



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS APLICADAS

CARRERA DE INGENIERÍA EN MECATRÓNICA

**TRABAJO DE GRADO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE
INGENIERO EN MECATRÓNICA**

TEMA

**“IMPLEMENTACIÓN DE UN SILO DE PESAJE PARA MINERALES,
UTILIZADOS EN EL PROCESO DE FUNDICIÓN DE CHATARRA
EN LA EMPRESA ADELCA C.A”**

Autor: Edgar Omar Taimal Jiménez

Director: Ing. Diego Terán

IBARRA - ECUADOR

2014



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE
BIBLIOTECA UNIVERSITARIA
AUTORIZACIÓN DE USO Y PUBLICACIÓN

A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

1. IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA

La Universidad Técnica del Norte dentro del proyecto Repositorio Digital institucional, determinó la necesidad de disponer de textos completos en formato digital con la finalidad de apoyar los procesos de investigación, docencia y extensión de la Universidad. Por medio del presente documento dejo sentada mi voluntad de participar en este proyecto, para lo cual pongo a disposición la siguiente información:

DATOS DE CONTACTO	
CEDULA IDENTIDAD	040149456-2
APELLIDOS Y NOMBRES	TAIMAL JIMÉNEZ EDGAR OMAR
DIRECCIÓN	MACHACHI, URB. EL PORVENIR
E-MAIL	edotaimal@gmail.com
TELÉFONO MÓVIL	0986268408

DATOS DE LA OBRA	
TITULO	“IMPLEMENTACIÓN DE UN SILO DE PESAJE PARA MINERALES, UTILIZADOS EN EL PROCESO DE FUNDICIÓN DE CHATARRA EN LA EMPRESA ADELCA C.A ”
AUTOR	TAIMAL JIMÉNEZ EDGAR OMAR
FECHA	Julio 2014
PROGRAMA	PREGRADO
TITULO POR EL QUE OPTA	INGENIERO EN MECATRÓNICA
DIRECTOR	Ing. Diego Terán

2.- AUTORIZACIÓN DE USO A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD

Yo, Edgar Omar Taimal Jiménez, con cédula de identidad Nro. 0401494562, en calidad de autor y titular de los derechos patrimoniales de la obra o trabajo de grado descrito anteriormente, hago entrega del ejemplar respectivo en forma digital y autorizo a la Universidad Técnica del Norte, la publicación de la obra en el Repositorio Digital Institucional y uso del archivo digital en la Biblioteca de la Universidad con fines académicos, para ampliar la disponibilidad del material y como apoyo a la educación, investigación y extensión; en concordancia con la Ley de Educación Superior, Artículo 144.

Ibarra a los 10 días del mes de julio de 2014



Nombre: Edgar Omar Taimal Jiménez

Cédula: 0401494562



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE
FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS APLICADAS

**CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR DEL TRABAJO DE GRADO A FAVOR DE
LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE NORTE**

Yo, Edgar Omar Taimal Jiménez, con cédula de identidad Nro. 0401494562, manifiesto mi voluntad de ceder a la Universidad Técnica del Norte los derechos patrimoniales consagrados en la Ley de Propiedad Intelectual del Ecuador, Artículos 4,5 y 6, en calidad de autor de la obra o trabajo de grado denominado **“IMPLEMENTACIÓN DE UN SILO DE PESAJE PARA MINERALES, UTILIZADOS EN EL PROCESO DE FUNDICIÓN DE CHATARRA EN LA EMPRESA ADELCA C.A”**, que ha sido desarrollada para optar por el título de Ingeniero en Mecatrónica en la Universidad Técnica del Norte, quedando la Universidad facultada para ejercer plenamente los derechos cedidos anteriormente.

En mi condición de autor me reservo los derechos morales de la obra antes citada. En concordancia suscribo este documento en el momento que hago la entrega del trabajo final en formato impreso y digital en la Biblioteca de la Universidad Técnica del Norte.

Nombre: Edgar Omar Taimal Jiménez

Cedula: 0401494562

Ibarra, julio 2014



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE
FACULTAD DE INGENIERÍA Y CIENCIAS APLICADAS

DECLARACIÓN

Yo, Edgar Omar Taimal Jiménez con cedula de identidad Nro. 0401494562 declaro bajo juramento que el trabajo aquí descrito es de mi autoría, y que este no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional; y, que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

A través de la presente declaración cedo mis derechos de propiedad intelectual correspondiente a este trabajo a la Universidad Técnica del Norte, según lo establecido por las leyes de Propiedad Intelectual y Normativa vigente de la Universidad Técnica del Norte.

Nombre: Edgar Omar Taimal Jiménez

Cédula: 0401494562

Ibarra, Julio del 2014



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE
FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS APLICADAS

CONSTANCIAS

El autor manifiesta que la obra objeto de la presente autorización es original y se desarrolló, sin violar derechos de autor de terceros, por lo tanto la obra es original y que es el titular de los derechos patrimoniales, por lo que asume la responsabilidad sobre el contenido de la misma y saldrá en defensa de la Universidad en caso de reclamación por parte de terceros.

Ibarra, julio de 2014

EL AUTOR:

Nombre: Edgar Omar Taimal Jiménez

Cedula: 0401494562



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE
FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS APLICADAS

CERTIFICACIÓN

En calidad de Director de Trabajo de Grado, presentado por el señor Edgar Omar Taimal Jiménez para optar por el título de Ingeniero en Mecatrónica, certifico que dicho trabajo fue realizado bajo mi supervisión.

1002907672

ING. DIEGO FRANCISCO TERÁN P.

DIRECTOR



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE
FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS APLICADAS

AGRADECIMIENTO

No está por demás mi más sincero agradecimiento a todas y cada una de las personas que fueron parte de mi vida universitaria, que de alguna u otra manera me ayudaron a seguir adelante

A la Universidad Técnica del Norte, por haberme abierto las puertas del conocimiento y saber.

A cada uno de mis profesores por darme la guía necesaria de la ciencia, a mis compañeros universitarios, por tantas muestras de solidaridad, con los cuales compartimos muchos momentos.

A la empresa Adelca C.A en especial a los Ingenieros Rubén y Andrés, por haber confiado en mí y permitirme realizar el Proyecto y cumplir mi meta, a mis compañeros de trabajo que con su sabia experiencia y conocimiento me supieron guiar para cumplir mi objetivo.

Edgar Omar Taimal Jiménez.



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE
FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS APLICADAS

DEDICATORIA

Este trabajo lo dedico de manera especial a mis padres Carlos Eduardo y María del Socorro, ya que sin su apoyo y amor incondicional, no hubiera llegado a cumplir esta meta, a mis hermanos Luis, Elina, Carlos, Jael, Nelson, Darwin, por el gran ejemplo que son en mi vida, a Carmita, por ser mi compañía y apoyo mutuo desde la infancia, y a mis dos amores Blanquita y Carlin por ser la inspiración y motivación de continuar adelante.

Edgar Omar Taimal Jiménez.

IMPLEMENTACIÓN DE UN SILO DE PESAJE PARA MINERALES, UTILIZADOS EN EL PROCESO DE FUNDICIÓN DE CHATARRA EN LA EMPRESA ADELCA C.A

Autor: Edgar Omar Taimal

Tutor: Ing. Diego Terán

Año: 2014

RESUMEN

La manera inadecuada de realizar los trabajos de pesaje de minerales por parte de los trabajadores en la empresa Adelca C.A a conllevado a una serie de problemas consecuentes como excesiva contaminación a la que están expuestos los trabajadores y además del esfuerzo físico que requieren estas actividades, por lo que el siguiente trabajo detalla la manera de mejorar las condiciones de trabajo de los empleados a realizar estas actividades, mejorando la calidad de ambiente laboral de los empleados.

Mediante la implementación del sistema de pesaje de minerales para el área de acería se mejora el proceso de pesaje, con la utilización de equipos adecuados en un proceso automático como es la utilización de un PLC de la serie S300 SIEMENS, con el programa correcto se puede tener control de lecturas de información de celdas de carga, y a su vez poderlas visualizar en un interfaz HMI Siemens, de donde se tiene el control para poder determinar las respectivas cantidades de mineral a ser pesado.

Con la automatización del proceso se logran resultados claramente visibles, como la reducción del esfuerzo físico, disminución en el tiempo de exposición a los polvos generados por los minerales, y además se reducen los tiempos empleados para este proceso, mejorando así la disponibilidad de los empleados para con la empresa, cumpliendo así los planes de la empresa en el proceso de la Mejora Continua.

IMPLEMENTATION OF A SILO WEIGHING FOR MINERAL USED IN THE PROCESS OF SCRAP IN THE ENTERPRISE "ADELCA C.A."

Author: Edgar Omar Taimal

Tutor: Ing. Diego Terán

Year: 2014

SUMMARY

Improper way to perform the work of weighing minerals by the workers in the company Adelca AC led to a series of subsequent problems such as excessive pollution to which workers are exposed and also the physical effort required for these activities, so the next paper describes how to improve the working conditions of employees to perform these activities, improving the quality of working environment for employees

By implementing the system for weighing ore mill area weighing process is improved with the use of suitable equipment in an automated process such as the use of a PLC Siemens S300 series, with the right program can be readings have control of information load cells, and in turn they could be used to view a Siemens HMI interface, where you have control to determine relative amounts of mineral to be weighed

By automating the process clearly evident results are achieved, such as reduced physical exertion, decreased time of exposure to dust generated by minerals, plus the time used for this process are reduced, thus improving the availability of employees to the company, thus fulfilling the plans of the company in the process of continuous improvement.

