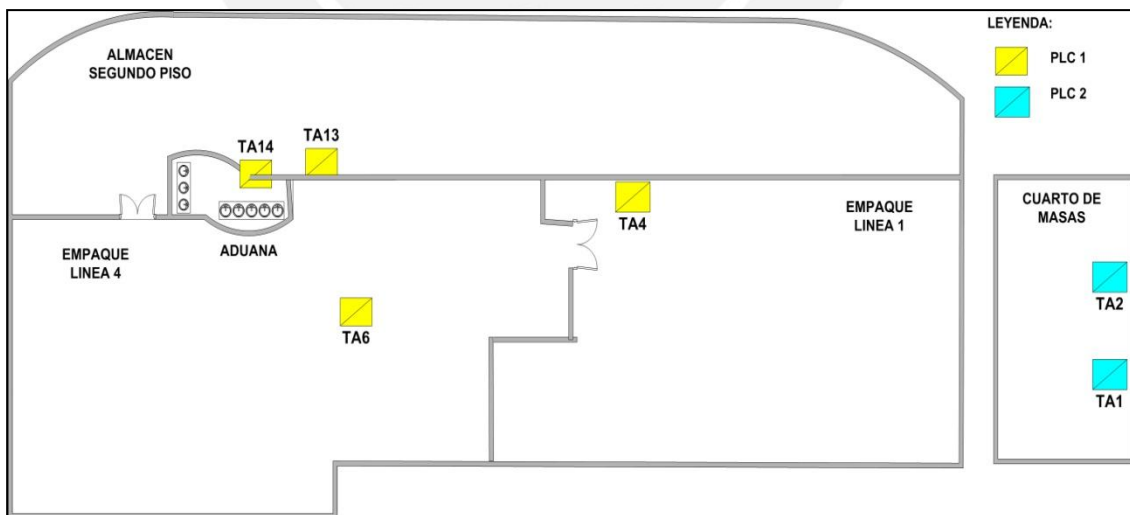


Figura 4. Distribución de tableros eléctricos en el segundo piso

ANEXO 7. DISTRIBUCIÓN DE TABLEROS DE CONTROL DE CONTACTORES Y TABLEROS DE CONTROL PRINCIPAL

En las Figuras 5 y 6 se presenta la distribución de tableros de control con contactores, estos se ubicarán cerca de los tableros de interruptores termo magnéticos.. Los tableros de control principal son aquellos que contienen el Chasis de un PLC y su respectivo Panel de Operador.

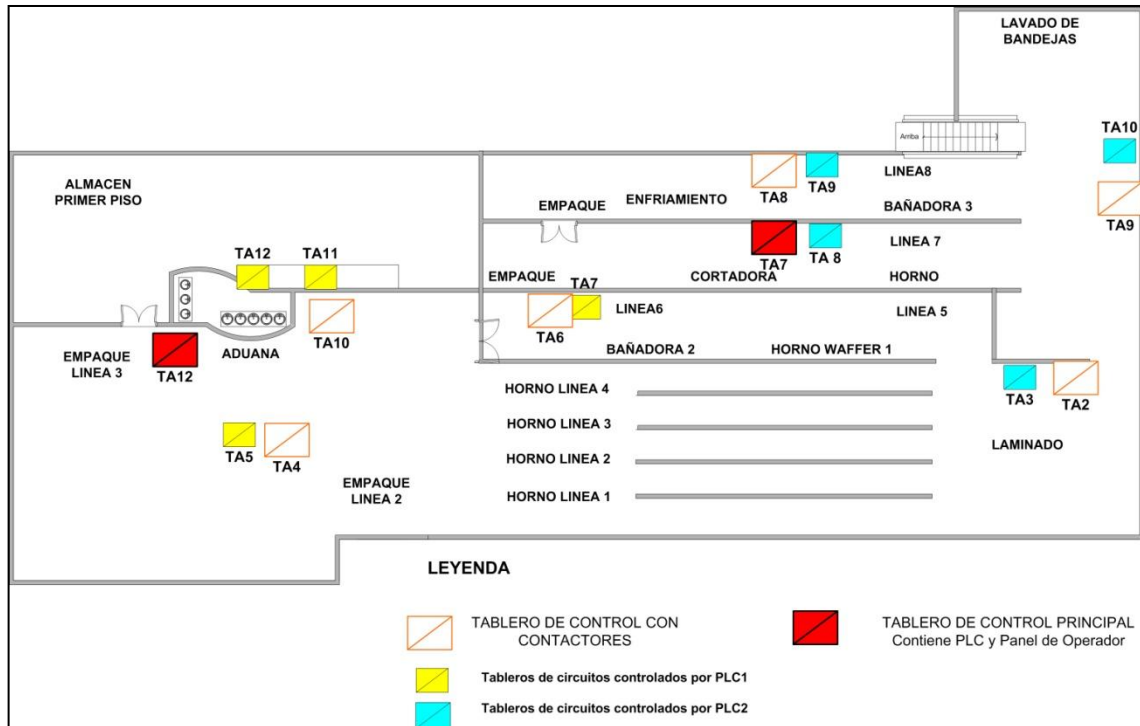


Figura 5. Distribución de tableros de control en el primer piso

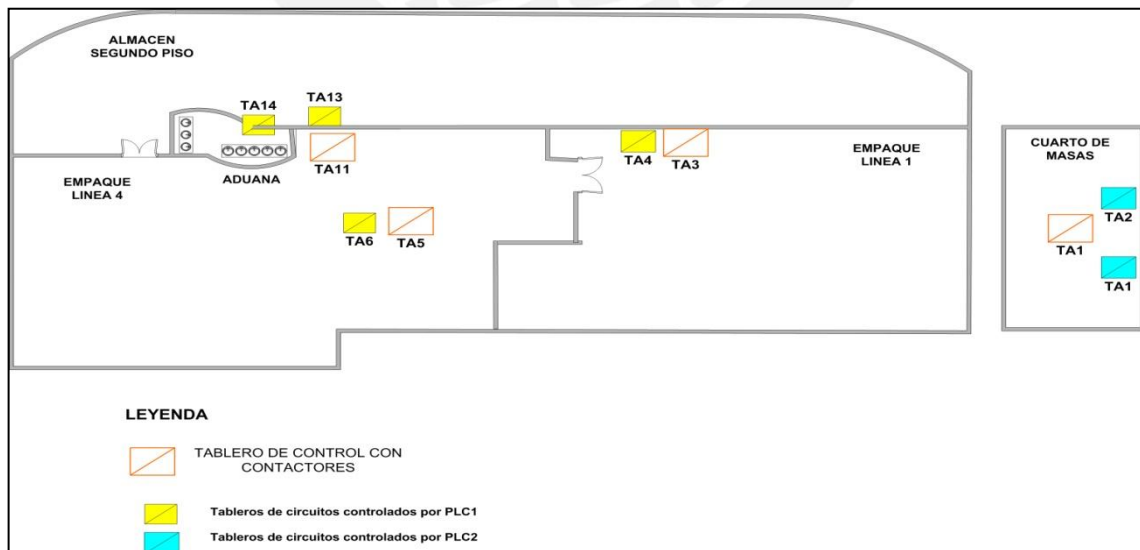


Figura 6. Distribución de tableros de control en el segundo piso

ANEXO 8. DISPOSICIÓN FÍSICA DE CABLE DE RED A UN ACOPLADOR DE INTERFAZ

En la Figura 7 se muestra como debe hacerse la conexión del cable Belden a un acoplador de interfaz en una red DH-485

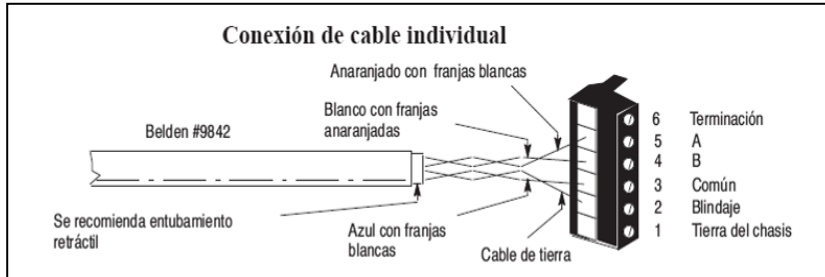


Figura 7.. Ejemplo de Conexión de Cable Belden a terminal de Red DH-485

ANEXO 9. PARÁMETROS A CONFIGURAR EN LOS NODOS DE UNA RED DH-485

En la Figura 8 se muestran los parámetros a configurar en cada nodo de la red

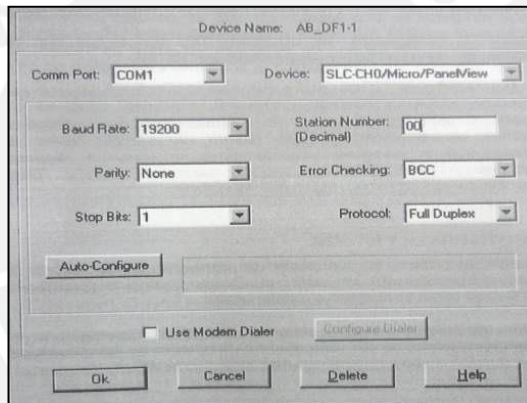


Figura 8. Parámetros a configurar en los componentes de la red de comunicación

ANEXO 10. CÁLCULO DE CORRIENTE DE DISEÑO PARA ELECCIÓN DE CONTACTOR

Para el cálculo se considera lo siguiente:

Características de lamparas fluorescentes	
Potencia de fluorescente	36W
Potencia de balastro	8w
Alimentacion	220V
Cos(phi)	0.54

Características de lámparas High Bay	
Potencia de lampara	400W
Potencia de balastro	43W
Alimentación	220V
Cos(phi)	0.64

Los valores de cos(phi) han sido obtenidos teniendo como dato la corriente de línea medida en un circuito. Con este valor se halló la potencia aparente (S) y siendo conocida la potencia activa consumida. Se empleó la relación $S = \cos(\phi) * P$.

SISTEMA	SUBSISTEMA	TABLERO	CIRCUITO	DESCRIPCION	N° luminarias 2x36w	N° luminarias 400w	Corriente de línea Ic	Idiseño= 1.25*Ic	Corriente de línea	Idiseño= 1.25*Ic
CUARTO DE MASAS		TA1	C1	Iluminación 1	26	0	11.12	13.90	0.00	0.00
			C2	Iluminación 2	26	0	11.12	13.90	0.00	0.00
			C3	Iluminación Sistema Guerin	15	0	6.42		0.00	0.00
LAMINADO		TA 3	C4	Iluminación Suministro de Harina	24	0	10.26	12.83	0.00	0.00
			C5	Laminado Línea 1 y Línea 2	0	8	0.00	0.00	14.55	18.19
			C6	Laminado Línea 3 Y Línea 4	0	8	0.00	0.00	14.55	18.19
LINEA 1	HORNO 1	TA 3	C7	Masas	0	9	0.00	0.00	16.37	20.46
			C8	Pared Horno 1	13	0	5.56	6.95	0.00	0.00
	EMPAQUE L1	TA 4	C9	Iluminacion Zona Ingreso	10	0	4.28	5.35	0.00	0.00
			C10	Iluminacion Zona Sigress	11	0	4.70	5.88	0.00	0.00
			C11	Iluminacion Zona Woodman 1	8	0	3.42	4.28	0.00	0.00
			C12	Iluminacion Zona Woodman 2	12	0	5.13	6.42	0.00	0.00
			C13	Iluminacion Superior Oficina Galletas	10	0	4.28	5.35	0.00	0.00
C14	Acarreo de producto	16	0	6.84	8.55	0.00	0.00			
C15	Zona NKZ	10	0	4.28	5.35	0.00	0.00			
LINEA 2	HORNO 2	TA 3	C16	Corredor Horno 1 y Horno 2	22	0	9.41	11.76	0.00	0.00
			C17	Corredor Horno 2 Y Horno 3	22	0	9.41	11.76	0.00	0.00
	EMPAQUE L2	TA 5	C18	Empaque Línea 2	31	0	13.26	16.57	0.00	0.00
			C19	Empaque Línea2	20	0	8.55	10.69	0.00	0.00
			C20	Faja Horno 4	30	0	12.83	16.04	0.00	0.00
C21	Pasadizo Descarga de Producto (Ascensor)	21	0	8.98	11.23	0.00	0.00			
LINEA 3	EMPAQUE L3	TA 5	C22	Empaque Línea3	41	0	17.53	21.92	0.00	0.00
			C23	Empaque Línea3	26	0	11.12	13.90	0.00	0.00
			C24	Empaque Línea3	27	0	11.55	14.43	0.00	0.00

SISTEMA	SUBSISTEMA	TABLERO	CIRCUITO	DESCRIPCION	Nº luminarias 2x36w	Nº luminarias 400w	Corriente de línea Ic	Idiseño= 1.25*Ic	Corriente de línea	Idiseño= 1.25*Ic
LINEA 3	EMPAQUE L3	TA 5	C22	Empaque Línea3	41	0	17.53	21.92	0.00	0.00
			C23	Empaque Línea3	26	0	11.12	13.90	0.00	0.00
			C24	Empaque Línea3	27	0	11.55	14.43	0.00	0.00
LINEA 4	HORNO 4	TA 3	C25	Corredor Horno 3 y Horno 4	22	0	9.41	11.76	0.00	0.00
			C26	Pared Horno 4	11	0	4.70	5.88	0.00	0.00
	EMPAQUE L4	TA 6	C27	Alumbrado 1 (Banda enfriamiento 2do P)	16	0	6.84	8.55	0.00	0.00
			C28	Alumbrado 2	25	0	10.69	13.36	0.00	0.00
			C29	Alumbrado 3	24	0	10.26	12.83	0.00	0.00
C30	Alumbrado 4	17	0	7.27	9.09	0.00	0.00			
LINEA 5	HORNO W1	TA 7	C31	Homo Waffer	0	5	0.00	0.00	9.08	11.35
	PRODUCCION	TA 7	C32	Producción A	12	0	5.13	6.42	0.00	0.00
			C33	Producción B	12	0	5.13	6.42	0.00	0.00
LINEA 6	BAÑADORA	TA 7	C34	Bañadora 2 A	10	0	4.28	5.35	0.00	0.00
			C35	Bañadora 2 B	10	0	4.28	5.35	0.00	0.00
	EMPAQUE L5	TA 7	C36	Empaque Bañadora 2 A	10	0	4.28	5.35	0.00	0.00
			C37	Empaque Bañadora 2 B	10	0	4.28	5.35	0.00	0.00
			C38	Zona de transferencia	12	0	5.13	6.42	0.00	0.00
LINEA 7	HORNO	TA 8	C39	Pasadizo Horno Waffer	18	0	7.70	9.62	0.00	0.00
			C40	Homo Waffer Oreo	18	0	7.70	9.62	0.00	0.00
			C41	Pasadizo Cortadora	14	0	5.99	7.48	0.00	0.00
	CORTADORA		C42	Cortadora 1 y 2	14	0	5.99	7.48	0.00	0.00
			C43	Empaque Waffer Oreo	12	0	5.13	6.42	0.00	0.00
	EMPAQUE		C44	Pasadizo Empaque	12	0	5.13	6.42	0.00	0.00
			C45	Final de linea Waffer	12	0	5.13	6.42	0.00	0.00

SISTEMA	SUBSISTEMA	TABLERO	CIRCUITO	DESCRIPCION	N°luminarias 2x36w	N°luminarias 400w	Comiente de línea lc	Idiseño= 1.25*lc	Comiente de línea	Idiseño= 1.25*lc
LINEA 8	BAÑADORA TUNEL DE ENFRIAMIENTO	TA 9	C46	Cámara de baño	0	4	0.00	0.00	7.27	9.08
			C47	Tunel de Enfriamiento izq. Lado W2	12	0	5.13	6.42	0.00	0.00
			C48	Tunel de Enfriamiento der. Lado Alm. Mat P.	16	0	6.84	8.55	0.00	0.00
	EMPAQUE		C49	Empaque Techo Alto	12	0	5.13	6.42	0.00	0.00
			C50	Empaque Techo Bajo	15	0	6.42	8.02	0.00	0.00
			C51	Empacadora Woodman	15	0	6.42	8.02	0.00	0.00
			C52	Final de Línea	8	0	3.42	4.28	0.00	0.00
ZONA DE BANDEJAS	TRANSFERENCIA	TA10	C53	Zona de Bandejas	6	0	2.57	3.21	0.00	0.00
			C54	Zona 1	6	0	2.57	3.21	0.00	0.00
			C55	Zona 2	8	0	3.42	4.28	0.00	0.00
			C56	Zona 3	18	0	7.70	9.62	0.00	0.00
			C57	Zona 4	6	0	2.57	3.21	0.00	0.00
			C58	Mesanine	11	0	4.70	5.88	0.00	0.00
			C59	Mesanine 1	11	0	4.70	5.88	0.00	0.00
			C60	Mesanine 2	10	0	4.28	5.35	0.00	0.00
Almacen 1er Piso	-	TA11	C61	Lavado de Bandejas	0	4	0.00	0.00	7.27	9.08
			C62	Sensor1	25	0	10.70	13.38	0	0
			C63	Sensor 2	21	0	8.99	11.24	0	0
			C64	Sensor 3	17	0	7.28	9.10	0	0
Aduana 1er Piso	-	TA12	C65	Sensor 4	21	0	8.99	11.24	0	0
			C66	Lavadero	18	0	7.71	9.63	0	0
			C67	Ingreso	14	0	5.99	7.49	0	0
Almacen 2do Piso	-	TA13	C68	Empaque Línea 3 - Ampliación	20	0	8.55	10.69	0	0
			C69	Sensor 1	22	0	9.42	11.77	0	0
			C70	Sensor 2	18	0	7.71	9.63	0	0
			C71	Sensor 3	22	0	9.42	11.77	0	0
			C72	Sensor 4	13	0	5.57	6.96	0	0
Aduana 2do Piso	-	TA14	C73	Sensor 5	14	0	5.99	7.49	0	0
			C74	Lavadero	18	0	7.71	9.63	0	0
			C75	Ingreso	14	0	5.99	7.49	0	0
			C76	Empaque Línea 4 - Ampliación	22	0	9.41	11.76	0	0

ANEXO 11. SELECCIÓN DE CALIBRE DE CONDUCTOR Y CÁLCULO DE CAÍDA DE TENSIÓN

11.1. CALIBRE DE CONDUCTORES PARA CABLEADO DE FUERZA ENTRE INTERRUPTORES TERMOMAGNETICOS Y CONTACTORES.⁷

SISTEMA	SUBSISTEMA	TABLERO	CIRCUITO	DESCRIPCION	N° luminarias 2x36w	N° luminarias 400w	Corriente de línea Ic	Idiseño= 1.25*Ic	Corriente de línea	Idiseño= 1.25*Ic	Factor de Corrección N° de Cables	Factor de Corrección temperatura 40°C	Corriente teórica It	Corriente teórica It	Calibre del conductor	Calibre del Conductor
CUARTO DE MASAS		TA1	C1	Iluminación 1	26	0	11.12	13.90	0.00	0.00	0.70	0.89	22.31	0.00	#10	-
			C2	Iluminación 2	26	0	11.12	13.90	0.00	0.00	0.70	0.89	22.31	0.00	#10	-
			C3	Iluminación Sistema Guerin	15	0	6.42		0.00	0.00	0.70	0.89	0.00	0.00	-	-
LAMINADO		TA 3	C4	Iluminación Suministro de Harina	24	0	10.26	12.83	0.00	0.00	0.70	0.89	20.59	0.00	#12	-
			C5	Laminado Línea 1 y Línea 2	0	8	0.00	0.00	14.55	18.19	0.70	0.89	0.00	29.19	-	#10
			C6	Laminado Línea 3 Y Línea 4	0	8	0.00	0.00	14.55	18.19	0.70	0.89	0.00	29.19	-	#10
LINEA 1	HORNO 1	TA 3	C7	Masas	0	9	0.00	0.00	16.37	20.46	0.70	0.89	0.00	32.84	-	#8
			C8	Pared Horno 1	13	0	5.56	6.95	0.00	0.00	0.70	0.89	11.16	0.00	#14	-
	EMPAQUE L1	TA 4	C9	Iluminacion Zona Ingreso	10	0	4.28	5.35	0.00	0.00	0.70	0.89	8.58	0.00	#14	-
			C10	Iluminacion Zona Sigress	11	0	4.70	5.88	0.00	0.00	0.70	0.89	9.44	0.00	#14	-
			C11	Iluminacion Zona Woodman 1	8	0	3.42	4.28	0.00	0.00	0.70	0.89	6.86	0.00	#14	-
			C12	Iluminacion Zona Woodman 2	12	0	5.13	6.42	0.00	0.00	0.70	0.89	10.30	0.00	#14	-
			C13	Iluminacion Superior Oficina Galletas	10	0	4.28	5.35	0.00	0.00	0.70	0.89	8.58	0.00	#14	-
			C14	Acarreo de producto	16	0	6.84	8.55	0.00	0.00	0.70	0.89	13.73	0.00	#14	-
			C15	Zona NKZ	10	0	4.28	5.35	0.00	0.00	0.70	0.89	8.58	0.00	#14	-
			C16	Corredor Horno 1 y Horno 2	22	0	9.41	11.76	0.00	0.00	0.70	0.89	18.88	0.00	#12	-
LINEA 2	HORNO 2	TA 3	C17	Corredor Horno 2 Y Horno 3	22	0	9.41	11.76	0.00	0.00	0.70	0.89	18.88	0.00	#12	-
			C18	Empaque Línea 2	31	0	13.26	16.57	0.00	0.00	0.70	0.89	26.60	0.00	#10	-
	EMPAQUE L2	TA 5	C19	Empaque Línea2	20	0	8.55	10.69	0.00	0.00	0.70	0.89	17.16	0.00	#12	-
			C20	Faja Horno 4	30	0	12.83	16.04	0.00	0.00	0.70	0.89	25.74	0.00	#10	-
			C21	Pasadizo Descarga de Producto (Ascensor)	21	0	8.98	11.23	0.00	0.00	0.70	0.89	18.02	0.00	#12	-
LINEA 3	EMPAQUE L3	TA 5	C22	Empaque Línea3	41	0	17.53	21.92	0.00	0.00	0.70	0.89	35.18	0.00	#8	-
			C23	Empaque Línea3	26	0	11.12	13.90	0.00	0.00	0.70	0.89	22.31	0.00	#10	-
			C24	Empaque Línea3	27	0	11.55	14.43	0.00	0.00	0.70	0.89	23.17	0.00	#10	-

Para el cableado de fuerza no se ha considerado evaluar la caída de tensión ya que la distancia de cableado necesaria por circuito no será mayor a 3 metros pues los tableros de control serán ubicados al costado de los tableros de interruptores termo magnéticos.

⁷ Se elige el calibre de conductor en función a la tabla de CEPER PIRELLI que indica la máxima corriente permitida por calibre de conductor, Ver Anexo

11.1. CALIBRE DE CONDUCTORES PARA CABLEADO DE FUERZA ENTRE INTERRUPTORES TERMOMAGNETICOS Y CONTACTORES.⁸

SISTEMA	SUBSISTEMA	TABLERO	CIRCUITO	DESCRIPCION	N° luminarias 2x36w	N° luminarias 400w	Corriente de línea Ic	Idiseño= 1.25*Ic	Corriente de línea	Idiseño= 1.25*Ic	Factor de Corrección N° de Cables	Factor de Corrección temperatura 40°C	Corriente teórica It	Corriente teórica It	Calibre del conductor	Calibre del Conductor
CUARTO DE MASAS		TA1	C1	Iluminación 1	26	0	11.12	13.90	0.00	0.00	0.70	0.89	22.31	0.00	#10	-
			C2	Iluminación 2	26	0	11.12	13.90	0.00	0.00	0.70	0.89	22.31	0.00	#10	-
			C3	Iluminación Sistema Guerin	15	0	6.42		0.00	0.00	0.70	0.89	0.00	0.00	-	-
LAMINADO		TA 3	C4	Iluminación Suministro de Harina	24	0	10.26	12.83	0.00	0.00	0.70	0.89	20.59	0.00	#12	-
			C5	Laminado Línea 1 y Línea 2	0	8	0.00	0.00	14.55	18.19	0.70	0.89	0.00	29.19	-	#10
			C6	Laminado Línea 3 Y Línea 4	0	8	0.00	0.00	14.55	18.19	0.70	0.89	0.00	29.19	-	#10
LINEA 1	EMPAQUE L1	TA 4	C7	Masas	0	9	0.00	0.00	16.37	20.46	0.70	0.89	0.00	32.84	-	#8
			C8	Pared Horno 1	13	0	5.56	6.95	0.00	0.00	0.70	0.89	11.16	0.00	#14	-
			C9	Iluminacion Zona Ingreso	10	0	4.28	5.35	0.00	0.00	0.70	0.89	8.58	0.00	#14	-
			C10	Iluminacion Zona Sigress	11	0	4.70	5.88	0.00	0.00	0.70	0.89	9.44	0.00	#14	-
			C11	Iluminacion Zona Woodman 1	8	0	3.42	4.28	0.00	0.00	0.70	0.89	6.86	0.00	#14	-
			C12	Iluminacion Zona Woodman 2	12	0	5.13	6.42	0.00	0.00	0.70	0.89	10.30	0.00	#14	-
			C13	Iluminacion Superior Oficina Galletas	10	0	4.28	5.35	0.00	0.00	0.70	0.89	8.58	0.00	#14	-
			C14	Acarreo de producto	16	0	6.84	8.55	0.00	0.00	0.70	0.89	13.73	0.00	#14	-
			C15	Zona NKZ	10	0	4.28	5.35	0.00	0.00	0.70	0.89	8.58	0.00	#14	-
			LINEA 2	EMPAQUE L2	TA 5	C16	Corredor Horno 1 y Horno 2	22	0	9.41	11.76	0.00	0.00	0.70	0.89	18.88
C17	Corredor Horno 2 Y Horno 3	22				0	9.41	11.76	0.00	0.00	0.70	0.89	18.88	0.00	#12	-
C18	Empaque Línea 2	31				0	13.26	16.57	0.00	0.00	0.70	0.89	26.60	0.00	#10	-
C19	Empaque Línea2	20				0	8.55	10.69	0.00	0.00	0.70	0.89	17.16	0.00	#12	-
C20	Faja Horno 4	30				0	12.83	16.04	0.00	0.00	0.70	0.89	25.74	0.00	#10	-
LINEA 3	EMPAQUE L3	TA 5	C21	Pasadizo Descarga de Producto (Ascensor)	21	0	8.98	11.23	0.00	0.00	0.70	0.89	18.02	0.00	#12	-
			C22	Empaque Línea3	41	0	17.53	21.92	0.00	0.00	0.70	0.89	35.18	0.00	#8	-
			C23	Empaque Línea3	26	0	11.12	13.90	0.00	0.00	0.70	0.89	22.31	0.00	#10	-
			C24	Empaque Línea3	27	0	11.55	14.43	0.00	0.00	0.70	0.89	23.17	0.00	#10	-

Para el cableado de fuerza no se ha considerado evaluar la caída de tensión ya que la distancia de cableado necesaria por circuito no será mayor a 3 metros pues los tableros de control serán ubicados al costado de los tableros de interruptores termo magnéticos.

⁸ Se elige el calibre de conductor en función a la tabla de CEPER PIRELLI que indica la máxima corriente permitida por calibre de conductor, Ver Anexo

11.1. CALIBRE DE CONDUCTORES PARA CABLEADO DE FUERZA ENTRE INTERRUPTORES TERMOMAGNETICOS Y CONTACTORES.⁹

SISTEMA	SUBSISTEMA	TABLERO	CIRCUITO	DESCRIPCION	N° luminarias 2x36w	N° luminarias 400w	Corriente de línea Ic	Idiseño= 1.25*Ic	Corriente de línea	Idiseño= 1.25*Ic	Factor de Corrección N° de Cables	Factor de Corrección temperatura 40°C	Corriente teórica It	Corriente teórica It	Calibre del conductor	Calibre del Conductor
LINEA 4	HORNO 4	TA 3	C25	Corredor Horno 3 y Horno 4	22	0	9.41	11.76	0.00	0.00	0.70	0.89	18.88	0.00	#12	-
			C26	Pared Horno 4	11	0	4.70	5.88	0.00	0.00	0.70	0.89	9.44	0.00	#14	-
	EMPAQUE L4	TA 6	C27	Alumbrado 1 (Banda enfriamiento 2do P)	16	0	6.84	8.55	0.00	0.00	0.70	0.89	13.73	0.00	#14	-
			C28	Alumbrado 2	25	0	10.69	13.36	0.00	0.00	0.70	0.89	21.45	0.00	#10	-
			C29	Alumbrado 3	24	0	10.26	12.83	0.00	0.00	0.70	0.89	20.59	0.00	#10	-
LINEA 5	HORNO W1 PRODUCCION	TA 7	C30	Alumbrado 4	17	0	7.27	9.09	0.00	0.00	0.70	0.89	14.59	0.00	#14	-
			C31	Horno Waffer	0	5	0.00	0.00	9.08	11.35	0.70	0.89	0.00	18.22	-	#12
			C32	Producción A	12	0	5.13	6.42	0.00	0.00	0.70	0.89	10.30	0.00	#14	-
			C33	Producción B	12	0	5.13	6.42	0.00	0.00	0.70	0.89	10.30	0.00	#14	-
LINEA 6	BAÑADORA	TA 7	C34	Bañadora 2 A	10	0	4.28	5.35	0.00	0.00	0.70	0.89	8.58	0.00	#14	-
			C35	Bañadora 2 B	10	0	4.28	5.35	0.00	0.00	0.70	0.89	8.58	0.00	#14	-
	EMPAQUE L5	TA 7	C36	Empaque Bañadora 2 A	10	0	4.28	5.35	0.00	0.00	0.70	0.89	8.58	0.00	#14	-
C37			Empaque Bañadora 2 B	10	0	4.28	5.35	0.00	0.00	0.70	0.89	8.58	0.00	#14	-	
LINEA 7	HORNO	TA 8	C38	Zona de transferencia	12	0	5.13	6.42	0.00	0.00	0.70	0.89	10.30	0.00	#14	-
			C39	Pasadizo Horno Waffer	18	0	7.70	9.62	0.00	0.00	0.70	0.89	15.45	0.00	#12	-
			C40	Horno Waffer Oreo	18	0	7.70	9.62	0.00	0.00	0.70	0.89	15.45	0.00	#12	-
	CORTADORA	TA 8	C41	Pasadizo Cortadora	14	0	5.99	7.48	0.00	0.00	0.70	0.89	12.01	0.00	#14	-
			C42	Cortadora 1 y 2	14	0	5.99	7.48	0.00	0.00	0.70	0.89	12.01	0.00	#14	-
	EMPAQUE	TA 8	C43	Empaque Waffer Oreo	12	0	5.13	6.42	0.00	0.00	0.70	0.89	10.30	0.00	#14	-
			C44	Pasadizo Empaque	12	0	5.13	6.42	0.00	0.00	0.70	0.89	10.30	0.00	#14	-
LINEA 8	BAÑADORA	TA 9	C45	Final de línea Waffer	12	0	5.13	6.42	0.00	0.00	0.70	0.89	10.30	0.00	#14	-
			C46	Cámara de baño	0	4	0.00	0.00	7.27	9.08	0.70	0.89	0.00	14.58	-	#14
	TUNEL DE ENFRIAMIENTO	TA 9	C47	Tunel de Enfriamiento izq. Lado W2	12	0	5.13	6.42	0.00	0.00	0.70	0.89	10.30	0.00	#14	-
			C48	Tunel de Enfriamiento der. Lado Alm. Mat P.	16	0	6.84	8.55	0.00	0.00	0.70	0.89	13.73	0.00	#14	-
	EMPAQUE	TA 9	C49	Empaque Techo Alto	12	0	5.13	6.42	0.00	0.00	0.70	0.89	10.30	0.00	#14	-
			C50	Empaque Techo Bajo	15	0	6.42	8.02	0.00	0.00	0.70	0.89	12.87	0.00	#14	-
			C51	Empacadora Woodman	15	0	6.42	8.02	0.00	0.00	0.70	0.89	12.87	0.00	#14	-
			C52	Final de Línea	8	0	3.42	4.28	0.00	0.00	0.70	0.89	6.86	0.00	#14	-

Para el cableado de fuerza no se ha considerado evaluar la caída de tensión ya que la distancia de cableado necesaria por circuito no será mayor a 3 metros pues los tableros de control serán ubicados al costado de los tableros de interruptores termo magnéticos..