ÍNDICE GENERAL

AUTORIZACIÓN DE USO Y PUBLICACIÓN	ii
CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR DEL TRABAJO DE GRADO A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DE NORTE	iv
DECLARACIÓN	v
CONSTANCIAS	vi
CERTIFICACIÓN	vii
AGRADECIMIENTO	viii
DEDICATORIA	ix
RESUMEN	x
SUMMARY	xi
ÍNDICE GENERAL.....	xii
ÍNDICE FIGURAS.....	xvii
ÍNDICE TABLAS	xix
CAPÍTULO I	1
1 INTRODUCCIÓN	1
1.1 Descripción del proceso de carga de carbón actualmente	1
1.2 Sistemas de pesaje.....	2
1.2.1 Componentes de Sistemas de pesaje	3
1.2.2 Características de sistemas de pesaje	4
1.3 Actuadores mecánicos	4
1.3.1 Actuadores Mecánicos Neumáticos	5
1.3.2 Clasificación actuadores neumáticos e hidráulicos.....	5
1.3.3 Actuadores Neumáticos Lineales.....	5
1.4 Actuadores neumáticos giratorios.....	7
1.4 Actuadores eléctricos – electrónicos	8

xii

1.4.1 Definición de actuador eléctrico.....	8
1.4.2 Clasificación.....	9
1.4.3 Forma de trabajo de los actuadores eléctricos	11
1.5.1 Celdas de carga.....	11
1.5.2 Materiales de construcción de las celdas de carga.....	13
1.5.3 Clasificación de celdas de carga según su morfología.	14
1.6 Control de calidad.	16
1.7 Análisis de los sistemas de dosificación.....	17
1.7.2 Características del mineral a pesar	19
CAPÍTULO II	22
2 DISEÑO MECÁNICO DEL SILO	22
2.1 Análisis de la capacidad del Silo	22
2.1.1 Densidad.....	22
2.2.1 Volumen del cubo	26
2.2.2 Volumen Pirámide Truncada	27
2.3 Esfuerzos en Silos y Tolvas.	28
2.3.1 Método De Janssen	28
2.4 Selección de material para la construcción del silo	32
2.4.1 Características físicas y mecánicas del acero SAE A-36.....	32
2.4.2 Química Acero A-36	32
2.4.3 Propiedades mecánicas Acero A-36	32
2.4.4 Propiedades físicas Acero A-36	32
2.5 Distribución de los puntos de apoyo para las celdas de carga	33
2.6 Capacidad de la celda de carga	34
2.6.1 Estimación de peso muerto del silo	34
2.6.2 Carga viva.....	36
2.6.3 Carga bruta	36

2.6.4 Soporte del silo	37
2.6.5 Mecanismo de apertura del Silo	38
2.7 Selección de actuador neumático.....	38
2.7.1 Calculo fuerza ejercida en la boca silo	40
2.7.2 Calculo del consumo de aire	42
2.7.3 Velocidad del émbolo	44
CAPÍTULO III.....	45
3 IMPLEMENTACIÓN ELECTROMECAÁNICA DEL SISTEMA DE PESAJE	45
3.1 Implementación de un Sistema de Pesaje.....	45
3.2 Celda de Carga seleccionada para el sistema pesaje	45
3.2.1 Viga al corte.	45
3.3 Consideraciones generales de montaje para vigas al corte.....	46
3.4 Orientación de vigas al corte.	47
3.5 Aplicación de fuerzas en celda de carga	47
3.5.1 Carga angular	48
3.5.2 Carga excéntrica	48
3.5.3 Cargas laterales	49
3.5.4 Cargas retorcedoras.....	49
3.6 Precisión del sistema de pesaje	50
3.8 Diagrama electro-neumático de activación del cilindro neumático.....	52
3.9 Diagrama de bloques del sistema	53
CAPÍTULO IV	54
4 HARDWARE y SOFTWARE DE CONTROL DEL SISTEMA DE PESAJE.....	54
4.1 Hardware	54
4.1.1 PLC.....	54
4.1.2 Interfaces HMI.....	57
4.1.2.1 Nuevos formatos y tecnologías de visualización.....	58

4.1.2.2 Interfaces táctiles, doble táctil y multitáctil	59
4.1.3 Trasmisor de datos Análogo/ Digital (Dat 400)	59
4.2 Software.....	60
4.2.1 Redes de comunicación	60
4.2.2 Clasificación de las redes.....	60
4.2.2.1 Nivel de control central:.....	61
4.2.2.2 Nivel célula:.....	62
4.2.2.3 Nivel Campo:.....	62
4.2.2.4 Nivel de sensores y actuadores:.....	62
4.2.3 Maestro esclavo	63
4.2.4 PROFIBUS DP	63
4.2.5 Periferia distribuida a través del puerto integrado de la CPU.....	63
4.2.6 Armado cable Profibus.	65
4.2.6.1 Sacar el conector del bus	66
4.2.7 Flujograma programación PLC.....	67
4.2.8 Flujograma de programación del HMI.....	68
CAPÍTULO V	69
5 PRUEBAS Y ANÁLISIS DE RESULTADOS.....	69
CAPÍTULO VI	73
6 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	73
6.1 Conclusiones	73
6.2 Recomendaciones	73
BIBLIOGRAFÍA	75
LINKOGRAFÍA.....	76
ANEXOS.....	77
ANEXO A PLANOS MECÁNICOS SILO DE PESAJE.....	77
ANEXO B PLANOS ELÉCTRICOS SILO DE PESAJE.....	89

ANEXO C CPU 352DP SIEMENS.....	104
ANEXO D MÓDULOS DE ENTRADAS DIGITALES SIEMENS.....	107
ANEXO E MÓDULOS DE SALIDAS DIGITALES SIEMENS	108
ANEXO F FUENTE DE PODER SITOP SIEMENS	109
ANEXO G CONVERTOR ANÁLOGO DIGITAL DAT 400.....	112
ANEXO H CARACTERÍSTICAS CELDA DE CARGA	114
ANEXO I FINALES DE CARRELA TELEMECANIQUE.....	116
ANEXO J HMI KTP 600 DP	118
ANEXO K PROGRAMA DEL PLC, REALIZADO EN STEP 7.....	121
ANEXO L MANUAL DE USUARIO DEL SILO DE PESAJE	131

ÍNDICE FIGURAS

CAPÍTULO I

Figura 1. 1 Pesaje de carbón mediante el uso de palas y una balanza	1
Figura 1. 2 Carbón de canasta	2
Figura 1. 3 Celda de carga tipo viga.....	3
Figura 1. 4 Cilindro de simple efecto	6
Figura 1. 5 Cilindro doble efecto.....	6
Figura 1. 6 Motor neumático	7
Figura 1. 7 Esquema funcional de un cilindro hidráulico.....	8
Figura 1. 8 Corriente alterna sinusoidal	10
Figura 1. 9 Conductor lineal sometido a deformaciones longitudinales.	12
Figura 1. 10 Célula de carga monoplato.....	14
Figura 1. 11 Celda de carga de cortadura tipo viga.....	14
Figura 1. 12 Celda de carga de doble cortadura	15
Figura 1. 13 Celda de carga tipo S.....	15
Figura 1. 14 Celda de carga a compresión.....	16
Figura 1. 15 Silo tipo tolva (Aviles. M, 2011)	17
Figura 1. 16 Pesadora ensacadora (Aviles. M, 2011).....	18
Figura 1. 17 Pesadora multicabezal (Aviles. M, 2011).....	19
Figura 1. 18 Angulo de reposo del carbón.....	20

CAPÍTULO II

Figura 2. 1 Vista isométrica silo.....	22
Figura 2. 2 Silo Cuadrado	24
Figura 2. 3 Medidas pirámide truncada	24
Figura 2. 4 Pirámide truncada del silo	25
Figura 2. 5 Silo Contenedor Referencia Volumen.	25
Figura 2. 6 Cubo de lado a.....	26
Figura 2. 7 Cuadro formulas respecto al cubo.....	26
Figura 2. 8 Pirámide truncada	27
Figura 2. 9 Cuadro formulas respecto a la pirámide.....	27
Figura 2. 10 Referencia de fuerzas y Presiones.....	29
Figura 2. 11 Silo sometido a una carga.....	33

Figura 2. 12 Silo Contenedor referencia superficie.....	34
Figura 2. 13 soporte del silo	37
Figura 2. 14 Compuerta de apertura silo	38
Figura 2. 15 Concentración de carga hacia la salida del silo	39
Figura 2. 16 Esquemático de válvula reguladora flujo	44

CAPÍTULO III

Figura 3. 1 Viga al corte	46
Figura 3. 2 Fuerza aplicadas a las celdas de viga al corte	46
Figura 3. 3 Instalación de celdas de acuerdo a su aplicación	47
Figura 3. 4 Orientación ideal de la fuerza	47
Figura 3. 5 Desviación angular de la carga en la celda	48
Figura 3. 6 Carga excéntrica	48
Figura 3. 7 Cargas laterales	49
Figura 3. 8 Cargas retorcidas	49
Figura 3. 9 Carga retorcidas	50
Figura 3. 10 Electroválvula	51
Figura 3. 11 Esquemático de una electroválvula 4/2	51
Figura 3. 12 Diagrama neumático de activación del cilindro	53
Figura 3. 13 Diagrama de bloques	53

CAPÍTULO IV

Figura 4. 1 PLC Siemens con sus módulos	55
Figura 4. 2 HMI con teclado	58
Figura 4. 3 HMI Táctiles	58
Figura 4. 4 Conversor Análogo Digital	59
Figura 4. 5 Red de comunicación	60
Figura 4. 6 Niveles de automatización	61
Figura 4. 7 Comunicación Maestro Esclavo	63
Figura 4. 8 Conexión Profibus con la Periferia	64
Figura 4. 9 Configuración de Red	64
Figura 4. 10 ensamble del Cable de Comunicación Profibus	65
Figura 4. 11 Selector de terminación de red	65
Figura 4. 12 Resistencias de terminación de bus	66
Figura 4. 13 Segmento de bus en estructura lineal	66

ÍNDICE TABLAS

CAPÍTULO I

Tabla 1. 1 Propiedades físicas de materiales	21
--	----

CAPÍTULO II

Tabla 2. 1 Tamaños Normalizados de Cilindros y Longitudes de Carreras.	41
---	----

Tabla 2. 2 Consumo de aire para cilindros neumáticos.	42
--	----

CAPÍTULO III

Tabla 3. 1 Elementos Electro-neumáticos.	52
---	----

CAPÍTULO IV

Tabla 4. 1 Tabla Comparativa Redes de Comunicación.....	62
---	----

CAPÍTULO V

Tabla 5. 1 Tabla de lecturas de calibración del silo	70
--	----

Tabla 5. 2 Valores de seteo vs peso obtenido.....	71
---	----

Tabla 5. 3Valores de seteo vs peso obtenido 2.....	71
--	----

ÍNDICE ECUACIONES

Ecuación 1. 1 Fuerza motor eléctrico	9
Ecuación 1. 2 Resistencia a la deformación	13
Ecuación 2. 1 Densidad	22
Ecuación 2. 2 Volumen del Silo.....	26
Ecuación 2. 3 Coeficiente de Rankine.....	29
Ecuación 2. 4 Coeficiente de fricción del material almacenado	29
Ecuación 2. 5 Radio Hidraulico	29
Ecuación 2. 6 Presión Vertical	29
Ecuación 2. 7 Presión Horizontal	29
Ecuación 2. 8 Superficie total del silo	35
Ecuación 2. 9 Carga Bruta	36
Ecuación 2. 10 Volumen Prisma Rectangular	39
Ecuación 2. 11 Fuerza	40
Ecuación 2. 12 Consumo de Aire	43
Ecuación 2. 13 Consumo Total de Aire por Ciclo	44

CAPÍTULO I

1 INTRODUCCIÓN

El saber cuantificar la cantidad de materia prima utilizada en determinado proceso es muy importante. Básicamente se puede decir que todo lo que se puede medir, también se puede controlar, por lo que el control sobre las cantidades de carbón requeridas en el proceso de producción de acero es muy importante, como se explicara a continuación.

1.1 Descripción del proceso de carga de carbón actualmente

En la actualidad en la empresa Adelca CA sección Acería, cuenta con un sistema de dosificación manual de material adherente, hacia las cestas de carga de chatarra; esta dosificación es muy importante en la obtención de acero mediante la fundición de chatarra. El sistema actual es un sistema de pesaje manual rudimentario, mediante el uso de palas y una balanza, que se utiliza para obtener la cantidad requerida por el proceso de fundición de chatarra, este proceso conlleva de mucho esfuerzo físico y de un inminente riesgo para la salud de quienes realizan esta actividad.



Figura 1. 1 Pesaje de carbón mediante el uso de palas y una balanza

Fuente: Autor

La totalidad de material a fundir (cantidad de chatarra y adherentes) en cada cesta viene dado mediante una mezcla de carga, que no es más que capas de diferentes tipos de chatarra, y entre ellas los aditivos como carbón, cal dolomítica y cal cálcica. El proceso de dosificación de estos aditivos requiere de un buen tiempo y empleo de mano de obra, por lo que una vez obtenida la dosis necesaria, nuevamente se traslada el mineral desde el

lugar de pesaje hacia el lugar de pesaje de la chatarra mediante la ayuda de un montacargas, por ende el stock de las dosis pesadas del mineral debe ser adecuado.



Figura 1. 2 Carbón de canasta

Fuente: Autor

La función de los elementos adherentes como el Carbón, Cal Dolomítica y Cal Cálcica en el proceso de fundición de chatarra a través del Horno de Arco Eléctrico, es capturar la escoria de la chatarra en fundición, realizando la función de un filtro siempre y cuando las cantidades dosificadas en las cestas sea la adecuada. Otra de la funciones es proteger el material refractario que se encuentra dentro del horno, previniendo el desgaste acelerado, lo cual es muy importante durante el proceso de fundición.

1.2 Sistemas de pesaje

Los sistemas de pesaje solían ser un punto aislado del proceso industrial, un simple dispositivo que proporcionaba el peso de un producto u objeto. Era necesario realizar reportes escritos de la información. Su calibración era complicada y tardada.

En la actualidad los sistemas de pesaje cuentan con una gran cantidad de características que los hacen flexibles y fáciles de implementar. La tecnología en celdas de carga nos permite tener una mejor resolución.

La nueva tecnología en controladores de peso nos permite tener monitoreo del proceso en tiempo real. Características como la inmunidad a la vibración permiten pesar hasta el proceso más difícil. La calibración electrónica nos permite implementar un sistema en menor tiempo y sin errores.

1.2.1 Componentes de Sistemas de pesaje

Un sistema de pesaje consiste de una o más celdas de carga, una caja sumadora y un controlador de peso. Típicamente se utilizan sistemas de tres o cuatro puntos que facilitan el arreglo mecánico.

- **Celda de carga.**

La celda de carga es cualquier dispositivo que produce energía eléctrica que al medir el cambio en la masa o fuerza. Usando un puente de Wheatstone, se puede convertir la energía mecánica en energía eléctrica medible.



Figura 1. 3 Celda de carga tipo viga

Fuente: rescatado de <http://4.bp.blogspot.com/-K9bNoql2L20/T7NyDGImkol>

- **Caja Sumadora.**

Es un circuito impreso que organiza los cables provenientes de las celdas de carga hacia el controlador de peso. Es un conector rápido útil en la detección de fallas en celdas de carga. Algunos modelos cuentan con elementos electrónicos que permiten el monitoreo de las celdas de carga y se puede tener diagnóstico desde el controlador o cualquier punto de la red.

- **Controlador de Peso.**

Dispositivo electrónico que proporciona una señal de excitación a una celda de carga o caja sumadora y obtiene una señal en mV/V la cual es convertida a digital. Algunos controladores cuentan con calibración electrónica que permite identificar la curva de respuesta de la celda de carga para ser calibrada evitando errores de Histéresis y No-linealidad.

1.2.2 Características de sistemas de pesaje

La calibración electrónica, inmunidad a la vibración y las comunicaciones a redes por diferentes protocolos hacen del controlador de peso el medio para automatizar aplicaciones como verificación de peso, control de nivel por peso, lotes, mezclas, llenado y dispensado, entre otros.

La inmunidad a la vibración permite que procesos donde se requiera realizar alguna mezcla sea pesado sin errores. Existen controladores que pueden ser integrados a un PLC y obtener el control del proceso en la memoria del PLC.

La carga total se divide entre los puntos de apoyo para determinar la capacidad de cada celda de carga. Los sistemas pueden tener desde uno a cuatro puntos de apoyo comúnmente dependiendo del arreglo mecánico deseado para sostener el objeto a pesar.

El controlador de peso puede tener cualquier tipo de comunicación. Existen gran variedad de controladores de peso, desde un simple display local hasta un controlador para llenado y dispensado con comunicación Ethernet, Profibus, etc.

1.3 Actuadores mecánicos

Un actuador mecánico es un dispositivo capaz de transformar energía hidráulica, neumática o eléctrica en la activación de un proceso con la finalidad de generar un efecto sobre un proceso automatizado. Entonces un actuador mecánicos es un dispositivo encargado de transformar el movimiento rotativo a la entrada en un movimiento lineal en la salida o viceversa. Éstos son utilizados en diferentes campos, en donde sea necesario los movimientos, son dispositivos muy fiables, simples, seguros y muy precisos. Existen dos tipos de actuadores; neumáticos e hidráulicos, son muy utilizados como base para construir un robot, ya que permiten el movimiento de rotación (motor) y traslación (cilindro).

Son aplicables para los campos donde se requiera movimientos lineales tales como: elevación, traslación y posicionamiento lineal. Algunas de las ventajas que nos ofrecen los actuadores mecánicos son:

Alta fiabilidad, simplicidad de utilización, mínima manutención, seguridad y precisión de posicionamiento; irreversibilidad según el modelo de aplicación, sincronismo de movimiento.

- **Características principales de actuadores mecánicos**

1. Utilizan energía mecánica
2. Utilizan tres movimientos:
 1. Rotación.
 2. Traslación
 3. Posicionamiento lineal.

1.3.1 Actuadores Mecánicos Neumáticos

Para los mecanismos que convierten la energía del aire comprimido en trabajo mecánico se les denomina actuadores neumáticos. Aunque en esencia son idénticos a los actuadores hidráulicos, el rango de compresión es mayor en este caso, además de que hay una pequeña diferencia en cuanto al uso y en lo que se refiere a la estructura, debido a que estos tienen poca viscosidad. En esta clasificación aparecen los fuelles y diafragmas, que utilizan aire comprimido y también los músculos artificiales de hule, que últimamente han recibido mucha atención. Aprovechan la propiedad que tienen los líquidos de transmitir presión de manera uniforme a lo largo de todo el fluido cuando son comprimidos.

1.3.2 Clasificación actuadores neumáticos e hidráulicos.

Aunque en esencia los actuadores neumáticos e hidráulicos son idénticos, los neumáticos tienen un mayor rango de compresión y además existen diferencias en cuanto al uso y estructura.

Se clasifican en actuadores lineales y giratorios.

1.3.3 Actuadores Neumáticos Lineales.

El cilindro neumático consiste en un cilindro cerrado con un pistón en su interior que desliza y que transmite su movimiento al exterior mediante un vástago. Se compone de las tapas trasera y delantera, de la camisa donde se mueve el pistón, del propio pistón, de las juntas estáticas y dinámicas del pistón y del anillo rascador que limpia el vástago de la suciedad.

Los cilindros neumáticos independientemente de su forma constructiva, representan los actuadores más comunes que se utilizan en los circuitos neumáticos.

- **Cilindros de simple efecto**

Un cilindro de simple efecto desarrolla un trabajo sólo en un sentido. El émbolo se hace retornar por medio de un resorte interno o por algún otro medio externo como cargas,

movimientos mecánicos, etc. Puede ser de tipo “normalmente dentro” o “normalmente fuera”.

Los cilindros de simple efecto se utilizan para sujetar, marcar, expulsar, etc. Tienen un consumo de aire algo más bajo que un cilindro de doble efecto de igual tamaño. Sin embargo, hay una reducción de impulso debida a la fuerza contraria del resorte, así que puede ser necesario un diámetro interno algo más grande para conseguir una misma fuerza.

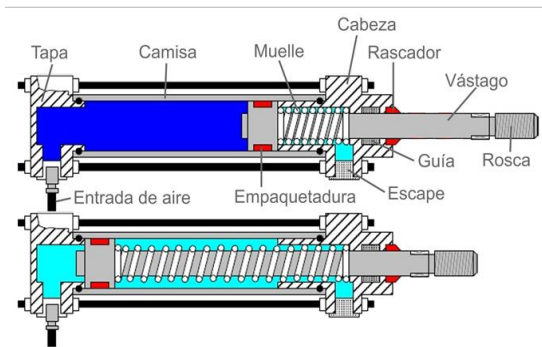


Figura 1. 4 Cilindro de simple efecto

Fuente: rescatado de <http://wikifab.dimf.etsii.upm.es/wikifab/index.php/Imagen:Simplefecto8358.jpg>

- **Cilindros de doble efecto.**

Los cilindros de doble efecto son aquellos que realizan tanto su carrera de avance como la de retroceso por acción del aire comprimido. Su denominación se debe a que emplean las dos caras del émbolo (aire en ambas cámaras), por lo que estos componentes sí pueden realizar trabajo en ambos sentidos. Sus componentes internos son prácticamente iguales a los de simple efecto, con pequeñas variaciones en su construcción. Algunas de las más notables las encontramos en la culata anterior, que ahora ha de tener un orificio roscado para poder realizar la inyección de aire comprimido.