⁹ Se elige el calibre de conductor en función a la tabla de CEPER PIRELLI que indica la máxima corriente permitida por calibre de conductor , Ver Anexo

11.1. CALIBRE DE CONDUCTORES PARA CABLEADO DE FUERZA ENTRE INTERRUPTORES TERMOMAGNETICOS Y CONTACTORES¹⁰

SISTEMA	SUBSISTEMA	TABLERO	CIRCUITO	DESCRIPCION	N° luminarias 2x36w	N° luminarias 400w	Corriente de línea Ic	Idiseño= 1.25*Ic	Corriente de línea	Idiseño= 1.25*Ic	Factor de Corrección N° de Cables	Factor de Corrección temperatura 40°C	Corriente teórica It	Corriente teórica It	Calibre del conductor	Calibre del Conductor
ZONA DE BANDEJAS	TRANSFERENCIA	TA10	C53	Zona de Bandejas	6	0	2.57	3.21	0.00	0.00	0.60	0.89	6.01	0.00	#14	-
			C54	Zona 1	6	0	2.57	3.21	0.00	0.00	0.60	0.89	6.01	0.00	#14	-
			C55	Zona 2	8	0	3.42	4.28	0.00	0.00	0.60	0.89	8.01	0.00	#14	-
			C56	Zona 3	18	0	7.70	9.62	0.00	0.00	0.60	0.89	18.02	0.00	#12	-
			C57	Zona 4	6	0	2.57	3.21	0.00	0.00	0.60	0.89	6.01	0.00	#14	-
			C58	Mesanine	11	0	4.70	5.88	0.00	0.00	0.60	0.89	11.01	0.00	#14	-
			C59	Mesanine 1	11	0	4.70	5.88	0.00	0.00	0.60	0.89	11.01	0.00	#14	-
			C60	Mesanine 2	10	0	4.28	5.35	0.00	0.00	0.60	0.89	10.01	0.00	#14	-
			C61	Lavado de Bandejas	0	4	0.00	0.00	7.27	9.08	0.60	0.89	0.00	17.01	-	#12
Almacen 1er Piso		TA11	C62	Sensor1	25	0	10.70	13.38	0	0	0.7	0.89	21.48	0	#10	-
			C63	Sensor 2	21	0	8.99	11.24	0	0	0.7	0.89	18.04	0	#12	-
			C64	Sensor 3	17	0	7.28	9.10	0	0	0.7	0.89	14.60	0	#14	-
			C65	Sensor 4	21	0	8.99	11.24	0	0	0.7	0.89	18.04	0	#12	-
Aduana 1er Piso		TA12	C66	Lavadero	18	0	7.71	9.63	0	0	0.7	0.89	15.46	0	#14	-
			C67	Ingreso	14	0	5.99	7.49	0	0	0.7	0.89	12.03	0	#14	-
			C68	Empaque Línea 3 - Ampliación	20	0	8.55	10.69	0	0	0.7	0.89	17.16	0	#12	-
Almacen 2do Piso		TA13	C69	Sensor 1	22	0	9.42	11.77	0	0	0.7	0.89	18.90	0	#12	-
			C70	Sensor 2	18	0	7.71	9.63	0	0	0.7	0.89	15.46	0	#12	-
			C71	Sensor 3	22	0	9.42	11.77	0	0	0.7	0.89	18.90	0	#12	-
			C72	Sensor 4	13	0	5.57	6.96	0	0	0.7	0.89	11.17	0	#14	-
			C73	Sensor 5	14	0	5.99	7.49	0	0	0.7	0.89	12.03	0	#14	-
Aduana 2do Piso		TA14	C74	Lavadero	18	0	7.71	9.63	0	0	0.7	0.89	15.46	0	#14	-
			C75	Ingreso	14	0	5.99	7.49	0	0	0.7	0.89	12.03	0	#14	-
			C76	Empaque Línea 4 - Ampliación	22	0	9.41	11.76	0	0	0.7	0.89	18.88	0	#12	-

Para el cableado de fuerza no se ha considerado evaluar la caída de tensión ya que la distancia de cableado necesaria por circuito no será mayor a 3 metros pues los tableros de control serán ubicados al costado de los tableros de interruptores termo magnéticos.

¹⁰ Se elige el calibre de conductor en función a la tabla de CEPER PIRELLI que indica la máxima corriente permitida por calibre de conductor, Ver Anexo

11.2. CALIBRE DE CONDUCTORES PARA CABLEADO DE SENSORES A MODULO DE ENTRADAS DE PLC ¹¹

Calculo de caída de tensión en cables de sensores										
** = Alimentación= 24 voltios / *** = Alimentación = 220 voltios										
Número de cables en tubería= 15										
Temperatura ambiente máxima en el interior de la planta = 40 °C										
		Descripción	Distancia* (m)	Corriente Sensor(mA)	Factor por # Cables en tubería	Factor por temperatura 40°C	Corriente Teórica (mA)	Coficiente (18 AWG)	Caída de tensión (V)	Máxima caída de tensión (V)
Primer Piso	Almacén	Sensor 1**	36.70	14	0.70	0.89	22.47	51.70	0.03	1.20
		Sensor 2**	21.50	14	0.70	0.89	22.47	51.70	0.02	1.20
		Sensor 3**	29.00	14	0.70	0.89	22.47	51.70	0.02	1.20
		Sensor 4**	40.50	14	0.70	0.89	22.47	51.70	0.03	1.20
		Fotoeléctrico***	25.00	30	0.70	0.89	48.15	51.70	0.04	11.00
	Aduana	Sensor 1 **	10.00	14	-	0.89	15.73	51.70	0.02	1.20
Segundo Piso	Almacén	Sensor 1**	54.00	14	0.70	0.89	22.47	51.70	0.04	1.20
		Sensor 2 **	31.00	14	0.70	0.89	22.47	51.70	0.02	1.20
		Sensor 3 **	19.00	14	0.70	0.89	22.47	51.70	0.01	1.20
		Sensor 4 **	34.00	14	0.70	0.89	22.47	51.70	0.02	1.20
		Sensor 5 **	49.00	14	0.70	0.89	22.47	51.70	0.04	1.20
		Fotoeléctrico***	29.50	30	0.70	0.89	48.15	51.70	0.05	11.00
	Aduana	Sensor 1 **	18.00	14	-	0.89	15.73	51.70	0.03	1.20

Como puede observarse la caída de tensión no pasa de 0.04 voltios considerando un cable de calibre # 18AWG. Dado que este calibre de cable esta sobredimensionado para la cantidad de corriente que pasará por el conductor, puede elegirse también un cable # 20 AWG.

¹¹ Las constantes y valores empleados para el calculo de calibre de conductor son basados en las tablas de CEPER PIRELLI

Se elige el calibre de conductor en función a la tabla de CEPER PIRELLI que indica la máxima corriente permitida por calibre de conductor , Ver Anexo

11.3. CALIBRE DE CONDUCTORES PARA CABLEADO DE BOBINAS DE CONTACTORES A LOS MODULOS DE SALIDA DE PLC1 Y PLC2¹²

Calculo de caída de tensión en cableado de mando de bobinas de contactores a tablero de Control de PLC 1															
Alimentación = 220 voltios															
Temperatura ambiente máxima en el interior de la planta = 40 °C															
Tablero de interruptores	Tablero de Control	N° Contactores	Ibobina (mA)	Icomun (mA)	N°Conductores	Idiseño (mA)	Factor por # Cables en tubería	Factor de Corrección temperatura 40°C	Corriente teórica It(mA)	Corriente teórica Común It(mA)	Distancia (m) a tablero principal	Coefficient e (18 AWG)	Caída de tensión (V)	Máxima Caída de tensión (V) 5%	Total Cable (m)
TA4	TA3	7	113	791	8	141.25	0.7	0.89	226.73	1813.80	35	50.70	4.02	11.00	280
TA5	TA4	7	113	791	8	141.25	0.7	0.89	226.73	1813.80	22	50.70	2.53	11.00	176
TA6	TA5	4	113	452	5	141.25	0.8	0.89	198.38	991.92	35	50.70	3.52	11.00	175
TA7	TA6	7	113	791	8	141.25	0.7	0.89	226.73	1813.80	48	50.70	5.52	11.00	384
TA11	TA10	7	113	791	8	141.25	0.7	0.89	226.725522	1813.80	22	50.70	2.02	11.00	176
TA12															
TA13															
TA14	TA11	8	113	904	9	141.25	0.7	0.89	226.725522	2040.53	10	50.70	1.03	11.00	

Calculo de caída de tensión en cableado de mando de bobinas de contactores a tablero de Control de PLC 2															
Alimentación = 220 voltios															
Temperatura ambiente máxima en el interior de la planta = 40 °C															
Tablero de interruptores	Tablero de Control	N° Contactores	Ibobina (mA)	Icomun (mA)	N°Conductores	Idiseño (mA)	Factor por # Cables en tubería	Factor por temperatura 40°C	Corriente teórica It(mA)	Corriente teórica Común It(mA)	Distancia (m) a tablero principal	Coefficient e (18 AWG)	Caída de tensión (V)	Máxima Caída de tensión (V) 5%	Total Cable (m)
TA1	TA1	4	113	452	5	141.25	0.8	0.89	198.38	991.92	90	50.70	4.53	11.00	450
TA2															
TA3	TA2	8	113	904	9	141.25	0.7	0.89	226.73	2040.53	65	50.70	6.72	11.00	585
TA8	TA7	8	113	904	9	141.25	0.7	0.89	226.73	2040.53	1	50.70	0.10	11.00	9
TA9	TA8	7	113	791	8	141.25	0.7	0.89	226.73	1813.80	33	50.70	3.03	11.00	
TA10	TA9	9	113	1017	10	141.25	0.7	0.89	226.73	2267.26	48	50.70	5.52	11.00	480

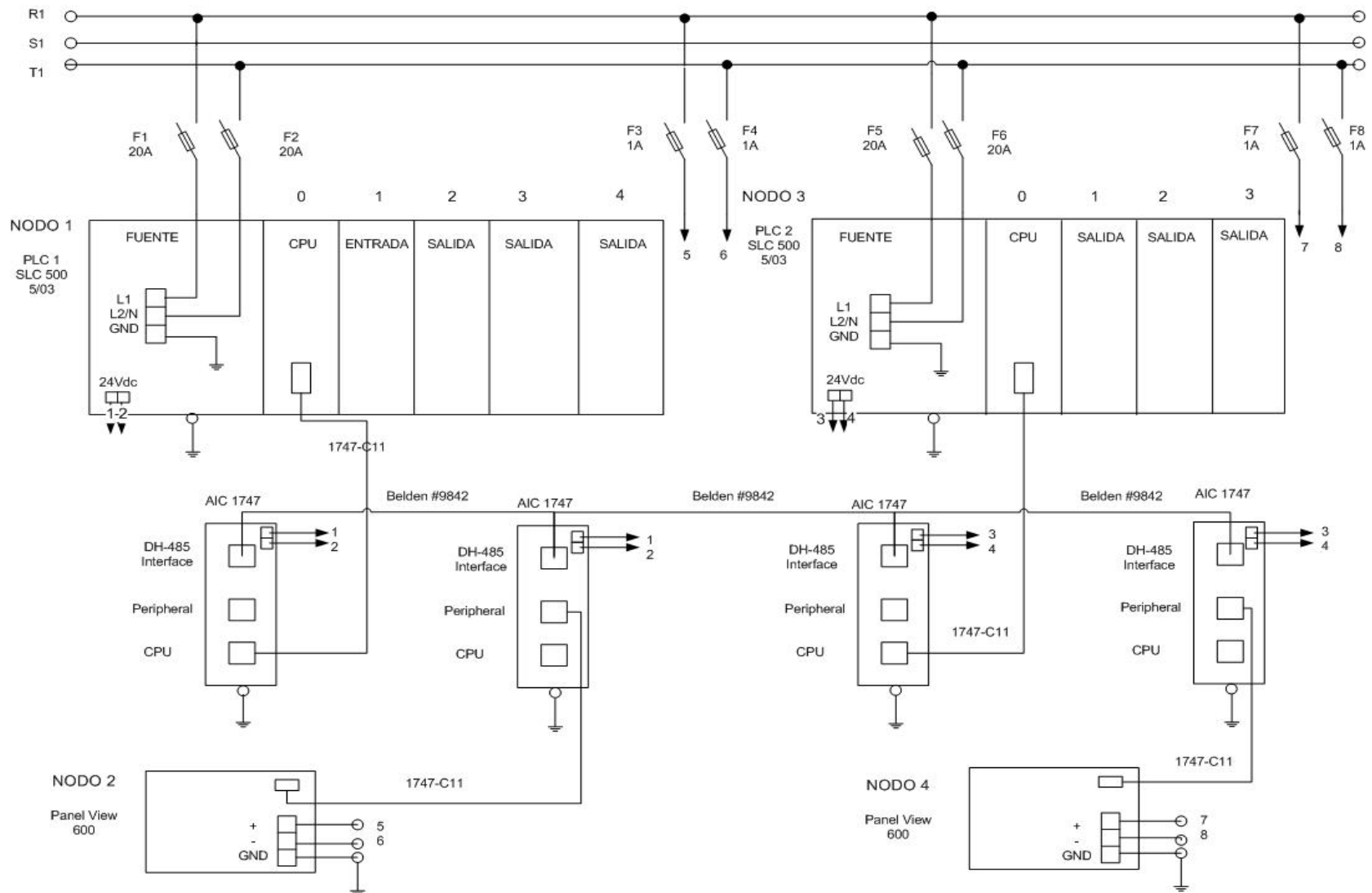
Como puede observarse la caída de tensión no pasa de 6.72 voltios considerando un cable de calibre # 18AWG. Dado que este calibre esta sobredimensionado para la cantidad de corriente que pasará por el conductor, puede elegirse también un cable # 20 AWG.

¹² Las constantes y valores empleados para el calculo de calibre de conductor son basados en las tablas de CEPER PIRELLI

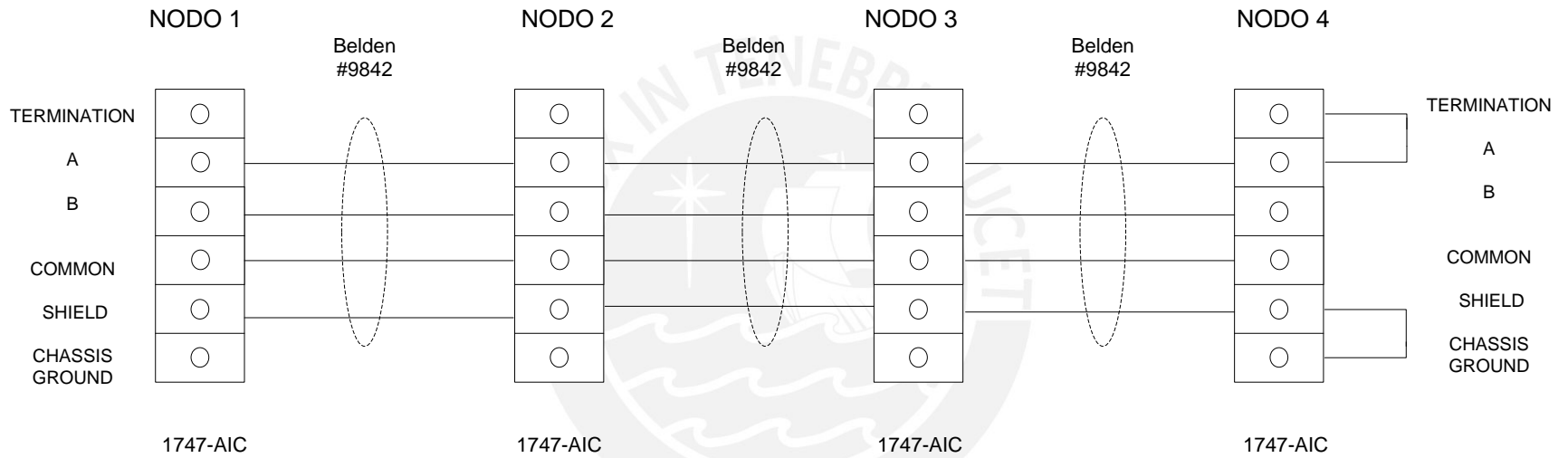
Se elige el calibre de conductor en función a la tabla de CEPER PIRELLI que indica la máxima corriente permitida por calibre de conductor , Ver Anexo

ANEXO 12. DIAGRAMAS DE CONEXIONES

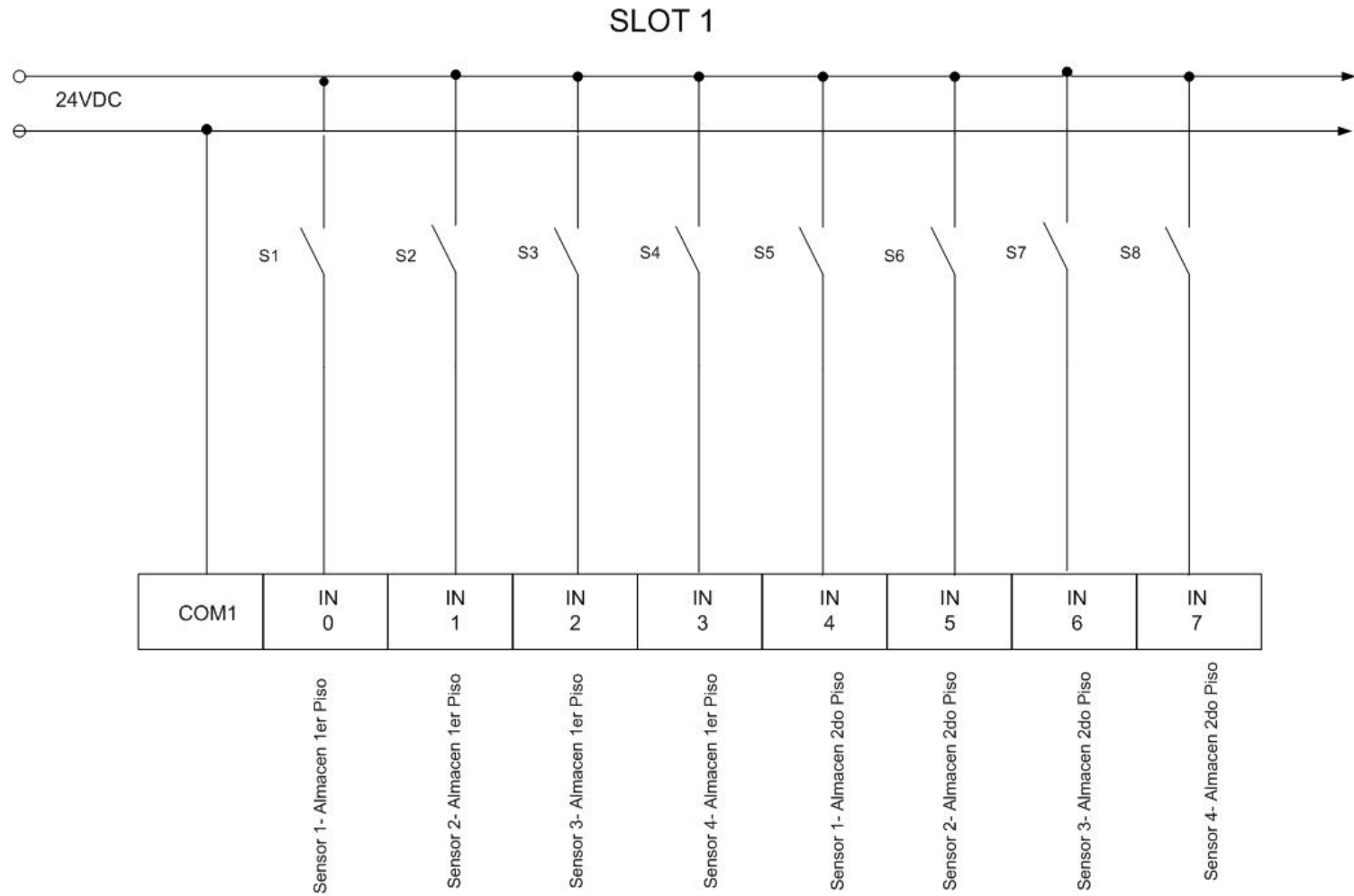
12.1. CONEXIONES ENTRE LOS CONTROLADORES Y PANELES DE OPERADOR



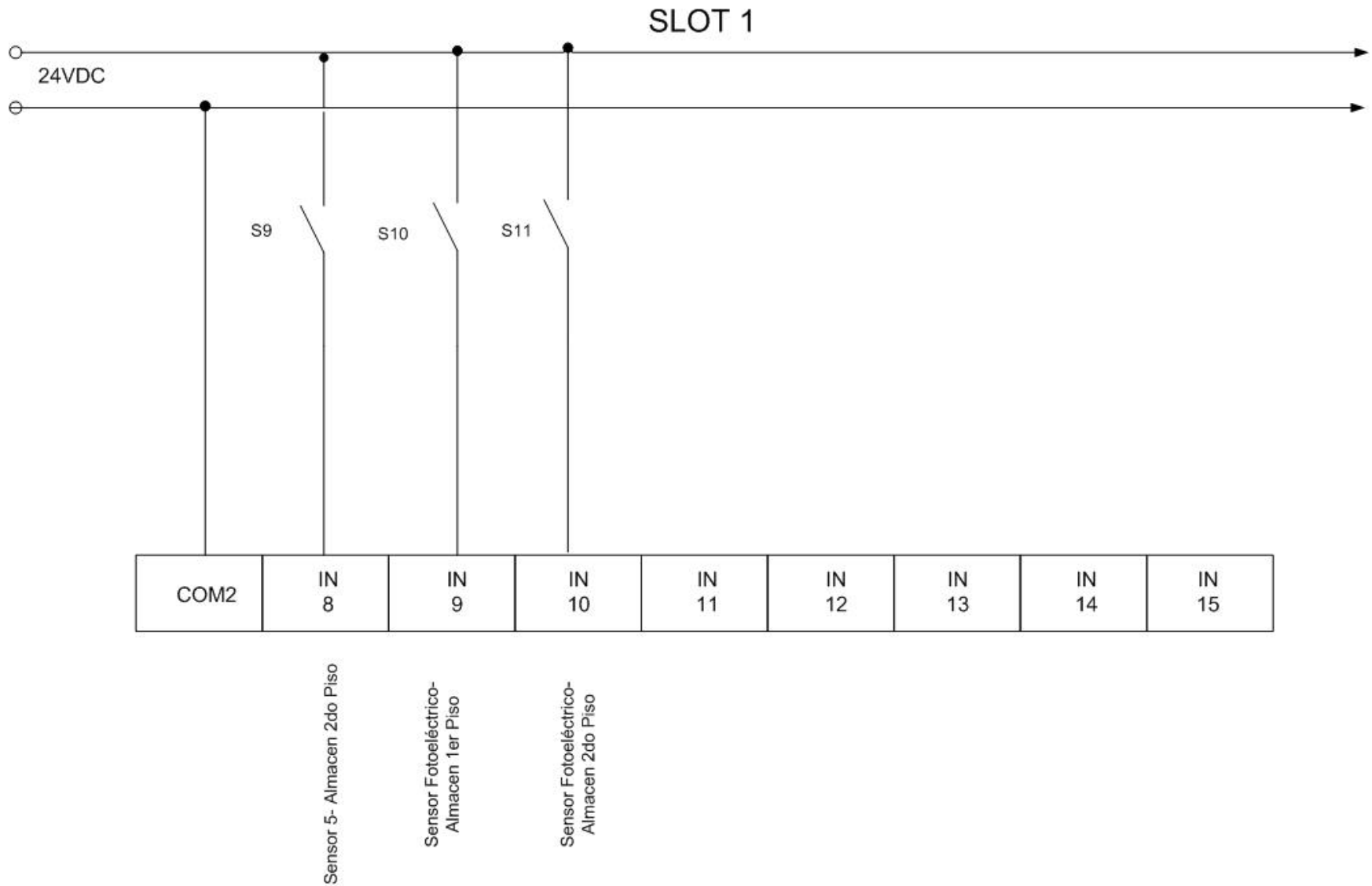
12.2. CONEXIONES DE CABLE DE RED BELDDEN #9872 A ACOPLADORES DE INTERFACE.