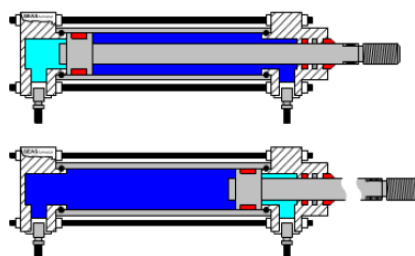


Figura 1. 5 Cilindro doble efecto

Fuente: rescatado de <http://circuitos-hidraulicos-y-neumaticos.blogspot.com/p/21-produccion-y-distribucion-del-aire.html>

El campo de aplicación de los cilindros de doble efecto es mucho más extenso que el de los de simple, incluso cuando no es necesaria la realización de esfuerzo en ambos sentidos. Esto es debido a que, por norma general, los cilindros de doble efecto siempre contienen aire en una de sus dos cámaras, por lo que se asegura el posicionamiento.

Para poder realizar un determinado movimiento (avance o retroceso) en un actuador de doble efecto, es preciso que entre las cámaras exista una diferencia de presión. Por norma general, cuando una de las cámaras recibe aire a presión, y la otra está comunicada con la atmósfera, y viceversa.

1.4 Actuadores neumáticos giratorios.

Los actuadores rotativos o giratorios son los encargados de transformar la energía neumática en energía mecánica de rotación. Dependiendo de si el móvil de giro tiene un ángulo limitado o no, se forman los dos grandes grupos a analizar:

- **Motores neumáticos**

Proporcionan un movimiento rotatorio constante. Se caracterizan por proporcionar un elevado número de revoluciones por minuto.

Los cilindros que funcionan como actuadores giratorios, de giro limitado, son el cilindro giratorio de pistón-cremallera-piñón en el que el movimiento lineal del pistón es transformado en un movimiento giratorio mediante un conjunto de piñón y cremallera y el Cilindro de aletas giratorias de doble efecto para ángulos entre 0° y 270°. En la siguiente figura el cilindro pistón-cremallera-piñón:

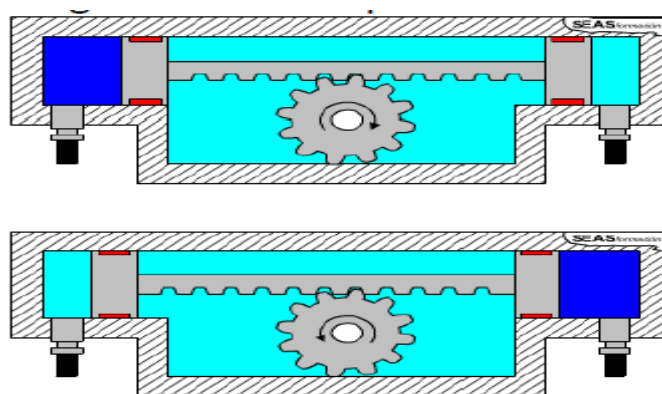


Figura 1. 6 Motor neumático

Fuente: rescatado de <http://circuitos-hidraulicos-y-neumaticos.blogspot.com/p/21-produccion-y-distribucion-del-aire.html>

Actuadores hidráulicos lineales

Los cilindros hidráulicos de movimiento lineal son utilizados comúnmente en aplicaciones donde la fuerza de empuje del pistón y su desplazamiento son elevados.

Los cilindros hidráulicos pueden ser de simple efecto, de doble efecto y telescópicos.

En el primer tipo, el fluido hidráulico empuja en un sentido el pistón del cilindro y una fuerza externa (resorte o gravedad) lo retrae en sentido contrario.

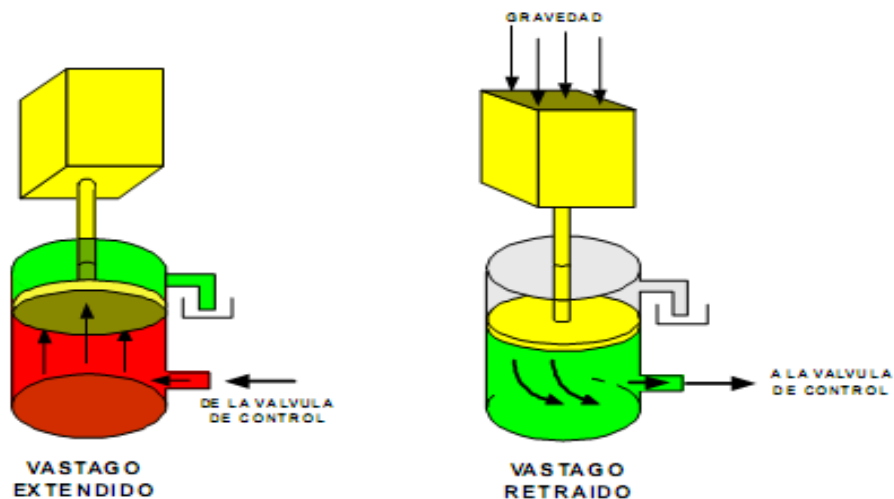


Figura 1. 7 Esquema funcional de un cilindro hidráulico

Fuente: rescatado de <http://circuitos-hidraulicos-y-neumaticos.blogspot.com/p/21-produccion-y-distribucion-del-aire.html>

El cilindro de acción doble utiliza la fuerza generada por el fluido hidráulico para mover el pistón en los dos sentidos, mediante una válvula de solenoide.

1.4 Actuadores eléctricos – electrónicos

Los actuadores eléctricos también son muy utilizados en los aparatos mecatrónicos, como por ejemplo, en los robots.

1.4.1 Definición de actuador eléctrico

Los actuadores son los dispositivos encargados de efectuar las acciones físicas, ordenadas por algún sistema de control. Esta acción física puede ser un movimiento lineal o un movimiento circular según sea el caso. Se le da el nombre de actuadores eléctricos cuando se usa la energía eléctrica para que se ejecuten sus movimientos.

Los actuadores eléctricos se utilizan para robots de tamaño mediano, pues éstos no requieren de tanta velocidad ni potencia como los robots diseñados para funcionar con actuadores hidráulicos. Los robots que usan la energía eléctrica se caracterizan por una mayor exactitud y repetitividad.

1.4.2 Clasificación.

Dentro de los actuadores eléctricos pueden distinguirse tres tipos diferentes:

1. Motores de corriente continua (DC). Servomotores
2. Motor paso a paso
3. Motor de corriente alterna (AC)

- **Motores de corriente continúa.**

El motor de corriente continua es una máquina que convierte la energía eléctrica en mecánica, principalmente mediante el movimiento rotatorio.

La principal característica es la posibilidad de regular la velocidad desde vacío a plena carga

- **Principio de funcionamiento.**

Se basa en la segunda Ley de Lorentz, un conductor por el que pasa una corriente eléctrica causa un campo magnético a su alrededor que tiende a ser expulsado si se le quiere introducir en otro campo magnético.

Así que las fuerzas magnéticas quedan rechazadas por las bobinas del motor haciendo que el rotor del motor gire.

$$F = B * l * I$$

Ecuación 1. 1 Fuerza motor eléctrico

Fuente: Rescatado de <http://ddtorres.webs.ull.es/Docencia/Intalaciones/Electrifica>

1. **F:** Fuerza en newton
2. **I:** Intensidad que recorre el conductor en amperios
3. **l:** Longitud del conductor en metros lineales
4. **B:** Inducción en teslas

- **Motores paso a paso**

Es un dispositivo electromecánico que convierte una serie de impulsos eléctricos en desplazamientos angulares discretos, lo que significa es que es capaz de avanzar una serie de grados (paso) dependiendo de sus entradas de control.

- **Ventajas**

1. Es capaz de asegurar un posicionamiento simple y exacto
2. Ligeros, fiables, y fáciles de controlar, pues al ser cada estado de excitación del estator estable, el control se realiza en bucle abierto, sin la necesidad de sensores de realimentación.
3. Son ideales donde se requiere un movimiento preciso

- **Desventajas**

4. El funcionamiento a bajas velocidades no es suave, ya que existe el peligro de pérdida de una posición por trabajar en bucle abierto.
5. Tienden a sobrecalentarse trabajando a velocidades elevadas y presentan un límite en el tamaño que pueden alcanzar

- **Motores de corriente alterna (AC).**

Se basa en la utilización de corriente alterna

La corriente alterna es aquella en que la que la intensidad cambia de dirección periódicamente en un conductor. Como consecuencia del cambio periódico de polaridad de la tensión aplicada en los extremos de dicho conducto

La variación de la tensión con el tiempo puede tener diferentes formas: sinodal, triangular, trapezoidal.

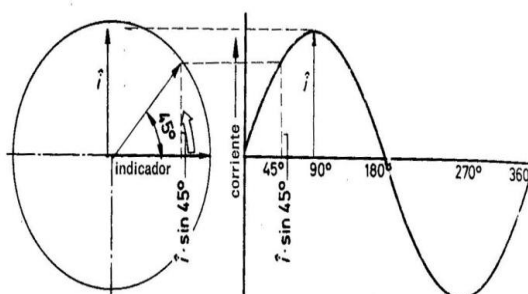


Figura 1. 8 Corriente alterna sinoidal

Fuente: Rescatado de <http://ddtorres.webs.ull.es/Docencia/Intalaciones/Electrifica>

- **Ventajas de la corriente alterna**

La corriente alterna presenta ventajas decisivas de cara a la producción y transporte de la energía eléctrica, respecto a la corriente continua:

1. Generadores y motores más baratos y eficientes, y menos complejos.
2. Posibilidad de transformar su tensión de manera simple y barata.
3. Posibilidad de transporte de grandes cantidades de energía a largas distancias con un mínimo de sección de conductores (a alta tensión).
4. Desaparición o minimización de algunos fenómenos eléctricos indeseables (magnetización en las máquinas, y polarizaciones y corrosiones electrolíticas en pares metálicos).

1.4.3 Forma de trabajo de los actuadores eléctricos

El proceso bajo control, la acción que se tiene que llevar a cabo y la velocidad con que ésta deba realizarse, son factores que influyen en la clase de actuador que se ha de utilizar. Los sistemas de acondicionamiento eléctrico han llegado a ser los que más predominan en los ambientes robóticos industriales. Aunque no proporcionan la velocidad o la potencia de los sistemas hidráulicos, los dispositivos eléctricos ofrecen una mayor exactitud y repetitividad, necesitan de un menor espacio de piso y, como consecuencia, son muy adecuados para el trabajo preciso, como el ensamblaje. Por lo general, los robots se pueden accionar con un acondicionamiento eléctrico.

1.5 Sensores de peso.

Los sensores de peso son aquellos dispositivos electrónicos desarrollados con la finalidad de detectar los cambios eléctricos provocados por una variante en la intensidad de un peso aplicado sobre la báscula o balanza, información que a su vez transmite hacia un indicador de peso o controlador de peso.

1.5.1 Celdas de carga.

El principio básico de una celda de carga está basado en el funcionamiento de cuatro galgas extensiométricas (strain gauge), dispuestos en una configuración especial.

Una galga extensiométrica es un sensor basado en el efecto piezo - resistivo. Un esfuerzo que deforma a la galga y producirá una variación en su resistencia eléctrica, por lo tanto la galga extensiométrica es básicamente una resistencia eléctrica. El parámetro

variable y sujeto a medida es la resistencia de dicha galga. Esta variación de resistencia depende de la deformación que sufre la galga. Los materiales que suelen utilizarse para fabricar galgas son aleaciones metálicas, como por ejemplo, micrón o elementos semiconductores como por ejemplo el silicio y el germanio.

- **Galga Extensiométrica**

Las galgas extensiométricas se basan en la variación de la resistencia de un conductor o un semiconductor cuando es sometido a un esfuerzo mecánico. Este efecto fue descubierto por Lord Kelvin en 1856.

Básicamente el método consiste en “pegar” un elemento llamado galga a la pieza y conectarla a un circuito electrónico adecuado. Al deformarse la pieza y, por lo tanto la galga, esta verá su resistencia eléctrica alterada proporcionalmente a la deformación y provoca un cambio en la diferencia de potencial proporcional al cambio de la resistencia, es decir, a la deformación de la pieza. Desde el punto de vista metodológico, es conveniente describir la galga como un elemento lineal que recibe en la entrada una deformación longitudinal unitaria y produce en la salida superpuesta a su resistencia original.

En la figura se muestra un conductor recto de longitud L , resistividad ρ y sección transversal A .

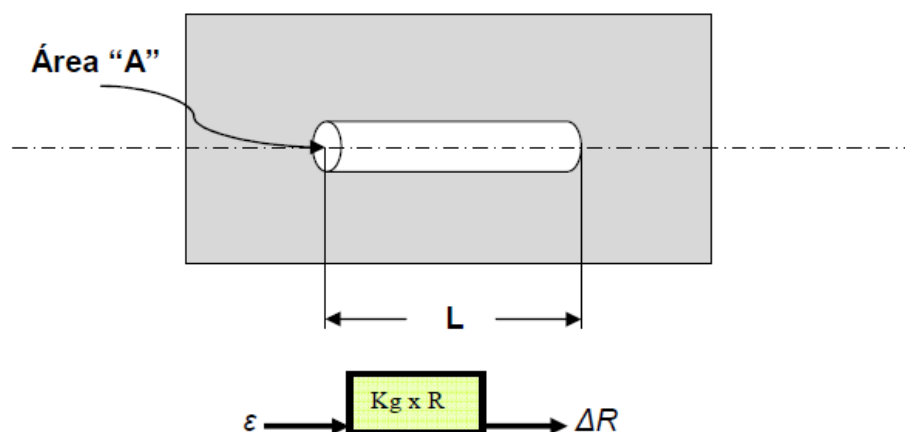


Figura 1. 9 Conductor lineal sometido a deformaciones longitudinales.

Fuente: rescatado de <http://joseal-medicionesindustriales.blogspot.com>

Si se considera un hilo metálico de longitud “L”, sección “A” y resistividad “ρ”, su resistencia eléctrica “R” estaría dada por:

$$R = \rho * \left(\frac{L}{A}\right) = \rho * \left(\frac{L}{\pi * r^2}\right) [\Omega]$$

Ecuación 1. 2 Resistencia a la Deformación

Fuente: rescatado de http://joseal-medicionesindustriales.blogspot.com/2008/06/3-sensores-electromagnticos_02.html

1.5.2 Materiales de construcción de las celdas de carga

De acuerdo a las aplicaciones que se realizan y a los ambientes a los cuales estarán expuestas las celdas de carga se detalla una lista de materiales con las cuales son fabricadas las celdas de carga

- **Celdas de carga de aluminio**

Se utilizan elementos de celdas de carga de aluminio primariamente en aplicaciones de un solo punto y de baja capacidad. Las celdas de carga de aluminio tienen secciones de tejido o malla comparativamente gruesas en comparación con celdas de acero al carbón de capacidades comparables. Esto es necesario para proporcionar la cantidad apropiada de deflexión en este elemento a su capacidad. Los costos de labrar a máquina los elementos de aluminio debido a la blandura del material.

- **Celdas de carga de acero al carbón.**

Las celdas de carga fabricadas de elementos de acero al carbón son por mucho las celdas de carga más populares. El coeficiente de costo a rendimiento es mejor para elementos de acero al carbón que para diseños de aluminio o acero inoxidable.

- **Celdas de carga de acero inoxidable**

Celdas de acero inoxidable son más caras que celdas de carga de acero al carbón. A veces vienen equipadas con cavidades de tejido herméticamente sellado que las hace ser la selección ideal para ambientes corrosivas y de alta humedad. Celdas de carga de acero inoxidable que no están herméticamente selladas tienen poca ventaja sobre celdas comparables construidas de acero al carbón, menos que tienen una más alta resistencia a la corrosión.

1.5.3 Clasificación de celdas de carga según su morfología.

En este caso podemos dividir las células de carga en distintos grupos:

- **Células Monoplato.**

También llamadas mono célula. El sistema interno de trabajo de las bandas extensiométricas es a flexión. Son las que se utilizan en balanzas y pequeñas plataformas con platos de dimensiones inferiores a los 800 x 800 mm. Las capacidades oscilan entre los 4 kg y los 1000 kg.



Figura 1. 10 Célula de carga monoplato

Fuente: rescatado de <http://2.bp.blogspot.com/--w8b021Aeg/T7NwdeVYUG>

- **Células de cortadura simple:**

Se acostumbra a montar en básculas de 2 o más células de carga. El funcionamiento interno es a cortadura. En este caso soportan capacidades más grandes, hasta los 5000 kg. Las células se conectan entre ellas mediante la caja suma, de la que sale un solo cable al indicador de peso. Estas células, con los correspondientes módulos de pesaje antivuelco también se montan en silos, tolvas, depósitos, etc.

En la figura 1.11 se muestra una CTA1 con el módulo de pesaje antivuelco para una de estas aplicaciones



Figura 1. 11 Celda de carga de cortadura tipo viga

Fuente: rescatado de http://2.bp.blogspot.com/-70haw_vS4Qc/T7NyXnFrHQI

- **Célula de Carga de Doble Cortadura.**

Es el mismo caso que las anteriores, para básculas multi - célula; con la diferencia de que pueden soportar cargas mayores. Internamente montan el doble de bandas extensiométricas, permitiendo hasta cargas de 50000 kg.

También se pueden montar con módulos antivuelco.



Figura 1. 12 Celda de carga de doble cortadura

Fuente: Rescatado de <http://2.bp.blogspot.com/-h0boxUDY4E/T7NzTIRPnYI>

- **Células de Tracción – Compresión.**

Este tipo de células, también llamadas S, funcionan tanto a tracción como a compresión. Internamente acostumbran a funcionar a cortadura y se pueden encontrar en capacidades entre 30 kg y 10000 kg. Las aplicaciones típicas son desde su montaje en cilindros, ganchos, tirantes, etc.



Figura 1. 13 Celda de carga tipo S

Fuente: Rescatado de http://3.bp.blogspot.com/-C_rvgYYoCo/T7N01zkV9pI

- **Células de compresión de alta capacidad.**

A partir de 10000 kg las células idóneas para trabajar en compresión son las de compresión de alta capacidad, que pueden alcanzar los 60000 kg. Internamente no funciona con bandas extensiométricas de cortadura, sino con unas especiales de compresión. A este tipo de células de carga también se las llama de columna, por su forma interna.



Figura 1. 14 Celda de carga a compresión

Fuente: Rescatado de <http://3.bp.blogspot.com/-BdQ9Oiuu5OE/T7N1jEr-36>

1.6 Control de calidad.

Los Japoneses fusionaron las enseñanzas de Deming y Juran con la Administración por Objetivos y dieron los primeros pasos hacia la Planeación Estratégica de la Calidad y hacia la Administración de la Calidad Total (TQM - Total Quality Management).

Control de calidad: proceso seguido por una empresa de negocios para asegurarse de que sus productos o servicios cumplen con los requisitos mínimos de calidad, establecidos por la propia empresa. Con la política de Gestión (o administración) de Calidad Óptima (GCO) toda la organización y actividad de la empresa está sometida a un estricto control de calidad, ya sea de los procesos productivos como de los productos finales.

La exigencia de una mayor o menor calidad depende de muchos factores. Cuanto mayor es la vida del producto, menores serán las ventas, porque los consumidores no tendrán que volver a comprarlo, por lo que la calidad suele ser menor. La importancia otorgada durante los últimos años al control de calidad es una respuesta a la competencia japonesa basada en la calidad. Sin embargo, fue un asesor económico estadounidense, W. Edwards Deming, el que señaló que "el consumidor es la parte más importante de la línea productiva", y el que enseñó a los japoneses los distintos métodos de control de calidad.