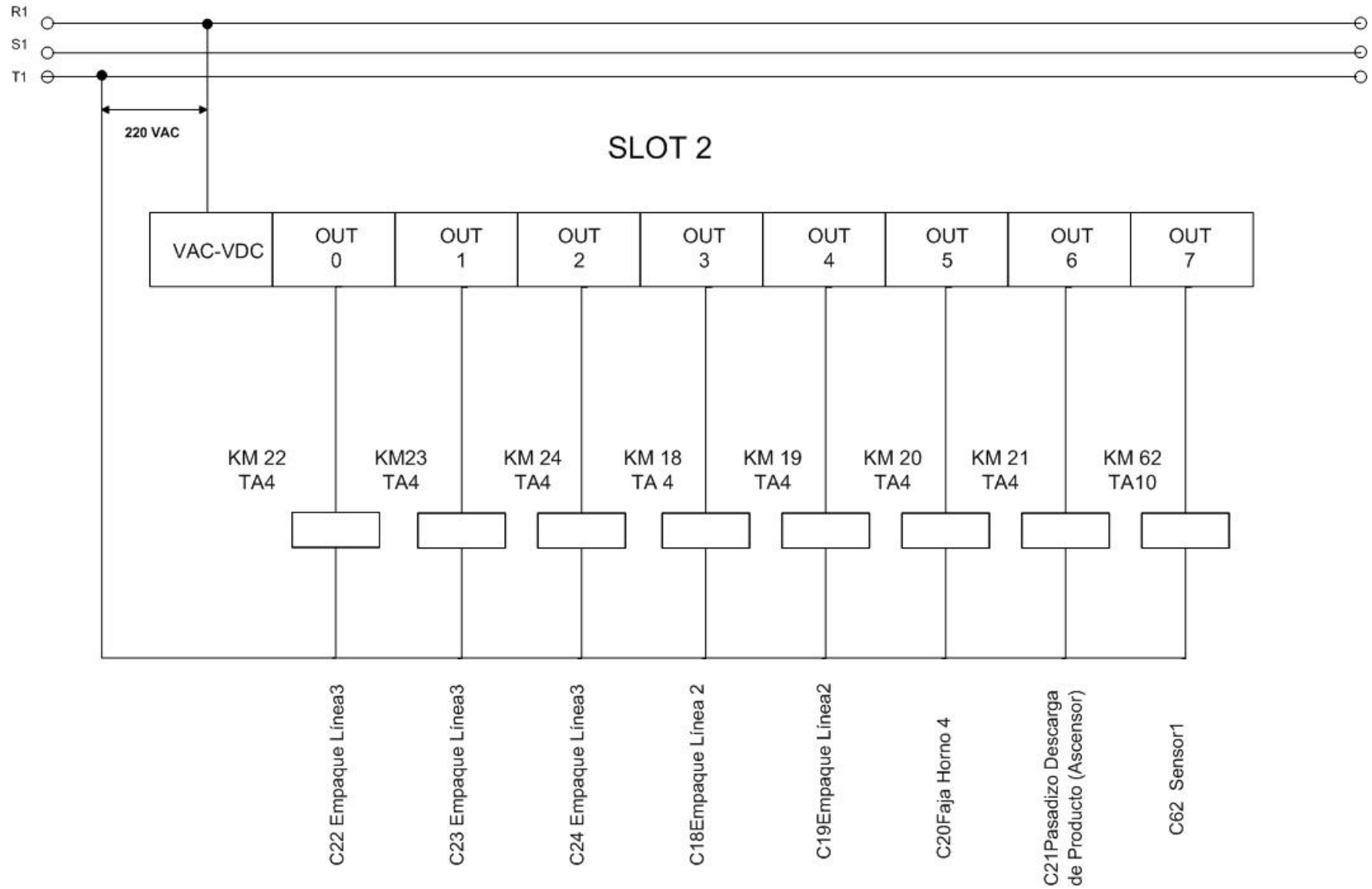
12.3. CONEXIONES DE LOS SENSORES AL MODULO DE ENTRADAS PLC1



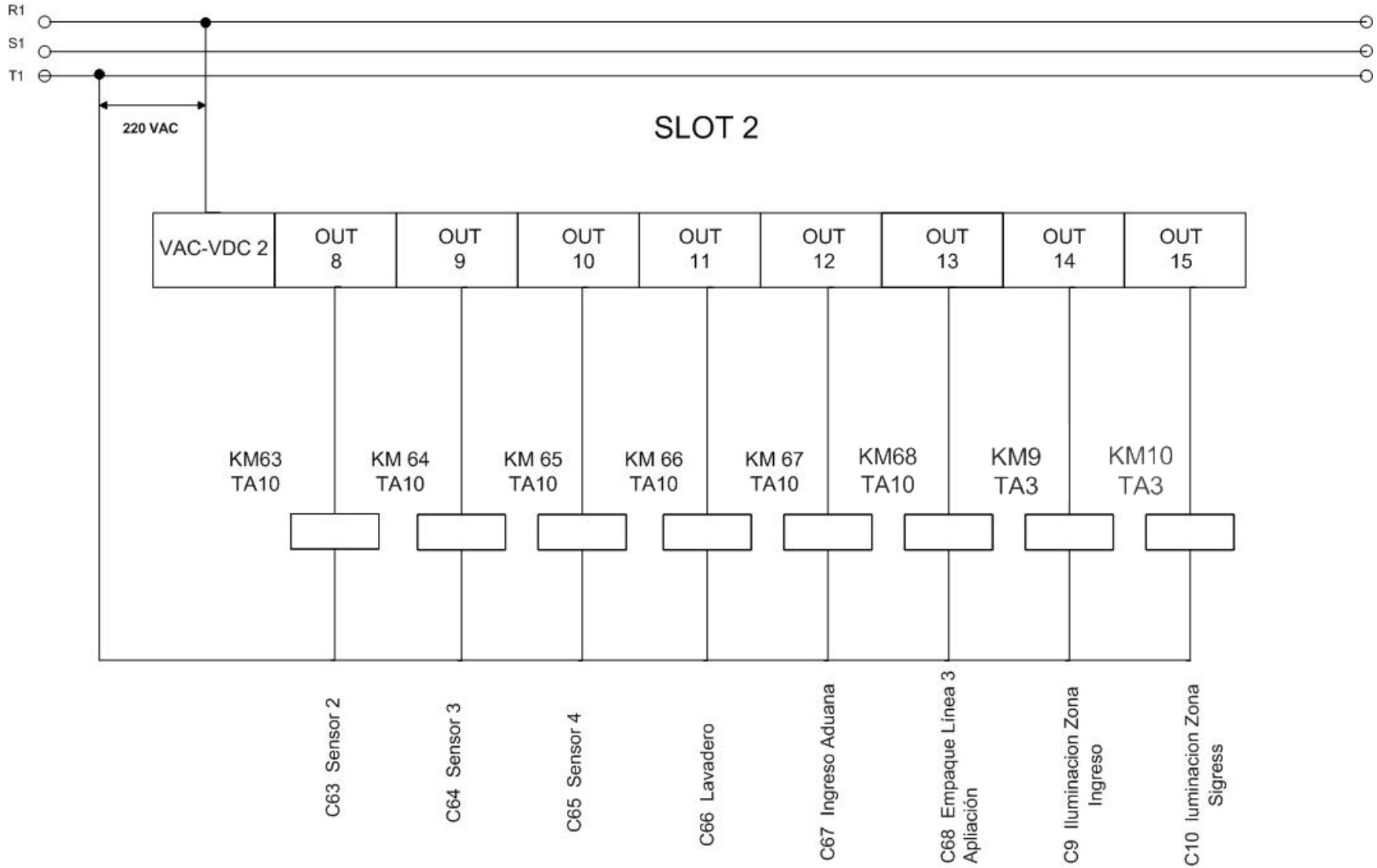
12.3. CONEXIONES DE LOS SEÑAL DE SALIDA DE SENSORES AL MODULO DE ENTRADAS PLC1



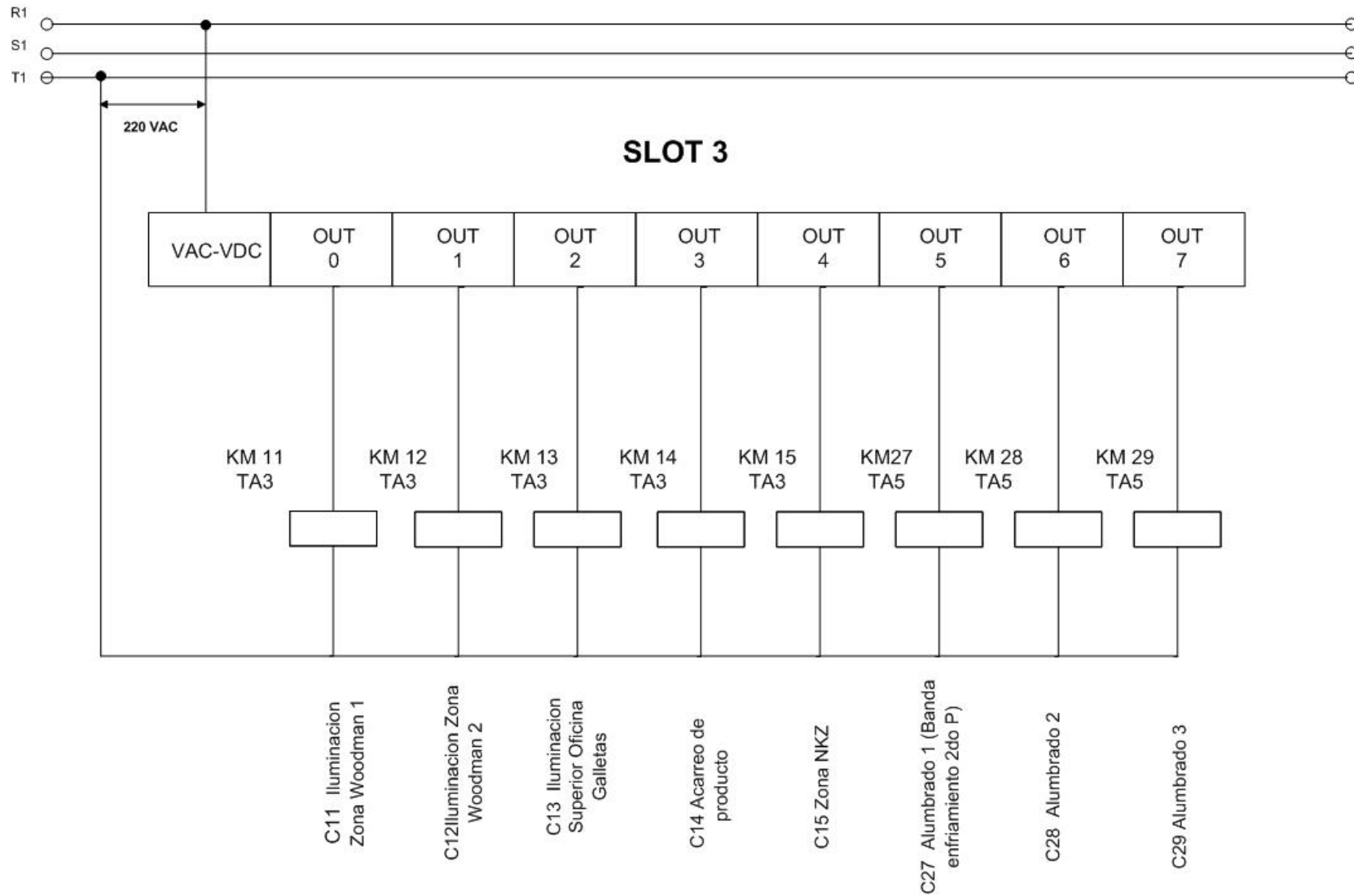
12.4. CONEXIONES DE BOBINAS DE CONTACTORES A LOS MÓDULOS DE SALIDA DE PLC1



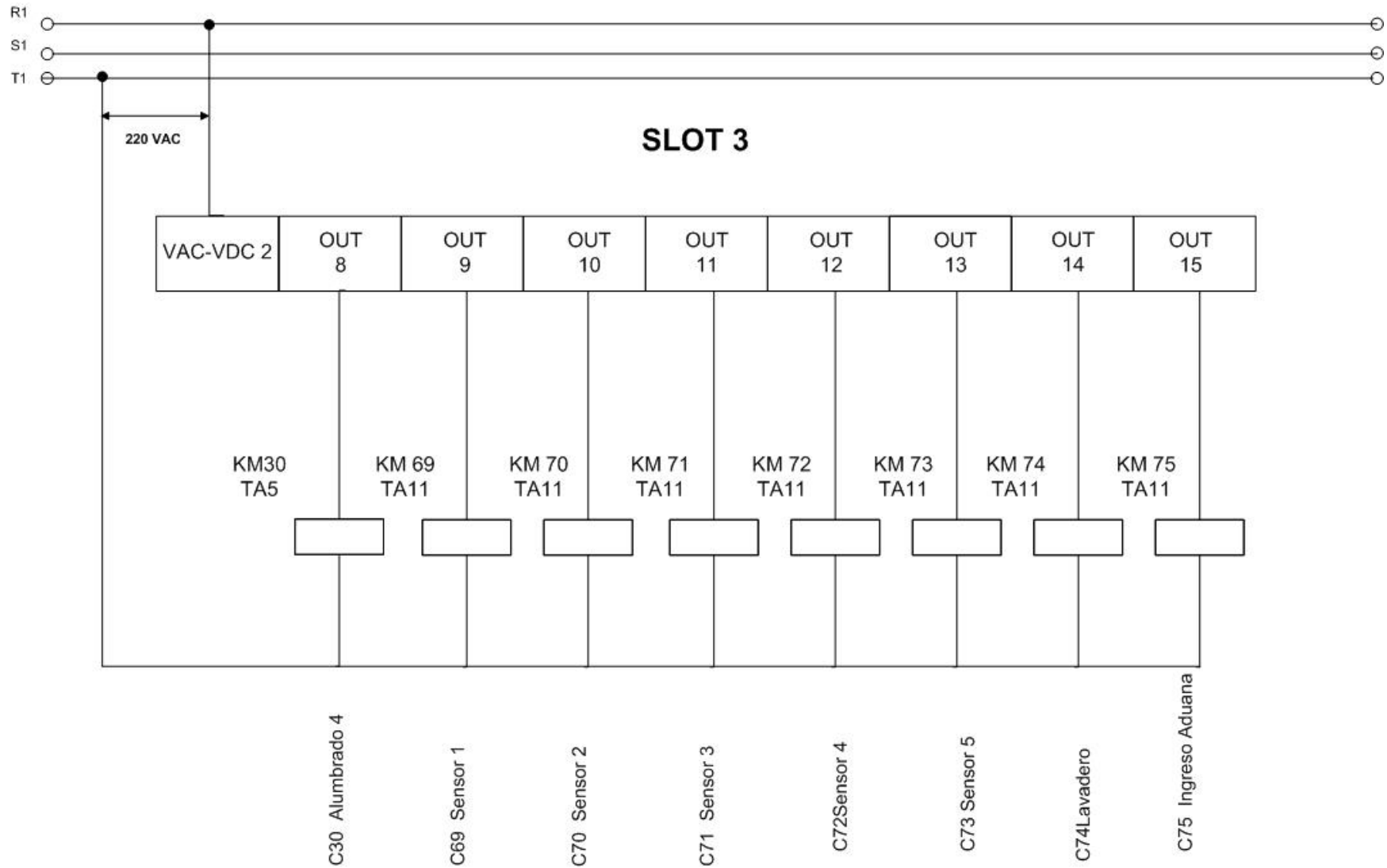
12.4. CONEXIONES DE BOBINAS DE CONTACTORES A LOS MÓDULOS DE SALIDA DE PLC1



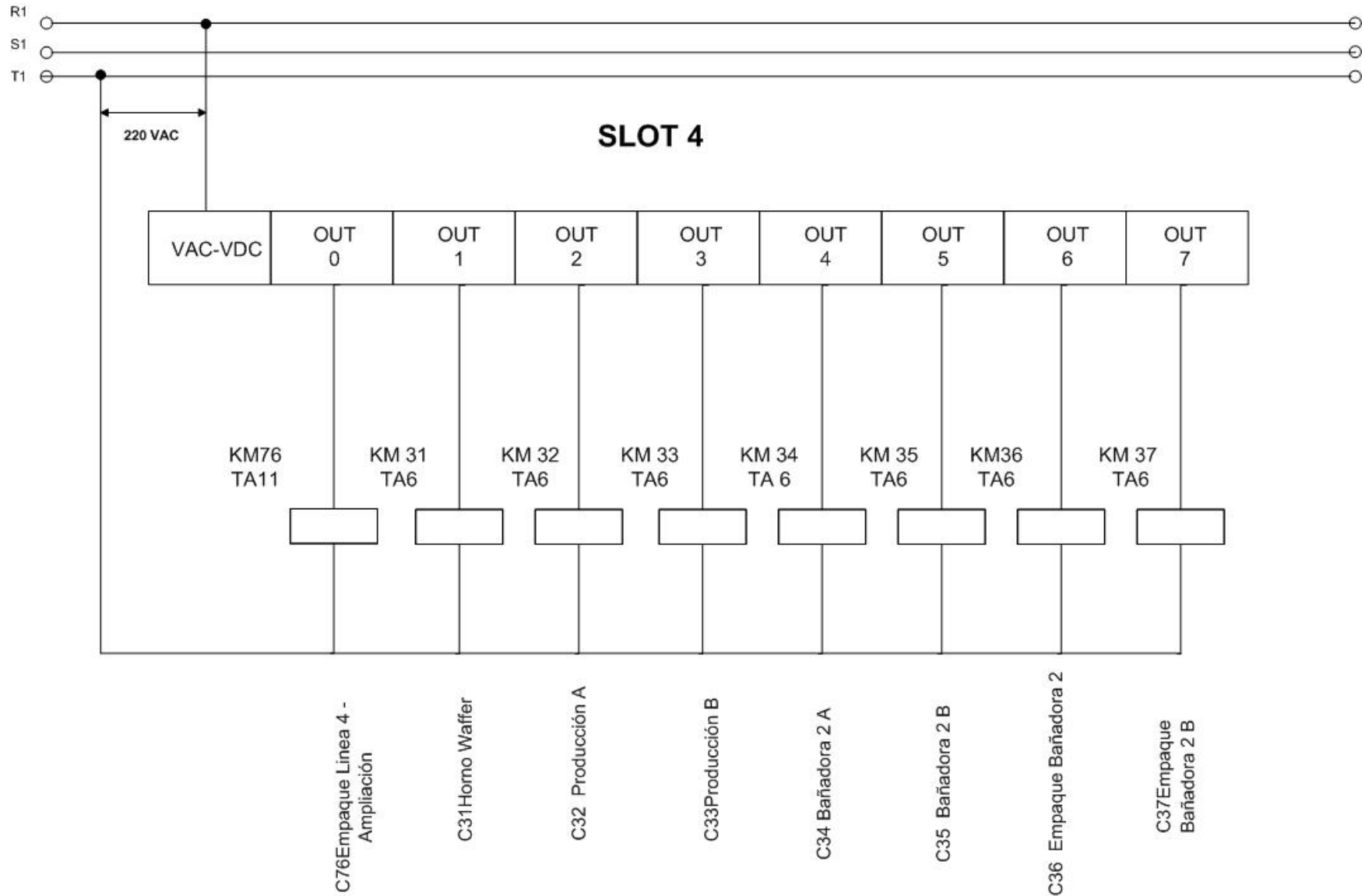
12.4. CONEXIONES DE BOBINAS DE CONTACTORES A LOS MÓDULOS DE SALIDA DE PLC1



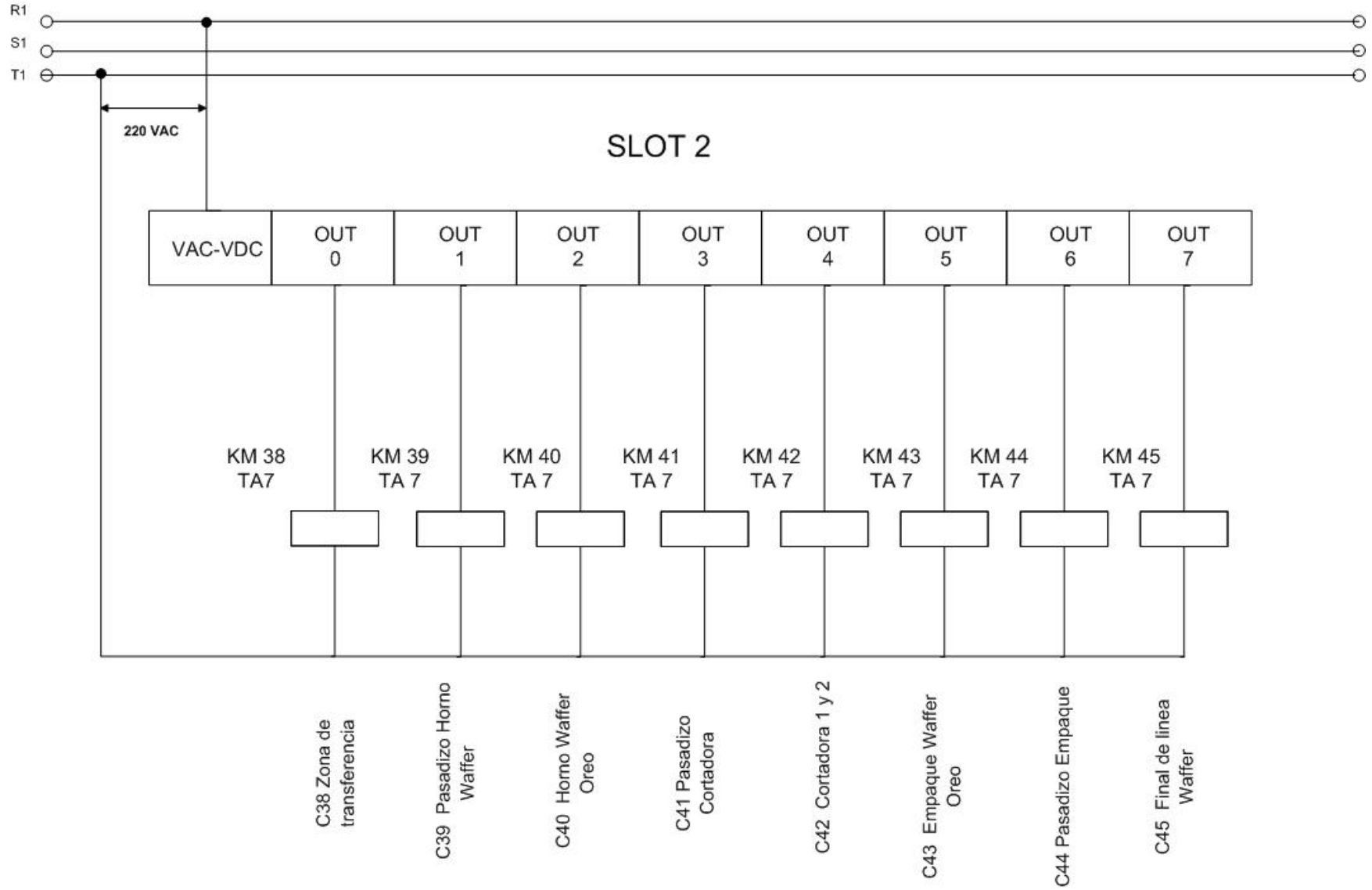