Otro estadounidense, Joseph Juran, también desempeñó un papel crucial a la hora de promocionar la idea de vigilar la calidad y crear métodos de control. Entre los pasos que estableció para controlar la calidad destacan: la importancia de fomentar la idea de la necesidad de un control férreo de la calidad; la búsqueda de métodos de mejora; el establecimiento de objetivos de calidad y la aplicación de todo tipo de medidas y cambios para poder alcanzar estas metas.

1.7 Análisis de los sistemas de dosificación¹

Para esta sección se tratara el estudio de diferentes sistemas de pesaje de sólidos así como el funcionamiento de estos sistemas, con lo cual permitirá optar por un sistema determinado de pesaje para nuestro propósito

Los sistemas de pesaje de sólidos en el ámbito industrial, entre los más utilizados tenemos

1. Sistema basado en tolva de pesaje
 2. Pesadora ensacadora
 3. Pesadora multicabezal
- **Sistema basado en tolva de pesaje²**

Este sistema también es conocido como báscula para tolva, representada en la figura



Figura 1. 15 Silo tipo tolva(Aviles. M, 2011)

Fuente: Implementación de un sistema de dosificación y control de pesaje dinámico para empaquetamiento de comestibles sólidos.

¹Avilés. M. Caviedes. G (2011). Implementación Del Sistema De Dosificación Y Control De Pesaje Dinámico Para Empaquetamiento De Comestibles Sólidos (tesis de pregrado). Repositorio EPN

²Avilés. M. Caviedes. G (2011). Implementación Del Sistema De Dosificación Y Control De Pesaje Dinámico Para Empaquetamiento De Comestibles Sólidos (tesis de pregrado). Repositorio EPN

Este sistema brinda la facilidad de pesar cualesquier producto en tolva, sin importar su forma, solo con la simple necesidad de la implementación de celdas de carga, y su aplicación está dirigida, a productos líquidos, polvos materiales viscosos y sólidos granulados.

En este sistema, la información sobre el peso del contenido del silo, es continua, lo que significa que el sistema indica el peso de forma permanente en el momento mismo de la lectura, entonces el hecho de conocer la masa del contenido a partir del peso tiene la ventaja de hacer que la indicación de una balanza de recipiente no dependa de la densidad del producto

- **Pesadora ensacadora³**

La pesadora ensacadora posee una capacidad variable dependiendo de sus características. En sus versiones automáticas, como la de la figura un pistón neumático es activado de manera que cierra la compuerta de salida e impide el flujo del producto cuando el peso del saco es el deseado. En algunos sistemas se implementa un pre-llenado grueso y uno fino, para llegar al peso deseado, de este modo se obtiene una mayor precisión.



Figura 1. 16 Pesadora ensacadora (Avilés. M, 2011)

Fuente: Implementación de un sistema de dosificación y control de pesaje dinámico para empaquetamiento de comestibles sólidos.

³Avilés. M. Caviedes. G (2011). Implementación Del Sistema De Dosificación Y Control De Pesaje Dinámico Para Empaquetamiento De Comestibles Sólidos (tesis de pregrado). Repositorio EPN

- **Pesadora multicabezal⁴**

El pesaje multicabezal utiliza el principio de combinación de pesos a través de distintas balanzas que se descargan de manera aleatoria según el peso seleccionado. El uso de múltiples tolvas permite una alta precisión al pesaje y una mayor dinámica a la velocidad de producción, al mismo tiempo que se reduce considerablemente el porcentaje de producto regalado.

La pesadora multicabezal entrega el producto en una o más secuencias de descarga, en función del tamaño de las tolvas, de la cantidad de tolvas y del peso requerido, lo cual se ilustra en la figura 1.16.

El tipo de superficie de los materiales que conforman el sistema y que están en contacto con el producto se eligen para facilitar el mejor flujo posible del mismo y el tamaño de las tolvas se definen en función del producto y peso solicitados.

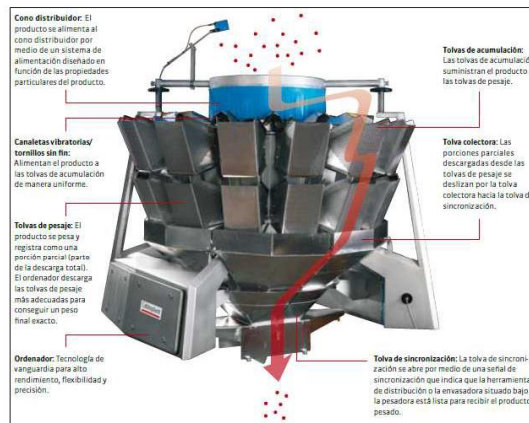


Figura 1. 17 Pesadora multicabezal (Aviles. M, 2011)

Fuente: Implementación de un sistema de dosificación y control de pesaje dinámico para empaquetamiento de comestibles sólidos.

1.7.2 Características del mineral a pesar

- **Características del carbón**

El carbón es un sólido oscuro, estratificado y combustible, resultado de la acumulación y enterramiento de materia vegetal desde las primitivas eras geológicas. Estos depósitos

⁴ Avilés. M. Cabiedes. G (2011). Implementación Del Sistema De Dosificación Y Control De Pesaje Dinámico Para Empaquetamiento De Comestibles Sólidos (tesis de pregrado). Repositorio EPN

se convierten en carbón a través de unos cambios biológicos iniciales y posteriormente efectos mecánicos de presión y temperatura en el seno de los sedimentos.

El carbón se caracteriza por ser el combustible fósil del que existe mayor cantidad de recursos, cifrándose en un 75% del total de las reservas estimadas. A si mismo cabe destacarse su amplia distribución geográfica, conociéndose yacimientos explotables prácticamente en todos los países.

La utilización como combustible del carbón puede remontarse a unos 1000 años A.C en China. La minería del carbón tuvo su origen en Alemania alrededor del siglo X siendo la disminución de los bosques en Europa la que provoco un rápido incremento en la minería durante el siglo XVI.

En el siglo XVIII se considera la edad de oro del carbón de hecho su creciente utilización en las fundiciones de hierro y como combustible de las máquinas de vapor debe destacarse como la principal causa de la denominada Revolución Industrial.

Prácticamente todo el carbón se utiliza en procesos de combustión y en coquizado. Así, tomando como base los datos de consumo de energía primaria de España puede observarse que, aproximadamente, un 80% del carbón se quema para generar electricidad, o vapor para usos industriales y domésticos, mientras que en cantidades menores, pero significativo su empleo en los sectores siderúrgicos y cementeros y la fabricación de coque. El resto se utiliza en otras actividades de menor importancia relativa, como pueden ser la fabricación de pigmentos y materiales de relleno y la filtración de agua.



Figura 1. 18 Angulo de reposo del carbón

Fuente: Autor

En la figura anterior (1.19) se puede observar el ángulo de reposo formado por el carbón tipo canasta, este ángulo se forma al dejar caer una porción de carbón en una superficie plana, la manera de medir este ángulo, es mediante la experimentación, la misma que se realizó dentro de la empresa.

Material	Densidad kg/m ³	Coefficiente de rozam. con la pared	Coefficiente de sobre- presión
Alumina	1.200	0,20-0,70	1,3
Cebada	1.000	0,10-0,62	1,3
Cemento	1.600	0,30-0,70	1,3
Clinker	1.800	0,30-0,65	1,7
Carbón	1.800	0,30-0,65	1,7
Arena	2.000	0,27-0,87	1,3
Coke	1.000	0,50-0,80	1,3
Grava	2.000	0,29-0,60	1,3
Harina	900	0,25-0,70	1,3
Cenizas	1.100	0,25-0,84	1,3
Maíz	1.000	0,24-0,62	1,7
Azúcar	1.000	0,27-0,84	1,3
Trigo	1.000	0,25-0,62	1,3

Tabla 1. 1Propiedades físicas de materiales

Fuente: http: Rescatado de [//expertoensilos.blogspot.com/](http://expertoensilos.blogspot.com/)

CAPITULO II

2 DISEÑO MECÁNICO DEL SILO

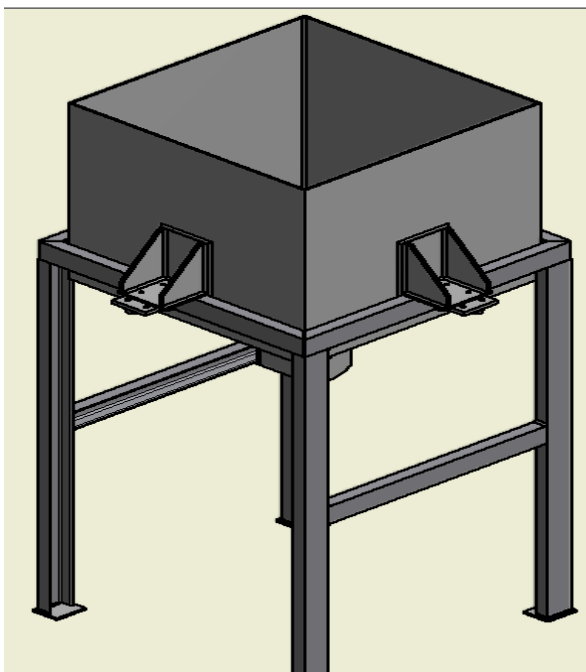


Figura 2. 1 Vista isométrica silo

2.1 Análisis de la capacidad del Silo

De acuerdo a las presentaciones de adquisición de los minerales la empresa adquiere el carbón y la cal, los mismos que vienen en presentaciones de 1000 kg. De acuerdo a las características de densidad de los minerales se va a determinar el volumen que ocupa cada mineral, por lo tanto tenemos:

2.1.1 Densidad.

La densidad “ δ ” es el resultado de comparar, por división, la masa “ m ” de un cuerpo con su volumen “ V ”.

$$\sigma = m/V$$

Ecuación 2. 1Densidad

Fuente: Fórmulas Matemáticas. (2008) Editorial Lexus.