12.4. CONEXIONES DE BOBINAS DE CONTACTORES A LOS MÓDULOS DE SALIDA DE PLC1



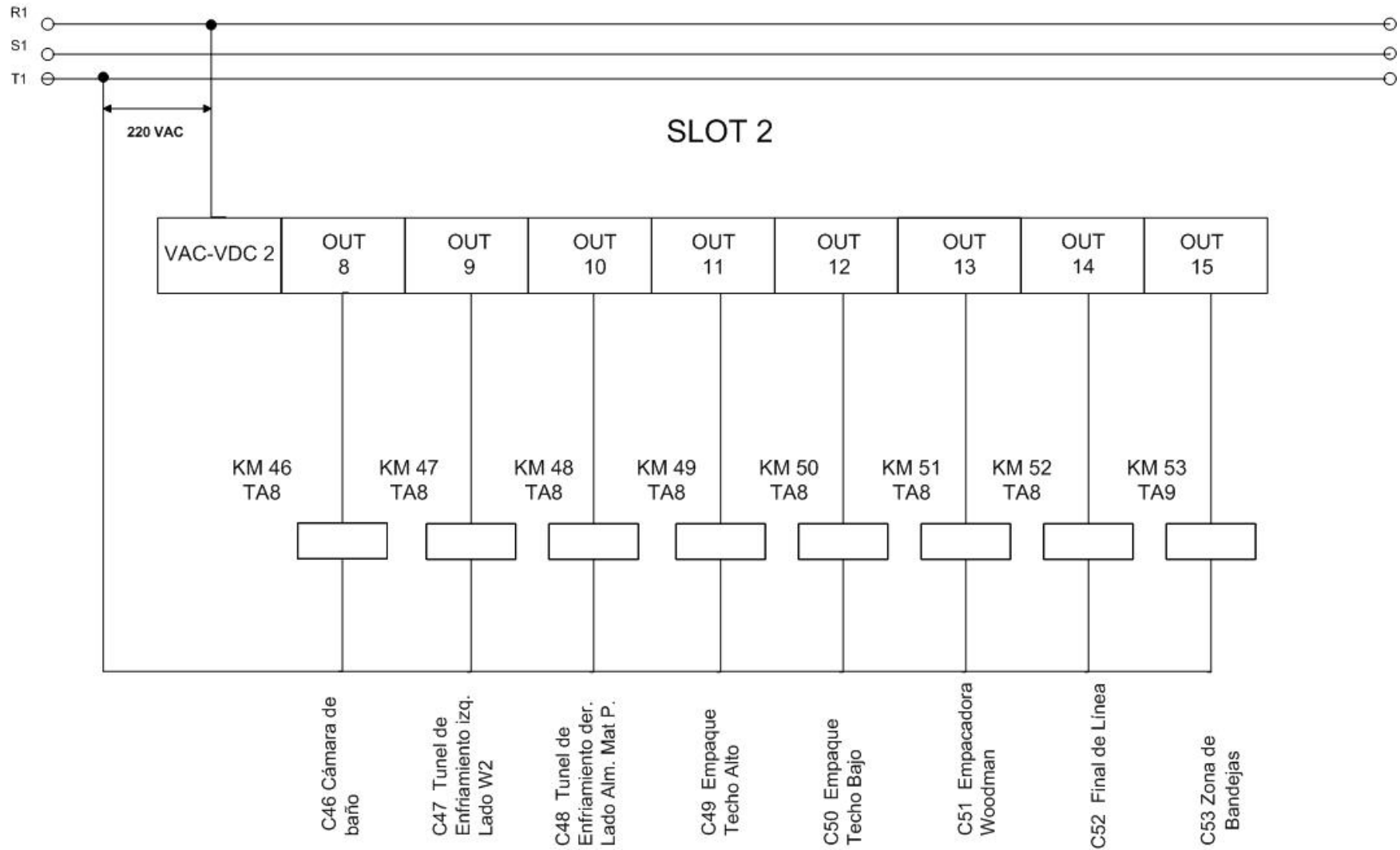
12.4. CONEXIONES DE BOBINAS DE CONTACTORES A LOS MÓDULOS DE SALIDA DE PLC1



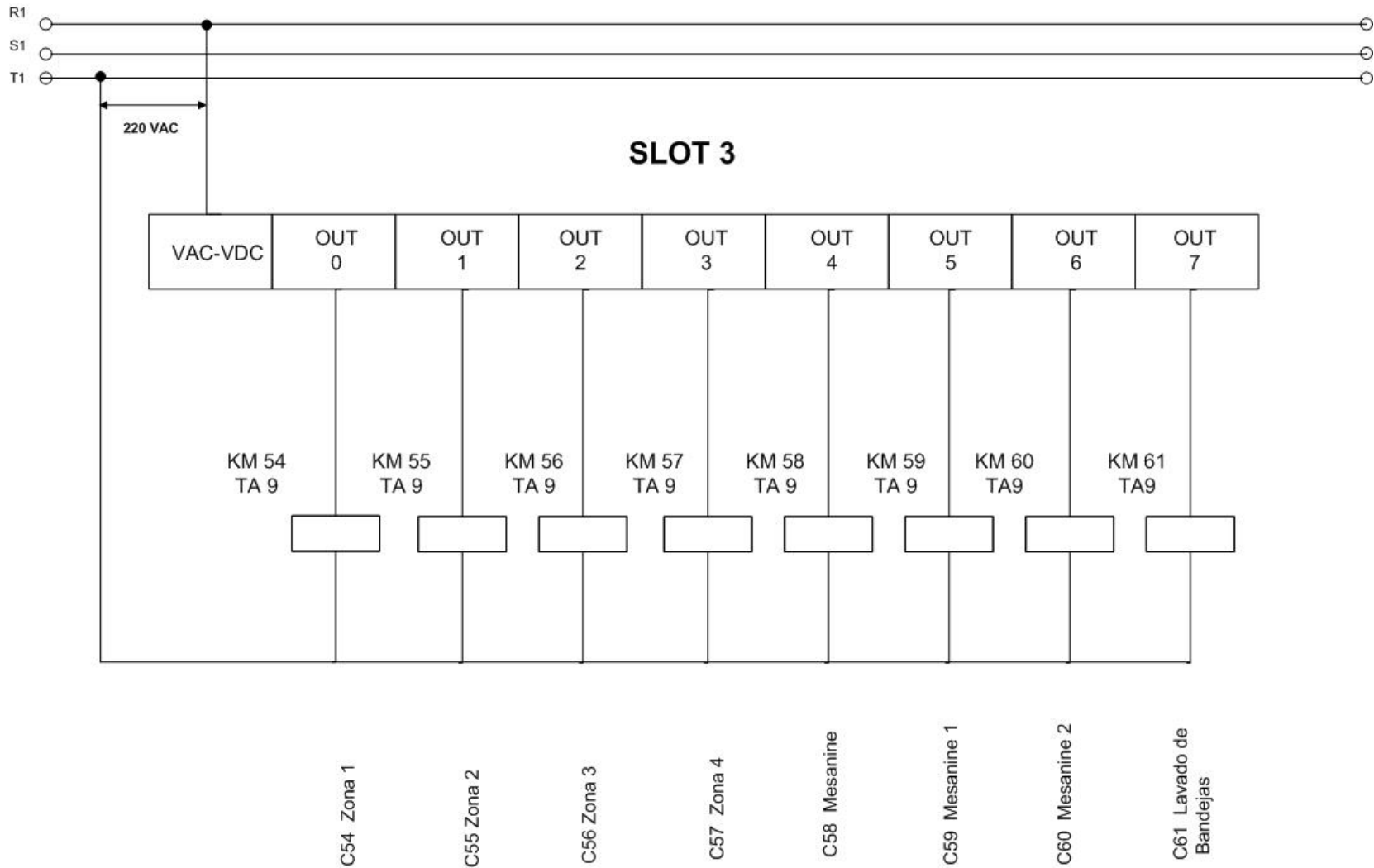
12.5. CONEXIONES DE BOBINAS DE CONTACTORES A LOS MÓDULOS DE SALIDA DE PLC2



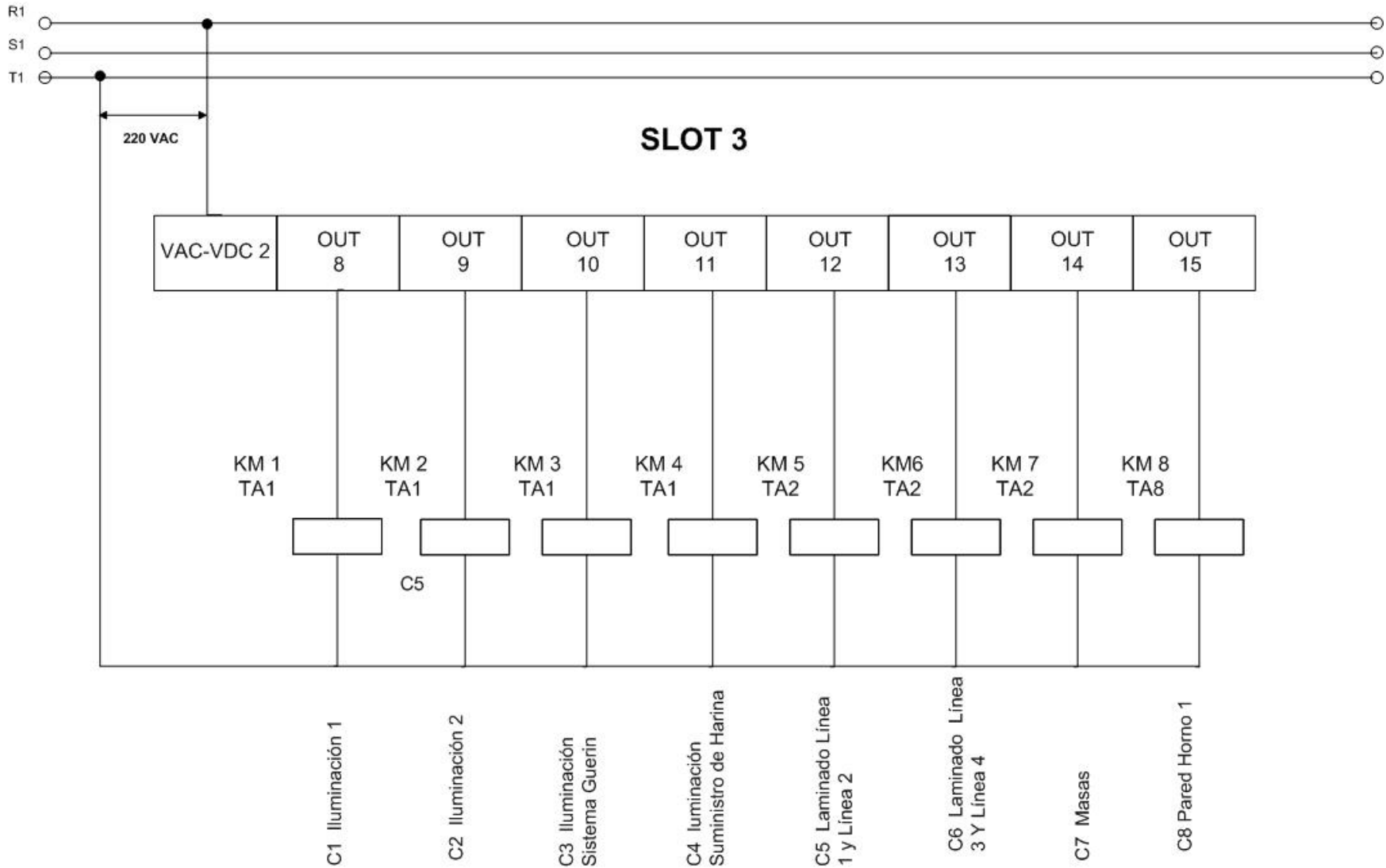
12.5. CONEXIONES DE BOBINAS DE CONTACTORES A LOS MÓDULOS DE SALIDA DE PLC2



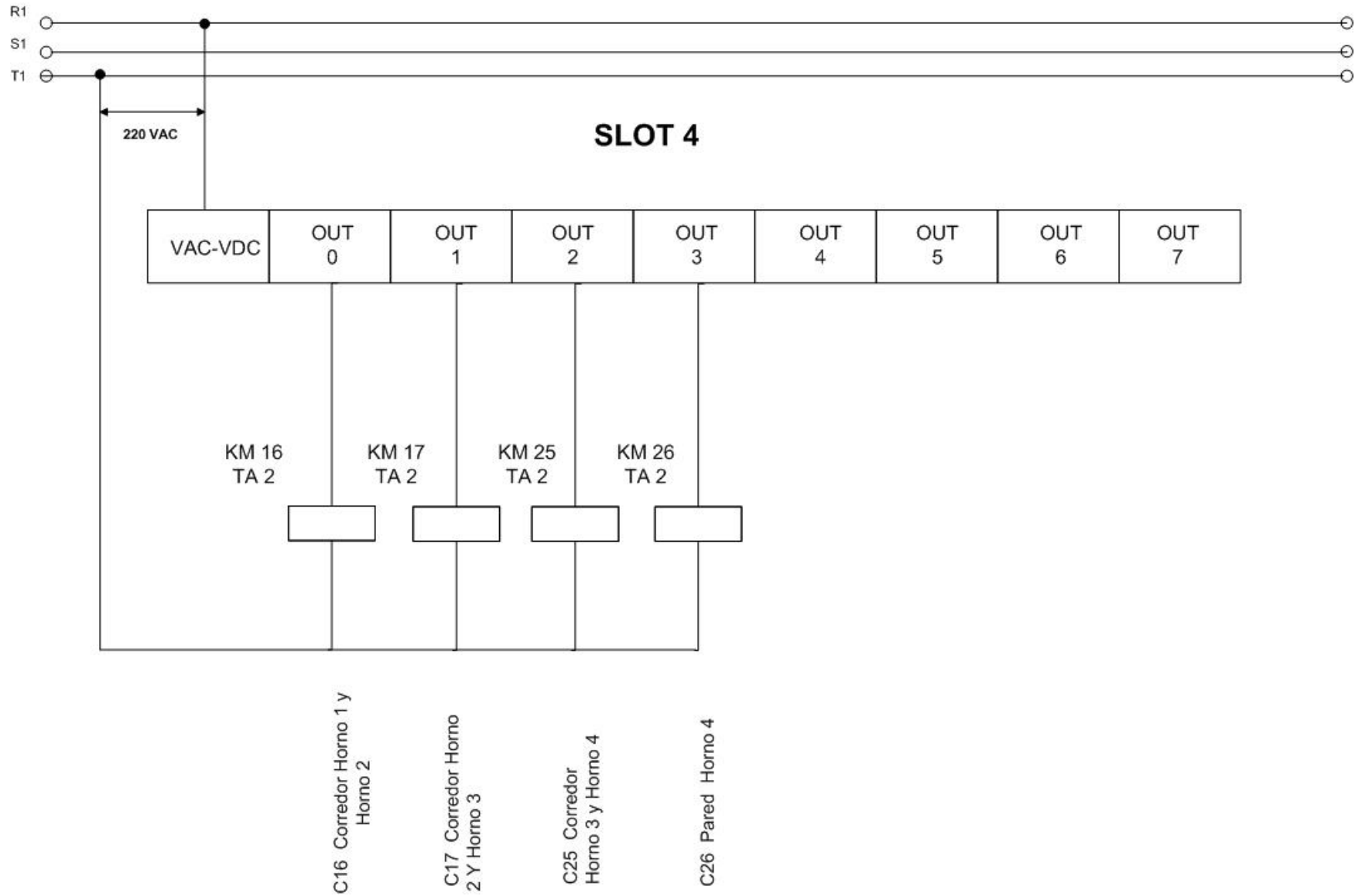
12.5. CONEXIONES DE BOBINAS DE CONTACTORES A LOS MÓDULOS DE SALIDA DE PLC2



12.5. CONEXIONES DE BOBINAS DE CONTACTORES A LOS MÓDULOS DE SALIDA DE PLC2