En este caso el carbón mineral, el cual tiene una densidad de entre 1,3 y 1,6 gr/cm³, para fines del proyecto se utilizara el valor máximo, y despejando de la ecuación anterior (2.1), tenemos:

$$m = \sigma \cdot V$$

Como las unidades de la densidad del carbón están en gr/ cm³, debemos transformarlos a la unidades de kg/ m³

Con lo que tenemos

$$1,6 \frac{gr}{cm^3} \cdot \frac{kg}{1000 gr} \cdot \frac{1000000cm^3}{1m^3}$$

De donde el valor de la densidad en kg/m³ es

$$\rho = 1600 \text{ kg/m}^3$$

Con esto determinamos la capacidad de carga para el silo, tomando en cuenta que el dato de la densidad del carbón es de 1600 kg por metro cubico. Y tomando en cuenta que los minerales se compran en presentaciones de 1000 kg,

Para almacenar los materiales a ser pesados el silo debe tener un volumen de por lo menos un metro cubico.

Para efectos de este trabajo se realizara un silo cuadrado tipo tolva para el almacenaje de los minerales a ser pesados.

2.2 Diseño del silo

Para iniciar con la construcción del silo, tomamos como punto inicial las presentaciones de adquisición por parte de la empresa de los materiales, en el caso del carbón y de la cal, se realizan en presentaciones de 1000 kg,

Entonces como datos para el cálculo del silo tomamos en cuenta que el silo debe ser de al menos 1m³ y para que sea simétrico se lo realizara de una forma cuadrada

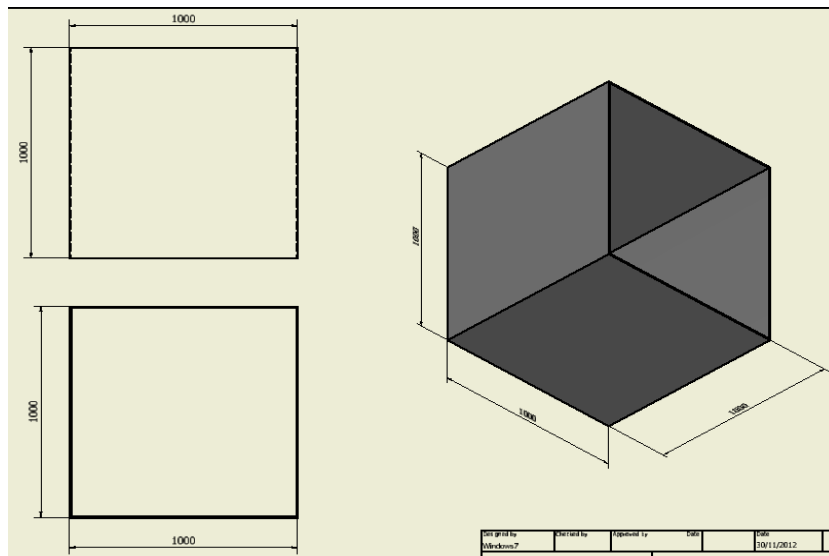


Figura 2. 2 Silo Cuadrado

También en la parte inferior del silo se encuentra la base cónica, que en geometría se conoce como pirámide truncada, con las siguientes medidas, que se muestran en la figura, esta tolva sirve para una fácil evacuación del mineral por la parte baja del silo.

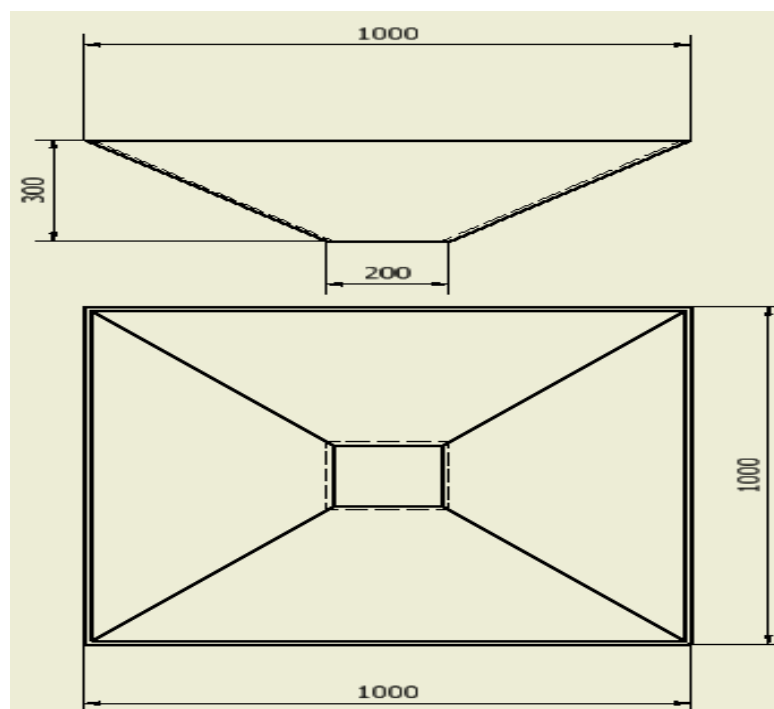


Figura 2. 3 Medidas pirámide truncada

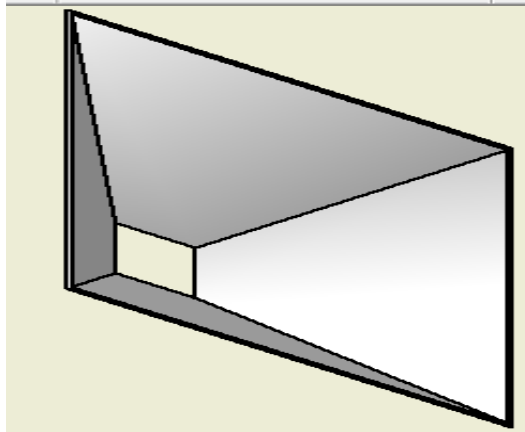


Figura 2. 4 Pirámide truncada del silo

- **Calculo del volumen total del silo.**

Debido a la geometría del silo, y como hemos optado por el silo tipo tolva, el volumen total del silo conllevara el cálculo por separado de las formas regulares que tiene el silo, esto quiere decir que el volumen total será la sumatoria de todos los subvolúmenes calculados por separado.

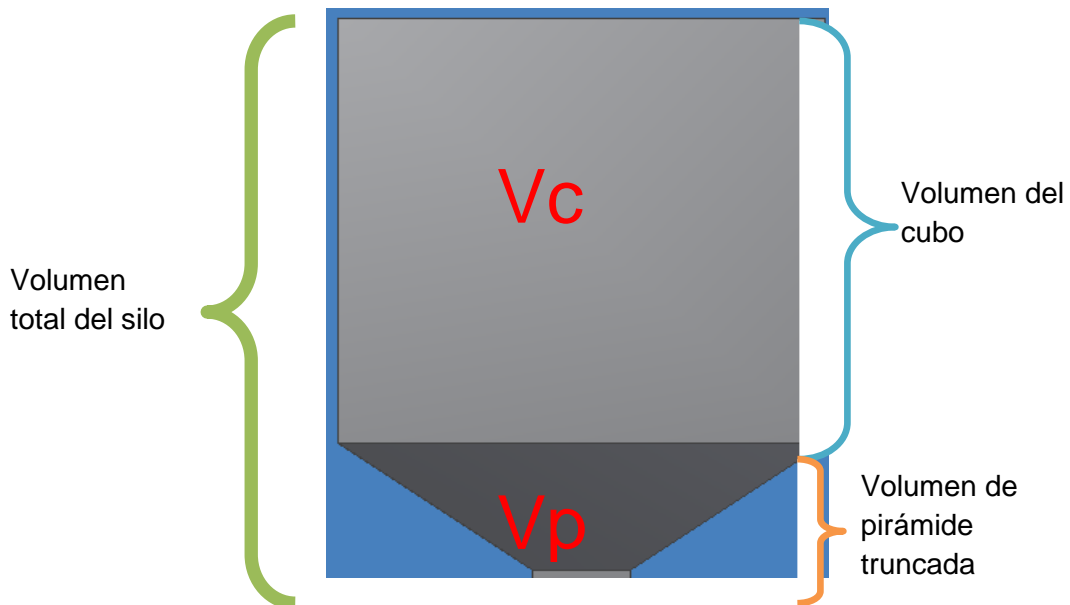


Figura 2. 5 Silo Contenedor Referencia Volumen.

Como se puede observar en la gráfica anterior la conformación del silo está dada por la parte inferior, es una pirámide truncada, y la parte superior es un cubo. Por lo tanto la expresión matemática para el cálculo del volumen del silo quedara de la siguiente manera:

$$V_c + V_p = V_{ts}$$

Ecuación 2. 2Volumen del Silo

Fuente: Autor

De donde:

V_c = volumen del cubo.

V_p = volumen de pirámide truncada

V_{ts} = volumen total silo

2.2.1 Volumen del cubo

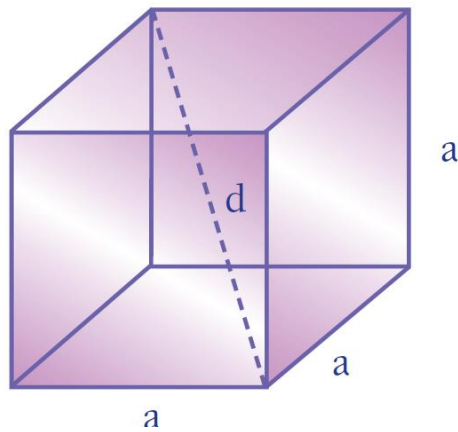


Figura 2. 6 Cubo de lado a

Fuente: Fórmulas Matemáticas. (2008).

$$\begin{aligned} S_L &= 4a^2 \\ S_T &= 6a^2 \\ V &= a^3 \\ d &= a\sqrt{3} \end{aligned}$$

Figura 2. 7 Cuadro formulas respecto al cubo

Fuente: Fórmulas Matemáticas. (2008).