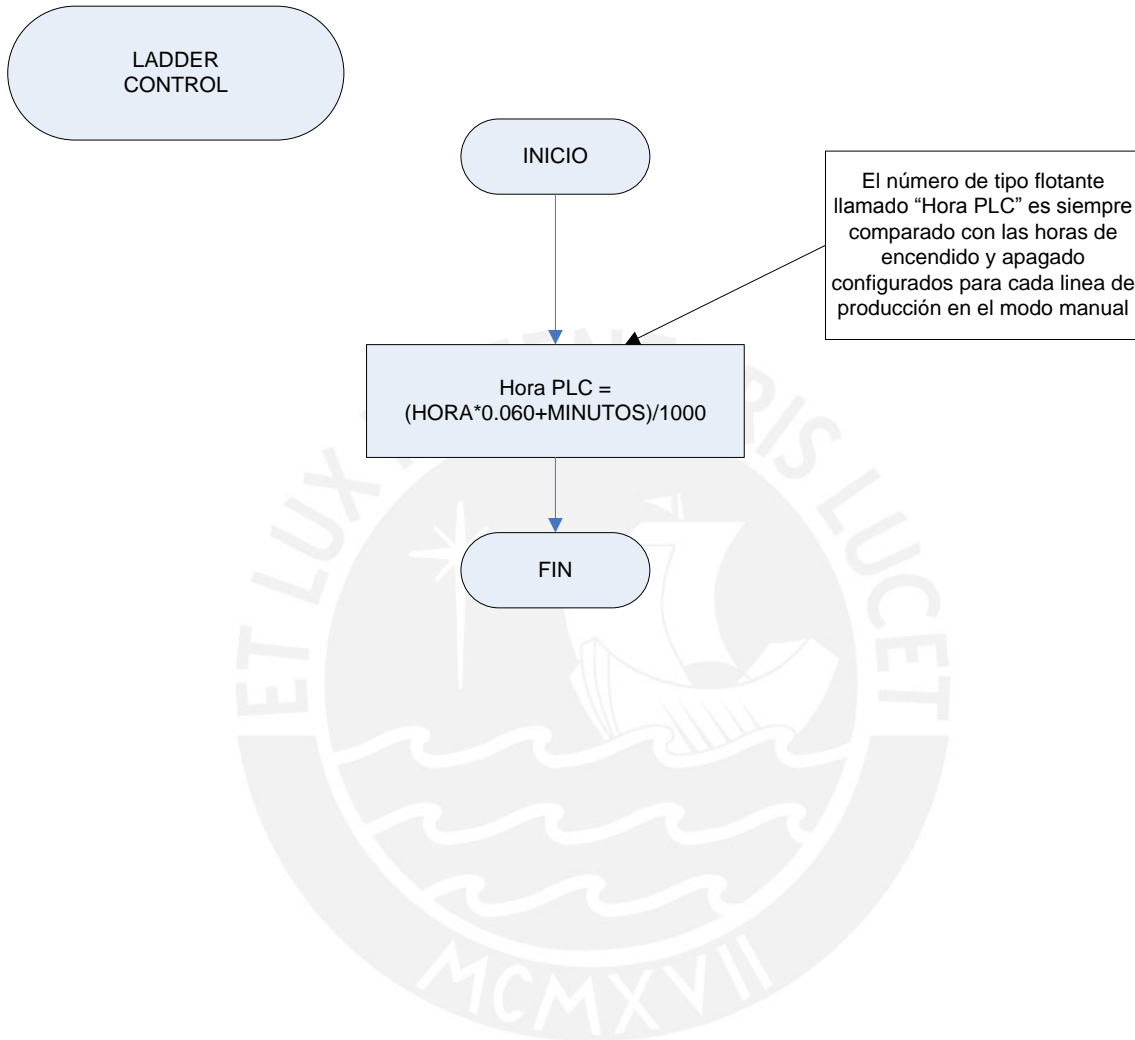


12.5. CONEXIONES DE BOBINAS DE CONTACTORES A LOS MÓDULOS DE SALIDA DE PLC2

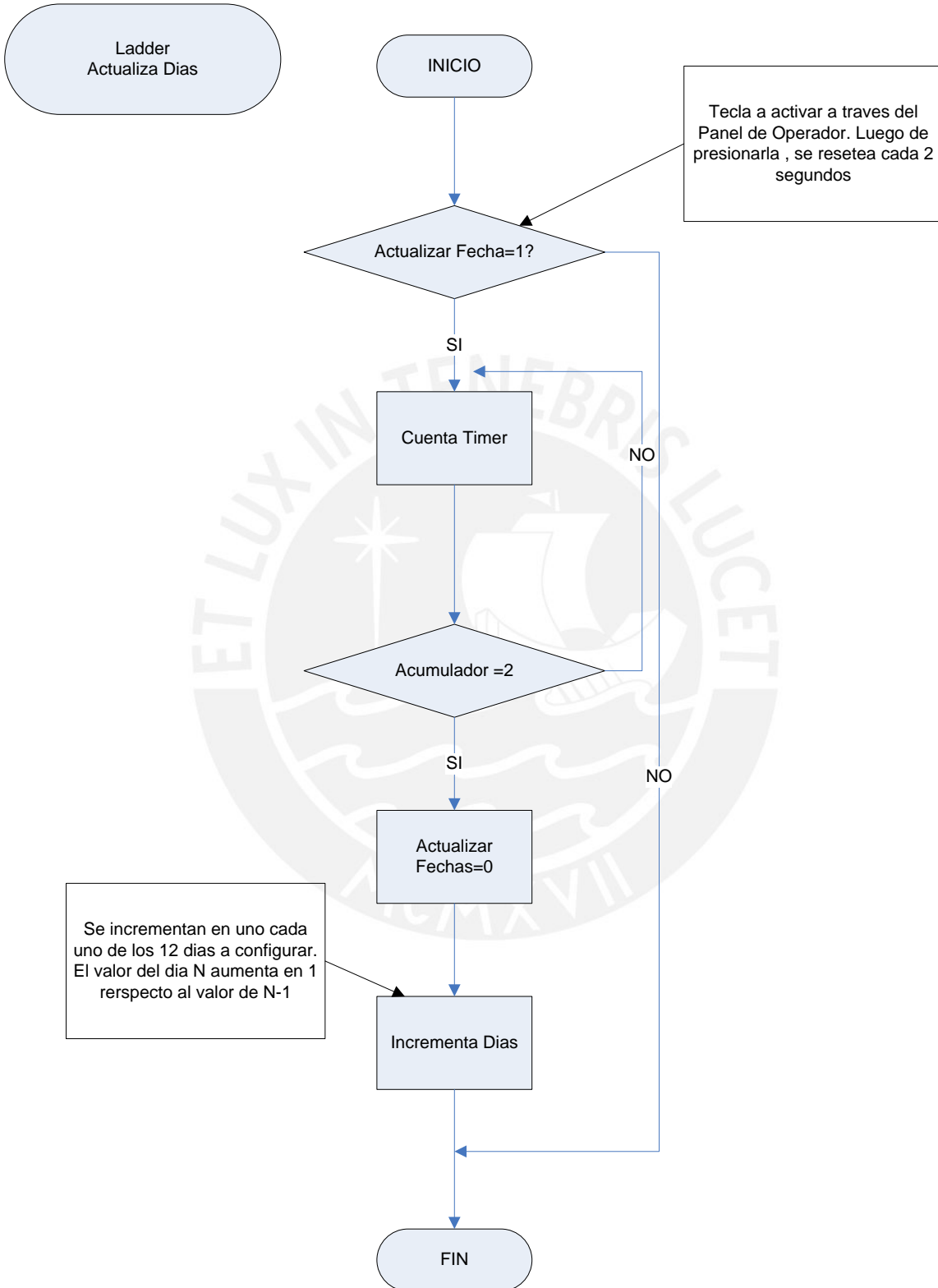


ANEXO 13. DIAGRAMAS DE FLUJO DE SUBROUTINAS IMPLEMENTADAS EN LENGUAJE LADDER

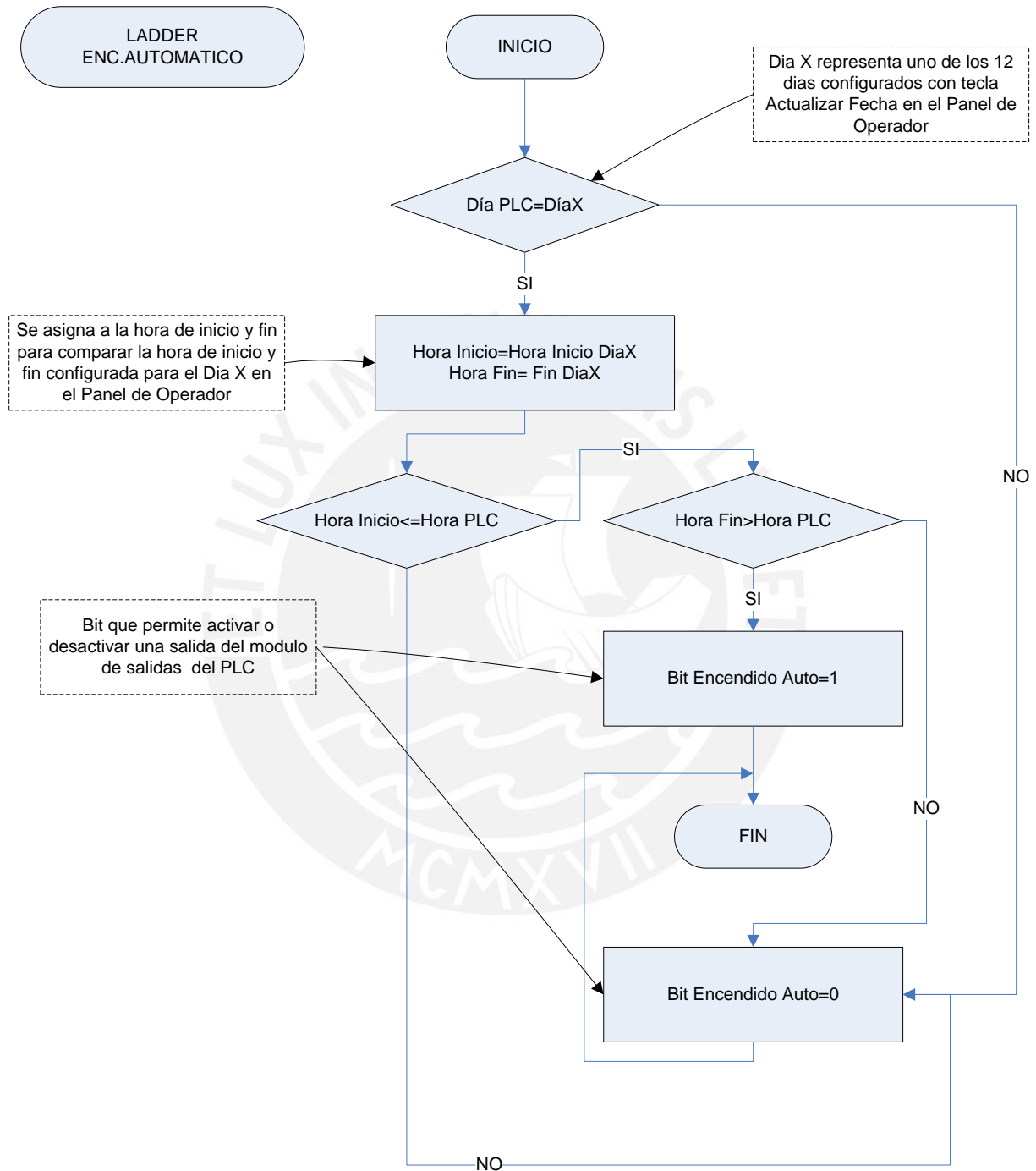
13.1. SUBROUTINA CONTROL



13.2. SUBROUTINA DIAS

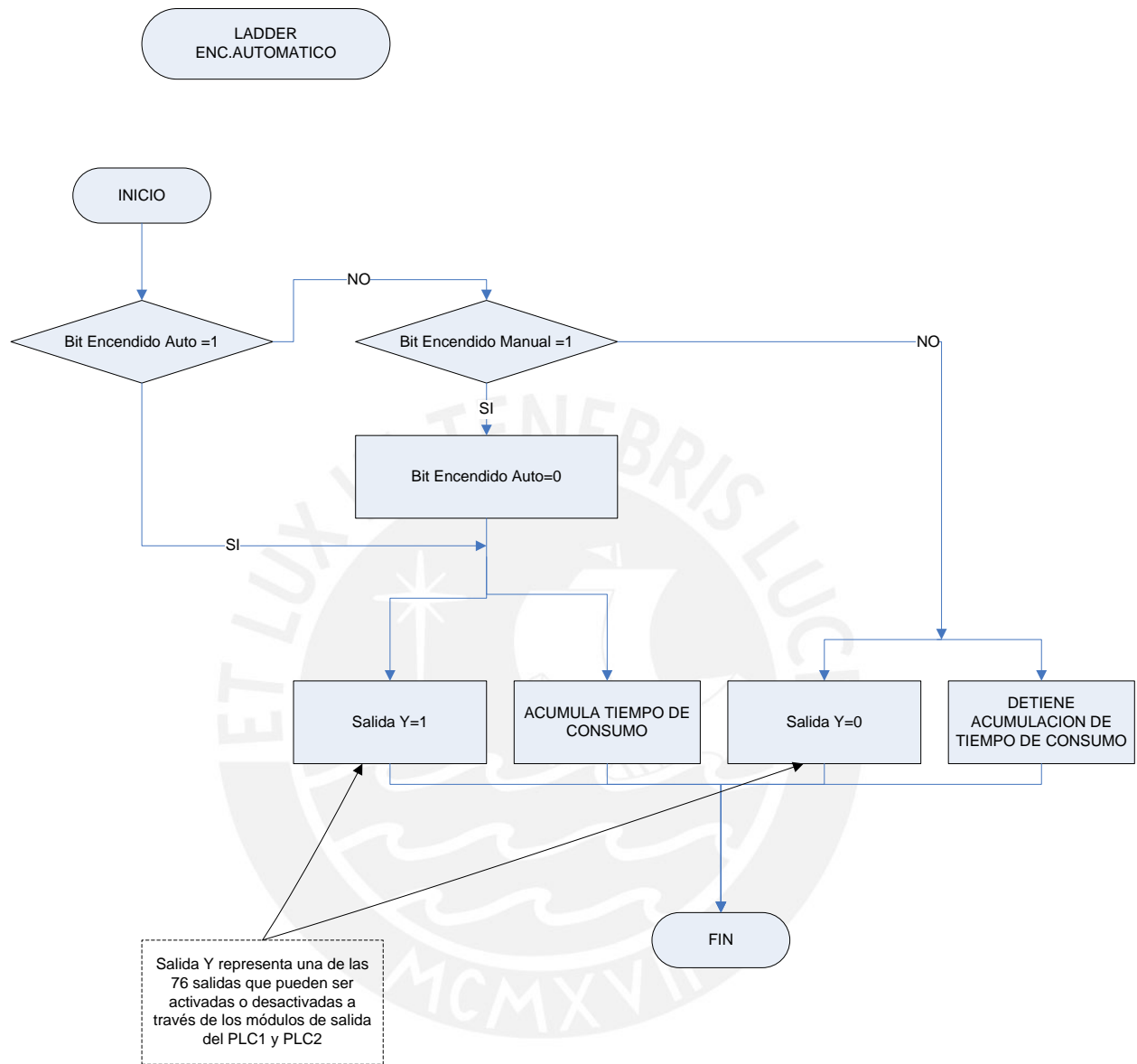


13.3. SUBROUTINA ENC_AUTOMÁTICO

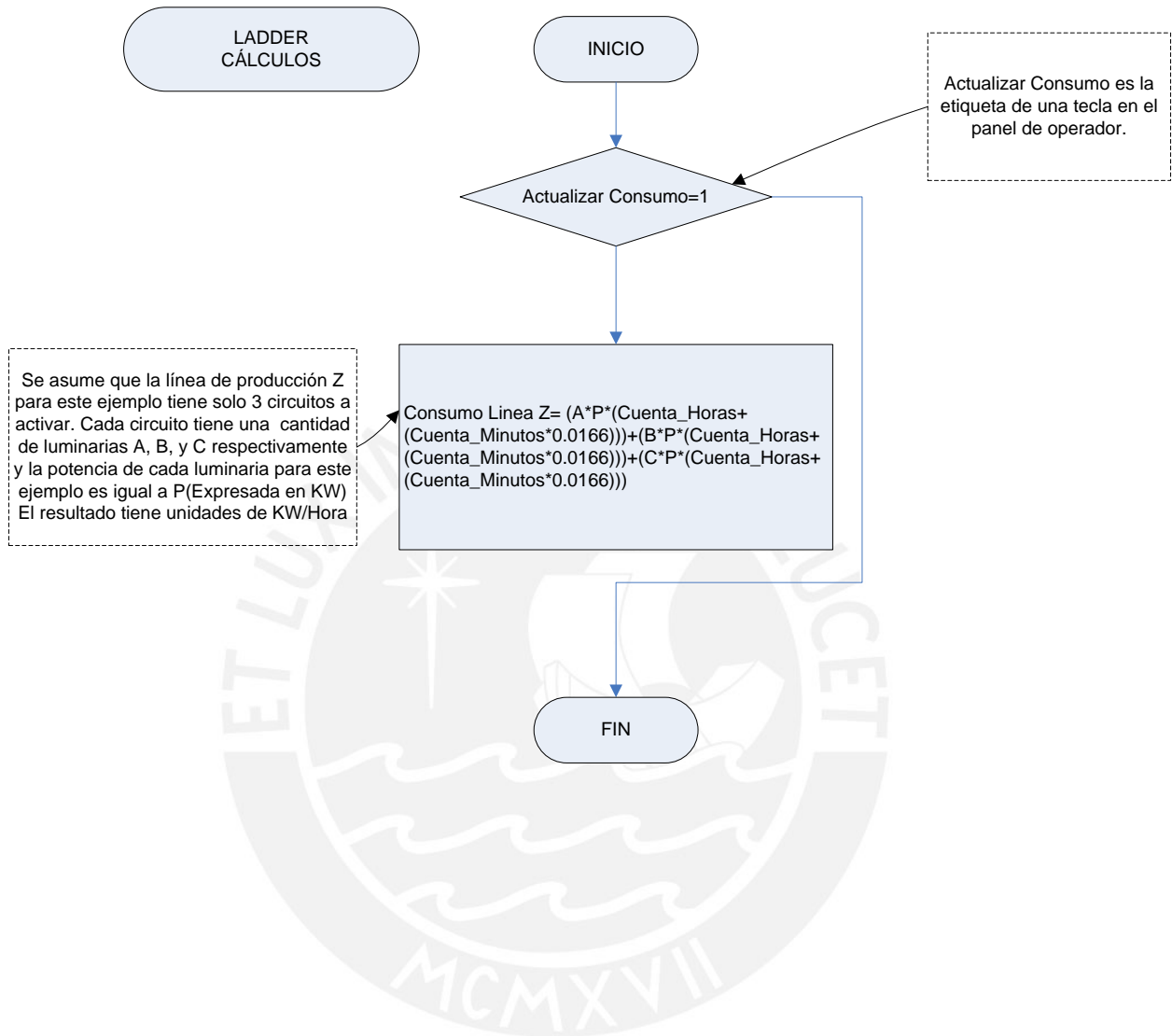


Este procedimiento se realiza para 5 líneas de producción en el caso del PLC 1 y para 3 líneas de producción en el caso del PLC2.

13.4. SUBROUTINA ACTIVACION SALIDAS

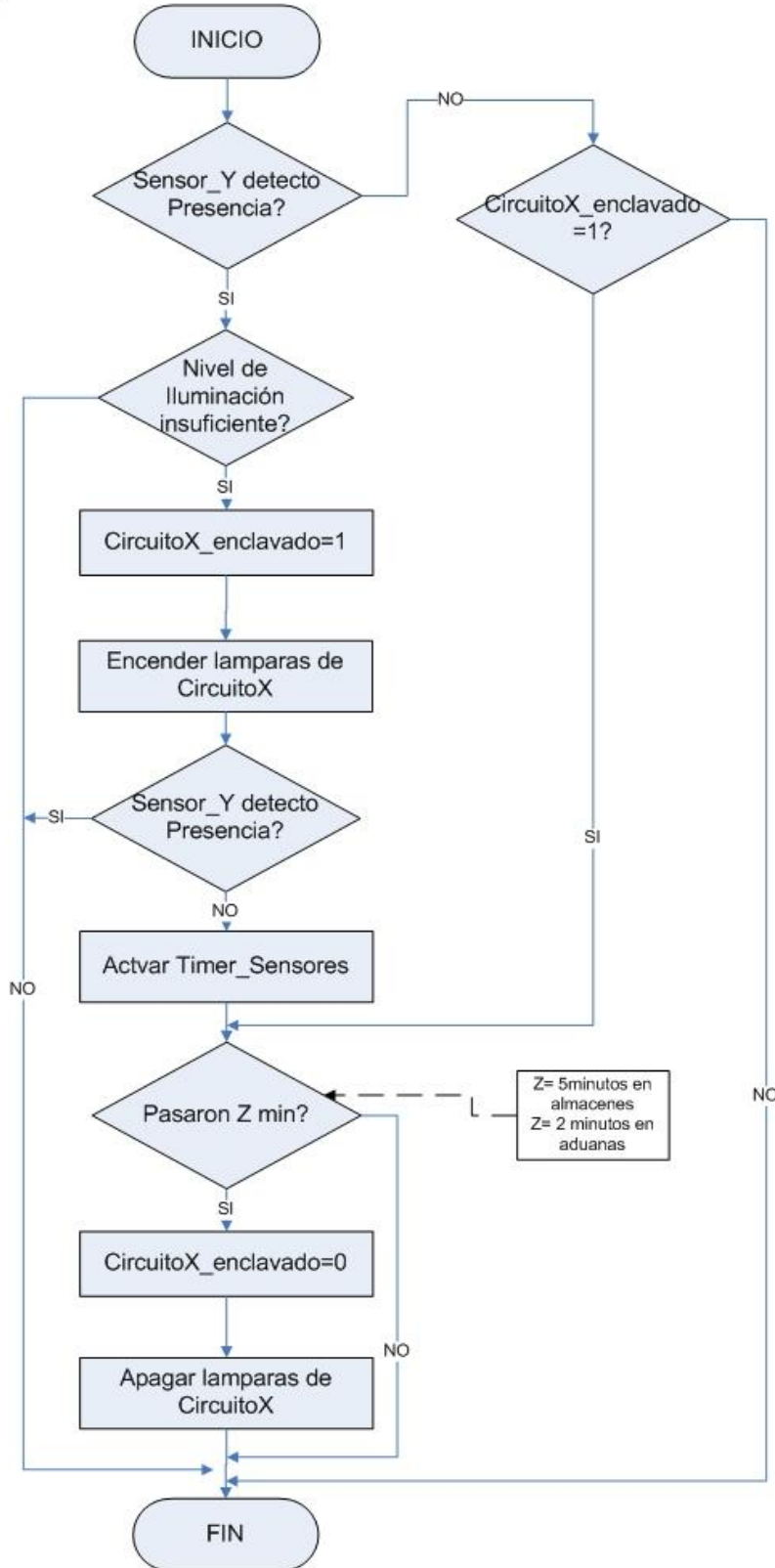


13.5. SUBROUTINA CÁLCULOS



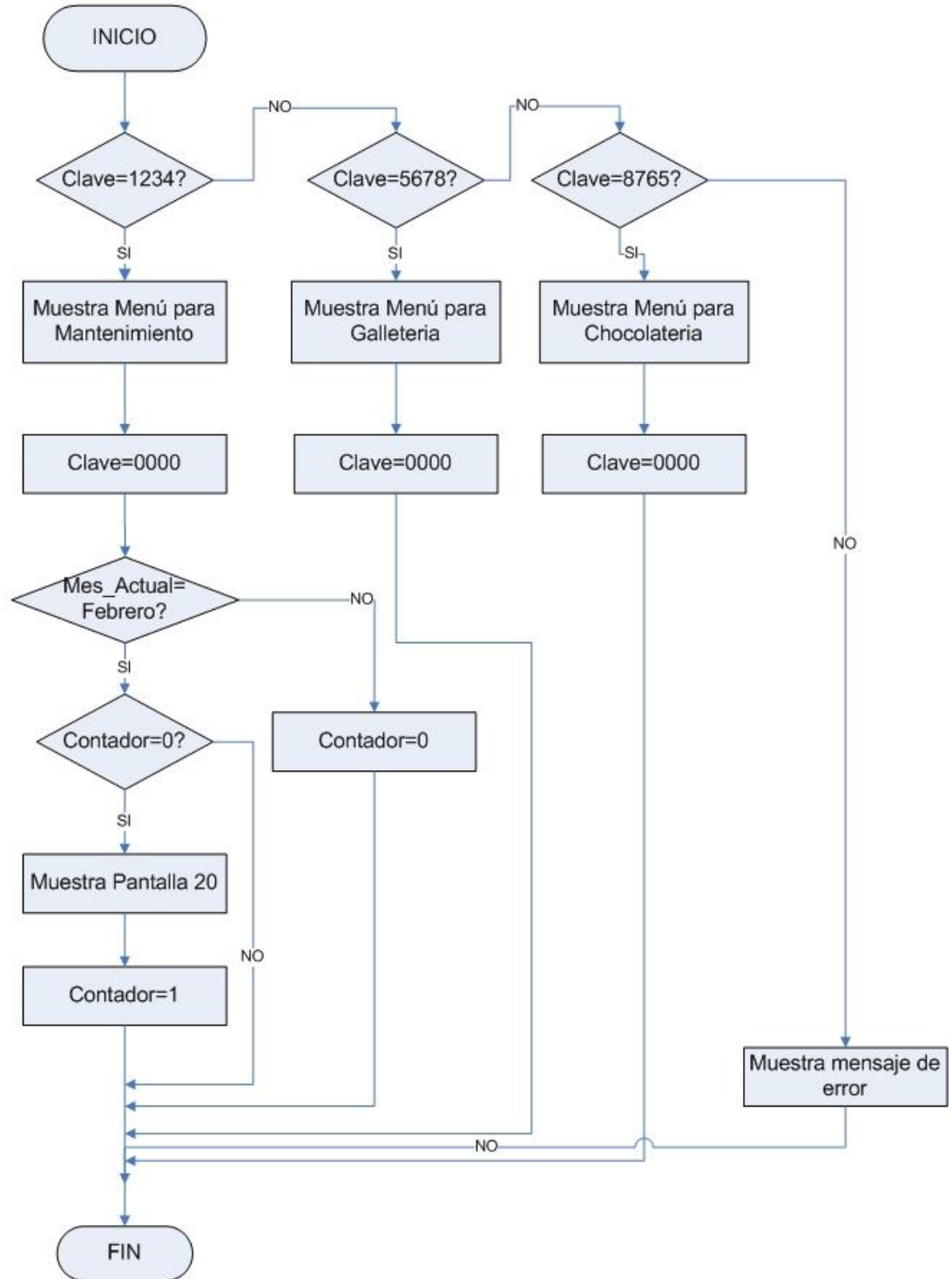
13.5. SUBROUTINA SENSORES

LADDER:
SENSORES



13.6. SUBROUTINA PASSWORD

LADDER:
PASSWORD



ANEXO 14. TABLAS DE CONSUMO DE CORRIENTE POR MODULOS DE CHASIS DE PLC¹³

Use esta tabla para calcular la carga de la fuente de alimentación eléctrica

Hoja de trabajo de la fuente de alimentación eléctrica

Use la siguiente tabla para calcular la fuente de alimentación eléctrica necesaria para cada chasis que se tenga (el paso 1 de la hoja de trabajo se encuentra en la página E-3)..

Componentes del Hardware	Números de catálogo	Corriente máxima @ 5V	Corriente máxima @ 24V
Processors Procesadores	1747-L511	0.350	0.105
	1747-L514	0.350	0.105
	1747-L524	0.350	0.105
	1747-L532	0.500	0.175
	1747-L541	1.0	0.200
	1747-L542	1.0	0.200
	1747-L543	1.0	0.200
Módulos de entrada	1746-ITV16	0.085	0
	1746-ITB16	0.085	0
	1746-IC16	0.085	0
	1746-IA4	0.035	0
	1746-IA8	0.050	0
	1746-IA16	0.085	0
	1746-IM4	0.035	0
	1746-IM8	0.050	0
	1746-IM16	0.085	0
	1746-IB8	0.050	0
	1746-IB16	0.085	0
	1746-IB32	0.106	0
	1746-IV8	0.050	0
	1746-IV16	0.085	0
	1746-IV32	0.106	0
	1746-IG16	0.140	0
	1746-IN16	0.085	0
Módulos de salida	1746-OBP16	0.250	0
	1746-OVP16	0.250	0
	1746-OAP12	0.370	0
	1746-OBP8	0.135	0
	1746-OA8	0.185	0
	1746-OA16	0.370	0
	1746-OB8	0.135	0
	1746-OB16	0.280	0
	1746-OB32	0.452	0
	1746-OV8	0.135	0
	1746-OV16	0.270	0
	1746-OV32	0.452	0
	1746-OW4	0.045	0.045
	1746-OW8	0.085	0.090
	1746-OW16	0.170	0.180
1746-OX8	0.085	0.090	
1746-OG16	0.180	0	
Dispositivos periféricos	1747-AIC	0	0.085
	1747-DTAM	0	0.104
	1747-PT1 Series A & B	0	0.105
	1747-PIC	0	0.060 ^①

¹³ Fuente: Manual de Instalación y Operación Allen Bradley

ANEXO 15. RESUMEN DE COSTOS DE INVERSIÓN¹⁴

Item	Descripcion	Cantidad	Marca	Precio Unitario (S/.)	Precio Total (S/.)
1	Sensores de presencia ultrasónicos	9 unid.	TICINO	337	3033
2	Detectores de presencia PIR	2 unid.	TICINO	194.3	388.6
3	Fuente modular 220 Vac-7 24 Vdc- 2.5 A . Fuente de salida regulable	1 unid.	TELEMECANIQUE	295.92	295.92
4	CONTACTOR TESYS 9A 1NA+1NC 3/5.5HP 220/440V BOB-220V. 50/60HZ	76unid.	TELEMECANIQUE	59.3	4506.8
5	CABLE THW 14 AWG NEGRO	3000 m.	INDECO	0.69	2070
6	Sensor fotoeléctrico de sensibilidad regulable	2 unid.	RBC SITEL	69.3	138.6
7	Tablero eléctrico autosoportado	2 unid	HIMEL	859.68	1719.36
8	Tablero mural	9 unid	HIMEL	293.04	2637.36
9	PLACA METÁLICA DE 665X450 MM P/CRN75 Y PLM75	9 unid.	HMEL	62.21	559.89
10	PLACA METÁLICA DE 1165X750 MM. P/CRN128	2 unid.	HMEL	259.2	518.4
11	Cable de comunicación Belden #9842	80 m	BELDEN	11.13	890.4
12	Cable apantallado 3 hilos para sensores	398	POLIRON	2.9	1154.2
12	Modulos de Comunicación AIC	3 unid	ALLEN BRADLEY	815.558	2446.674
13	Canaletas bandejas eléctricas 20x15x240 cm incluye soporteria	18	-	100	1800
14	Tuberia conduit 1 1/4" diámetro	11	-	70	770
15	Tuberia conduit 1" diámetro (6m)	20	-	50	1000
16	Servicio de tablerista 2 tableros autosoportados	2	-	1000	2000
17	Servicio de tablerista (10 tableros según detalle)	9	-	200	1800
18	Montaje de tableros, tuberias y canaletas	50	-	90	4500
19	Cableado de control	1	-	1000	1000
20	Programación y diseño	1	-	3000	5000
21	Otros: Borneras	-	-	1000	1000
					39229.204
					39229.204

¹⁴ Los montos indicados están en base a cotizaciones

ANEXO 16. PROYECCIÓN DE AHORRO ANUAL PARA EVALUAR LA FACTIBILIDAD DEL PROYECTO

Lugar	N°Luminarias 2x36w	N°Luminarias 400W	lunes		martes		miercoles		jueves		viernes		sabado		domingo		Luminarias 2x36w	Luminarias 400W	Luminarias 2x36w	Luminarias 400W	Total	
			N°Horas/día	N°Horas/día	N°Horas/día	N°Horas/día	N°Horas/día	N°Horas/día	N°Horas/día	N°Horas/día	N°Horas/día	N°Horas/día	N°Horas/día	N°Horas/día	N°Horas/día	N°Horas/día						Total KW-h semana
Empaque L1	77		24	24	24	24	24	24	24	8	6						907.98	0	539.16	0	539.16	
Empaque L2	102		24	24	24	24	24	24	24	24	24	6					1346.40	0	799.49	0	799.49	
Empaque L3	114		24	24	24	24	24	24	24	24	24	6					1504.80	0	893.55	0	893.55	
Almacen 1(2do piso)	84		12	12	12	12	12	12	12	12	12	6					576.58	0	342.37	0	342.37	
Aduanas 1 (2do piso)	32		10	10	10	10	10	10	10	10	10	0					168.96	0	100.33	0	100.33	
Empaque L4	104		24	24	24	24	24	24	24	24	24	6					1372.80	0	815.17	0	815.17	
Aduanas 2 (3er piso)	32		10	10	10	10	10	10	10	10	10	0					168.96	0	100.33	0	100.33	
Almacen 2 (2do piso)	89		10	10	10	10	10	10	10	10	10	0					469.92	0	279.04	0	279.04	
Cuarto de Masas(Suministro Harina ,tolva)	91		15	15	15	15	15	15	15	15	15	6					768.77	0	456.49	0	456.49	
L1 Horno	35		24	24	24	24	24	24	24	24	8	6					412.72	0	245.07	0	245.07	
L2 Horno	22		24	24	24	24	24	24	24	24	24	6					290.40	0	172.44	0	172.44	
L3 Horno	22		24	24	24	24	24	24	24	24	24	6					290.40	0	172.44	0	172.44	
L4 Horno	11		24	24	24	24	24	24	24	24	24	6					145.20	0	86.22	0	86.22	
Laminado	0	25	20	20	20	20	20	20	20	20	20	0					0.00	1200	0.00	712.6	712.68	
Almacen (1er piso) Materias Primas	0	0	0	10	0	10	0	10	0	10	0	10	0	10	0	10	0.00	0	0.00	0	0.00	
Waffer 1 y banadora 2	84	5	24	24	24	24	24	24	24	24	24	0	0	6	0		709.63	240	421.38	142.5	563.89	
Mesanine	32		20	20	20	20	20	20	20	20	20	0					337.92	0	200.66	0	200.66	
Waffer 2 y bañadora 3	190	4	24	24	24	24	24	24	24	24	24	16	16	6	0		2374.24	217.6	1409.82	129.2	1539.03	
Lavado de bandejas	44	4	15	10	15	10	15	10	15	10	15	10	15				348.48	80	206.93	47.5	254.43	
Total	1145	38															12194.16	1738	7240.89	1032	8272.68	Ahorro Mensual 3295.30 28.49%
																						Ahorro Anual 39543.66