De este grupo de fórmulas (figura 2.7) podemos tomar la correspondiente al volumen

$$a = 1\text{m}$$

$$V = a^3$$

$$V = 1 \times 1 \times 1 \text{ m}^3$$

$$V = 1\text{m}^3$$

2.2.2 Volumen Pirámide Truncada

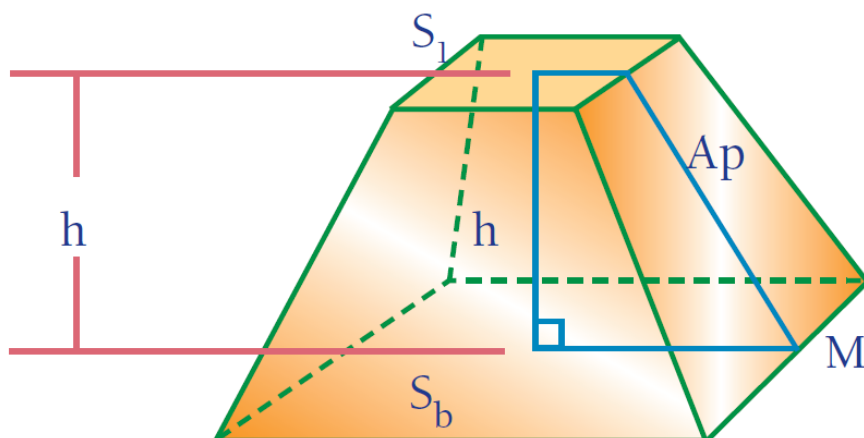


Figura 2. 8 Pirámide truncada

Fuente: Fórmulas Matemáticas. (2008).

$$S_L = Ap (p + p_1)$$
$$S_T = S_L + S_1 + S_b$$
$$V = \frac{h(S_1 + S_b + \sqrt{S_1 \cdot S_b})}{3}$$

Figura 2. 9 Cuadro formulas respecto a la pirámide

Fuente: Fórmulas Matemáticas. (2008).

Igual que en el caso anterior se toma formula del cálculo del volumen ver figura 2.9.

$$h= 0.3 \text{ m}$$

$$S1= 0.2\text{m}$$

$$Sb= 1\text{m}$$

$$V = h(S1 + Sb + \sqrt[3]{S1 \cdot Sb})/3$$

Entonces

$$V = 0.3(0.2 + 1 + \sqrt[3]{0.2 \times 1})/3$$

$$V=0.165 \text{ m}^3$$

De esto tenemos el volumen total del silo reemplazando en la ecuación 2.2

$$Vc+Vp= Vts$$

$$Vts = 1 + 0.165$$

$$Vts = 1.165 \text{ m}^3$$

Dado que el volumen total del silo será de 1.165 m^3 , el mismo que albergara una masa total de 1864 kg aproximadamente, tomando como referencia la ecuación de la densidad.

2.3 Esfuerzos en Silos y Tolvas.

El análisis de los esfuerzos en los silos y tolvas busca determinar posibles fallos en la construcción mecánica de los mismos, estos esfuerzos ejercidos por los materiales almacenados empezaron a ser tenidos en cuenta debido al resultado de varios estudios experimentales. El pionero de estos estudios realizados, fue el Doctor Janssen (1895), quien dejó un importante legado en el estudio de este fenómeno

2.3.1 Método De Janssen

En 1895. H. A. Janssen estudió las presiones estáticas debido al material almacenado en silos. Su teoría se basa en el equilibrio de una sección diferencial del silo con el material en reposo. Con este análisis consiguió derivar la expresión para la presión vertical del material, la presión lateral y la fuerza de fricción en la pared del silo. Su método es fácil de llevar a cabo, no es preciso el uso de ordenador para determinar estas fuerzas. Es

también uno de los métodos más empleados para el análisis de estas fuerzas y está recomendado por la mayoría de las normativas vigentes para el cálculo de silos⁵.

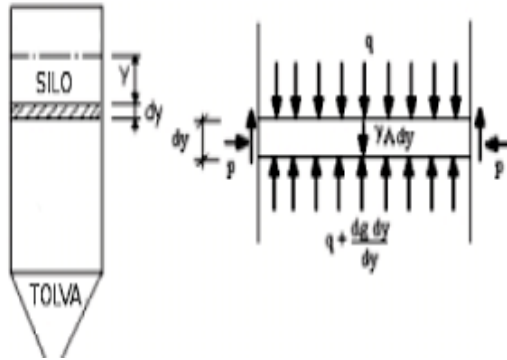


Figura 2. 10 Referencia de fuerzas y Presiones

Fuente: [http: Rescatado de //expertoensilos.blogspot.com/](http://Rescatado%20de%20//expertoensilos.blogspot.com/)

Las expresiones a las que llegó Janssen son las siguientes⁶:

$$K = \frac{Ph}{Pv} = \frac{1 - \sin \varphi}{1 + \sin \varphi}$$

Ecuación 2. 3 Coeficiente de Rankine

$$U' = \tan \varphi'$$

Ecuación 2. 4 Coeficiente de fricción del material almacenado

$$R = A/U$$

Ecuación 2. 5 Radio Hidráulico

$$Pv = \frac{wR}{U'k} + \left(1 - e^{-\frac{U'kh}{R}}\right)$$

Ecuación 2. 6 Presión Vertical

$$Ph = k * Pv$$

Ecuación 2. 7 Presión Horizontal

⁵Echeverría. A. Sandoval. L. (2013), Dosificación automática de sólidos, para el laboratorio del AIM de la Escuela Politécnica del Ejército. (Tesis Pregrado). Repositorio ESPE

⁶Echeverría. A. Sandoval. L. (2013), Dosificación automática de sólidos, para el laboratorio del AIM de la Escuela Politécnica del Ejército. (Tesis Pregrado). Repositorio ESPE

Dónde:

K = coeficiente de Rankine.

w = densidad del material almacenado.

h = altura

A = área

U = perímetro

R = radio hidráulico

Φ = ángulo de reposo del material almacenado

Φ' = ángulo de rozamiento entre el material almacenado

U' = coeficiente de fricción del material almacenado

Ph = presión horizontal en kg/m^2

Pv = presión vertical en kg/m^2

Tomando en cuenta las dimensiones establecidas y la forma del silo a implementarse se procede a realizar el cálculo de las presiones a las cuales estará sometido el silo cuando esté lleno del material a ser pesado.

Para aplicar las expresiones de Janssen tenemos los siguientes datos

Densidad del material $w = \rho = 1600 \text{ kg/m}^3$

Altura silo $h = 1 \text{ m}$

Área del silo $A = 1 \text{ m}^2$

Perímetro del silo $U = 4 \text{ m}$

$U' = 0,475$

$$R = \frac{A}{U}$$

$$R = \frac{1}{4}$$

$R = 0,25 \text{ m}$

Como $U' = \tan \Phi'$

Entonces despejando

$$\Phi' = \arctang U'$$

$$\Phi' = \arctang 0.475$$

$$\Phi' = 33 \text{ grados}$$

$$\Phi = 39 \text{ grados}$$

Ahora podemos obtener los valores faltantes

$$K = \frac{Ph}{Pv} = \frac{1 - \sin \varphi}{1 + \sin \varphi}$$

$$K = \frac{1 - \sin \varphi}{1 + \sin \varphi}$$

Reemplazando tenemos.

$$K = \frac{1 - \sin 45}{1 + \sin 45}$$

$$K = 0,32172586$$

Para obtener la presión horizontal

$$Pv = \frac{wR}{U'k} + \left(1 - e^{-\frac{U'kh}{R}} \right)$$

Reemplazando y realizando el cálculo de la expresión tenemos

$$Pv = 1486,91579 \text{ kg/m}^2$$

Para obtener la presión horizontal, despejamos de la expresión

$$K = \frac{Ph}{Pv}$$

$$Ph = K * Pv$$

Reemplazando valores tenemos

$$Ph = 0,32172586 * 1486,91579$$

$$Ph = 116,163284 \text{ kg/m}^2$$

2.4 Selección de material para la construcción del silo

El material que se utilizara para la fabricación del silo es acero SAE A-36, que por sus características mecánicas y la facilidad de adquisición de este tipo de acero.

2.4.1 Características físicas y mecánicas del acero SAE A-36

El acero SAE A-36, a menudo llamado simplemente A-36, es un acero dulce o de bajo carbono. Se encuentra típicamente en forma de placa como material estructural. Sin embargo, también se encuentra a veces en forma de barra. Como todo acero dulce, es propenso a la oxidación, pero con un recubrimiento químico relativamente simple, resulta menos costoso que el acero inoxidable.

2.4.2 Química Acero A-36

El A-36 es un acero de bajo carbono con muy pocas aleaciones. Su composición química es de 0,26% de carbono, 0,75% de manganeso, 0,2% de cobre, 0,04% de fósforo y 0,05% de azufre, mientras que el resto es hierro. El manganeso y el cobre le dan al acero la resistencia y la dureza, mientras que los rastros de fósforo y azufre son impurezas que se mantienen al mínimo posible, ya que pueden hacer que el acero resulte frágil si su porcentaje es demasiado alto.

2.4.3 Propiedades mecánicas Acero A-36

En términos de sus propiedades mecánicas, el acero A-36 está diseñado para ser resistente y fuerte. Tiene una resistencia máxima a la tracción (la cantidad de presión que se necesita para deformar el material) de 58.000 a 79.800 libras por pulgada cuadrada (psi) (10.355 a 14.247 kg/cm²). El límite de elasticidad o la cantidad de presión que se necesita para doblar el acero hasta el punto en que no retorne a su forma original, es de 36.300 psi (6.481 kg/cm²). El alargamiento, o la cantidad de estiramiento del acero es capaz de resistir sin romperse, es del 20%.

2.4.4 Propiedades físicas Acero A-36

La principal propiedad física que se tiene en cuenta en la elección del acero es su densidad, que es una medición de la masa por unidad de volumen, o el peso de un determinado objeto dado un determinado volumen. El acero A-36 tiene una densidad de 7,85 gramos por centímetro cúbico; en el sistema británico, esto se traduce a 0,284 libras por pulgada cuadrada.

Por lo expuesto anteriormente sobre todo en la parte mecánica del acero, y comparando los valores de presiones que requiere este tipo de acero para deformarse, 14.247 kg/cm^2 es mucho mayor a las presiones calculadas en las expresiones de Janssen cuyos valores son: $P_v = 1486,91579 \text{ kg/m}^2$: y $P_h = 116,163284 \text{ kg/m}^2$ por lo tanto se utilizara planchas de acero A-36 de un espesor de 6mm, por facilidad de encontrar en el mercado local y su fácil soldabilidad.

2.5 Distribución de los puntos de apoyo para las celdas de carga

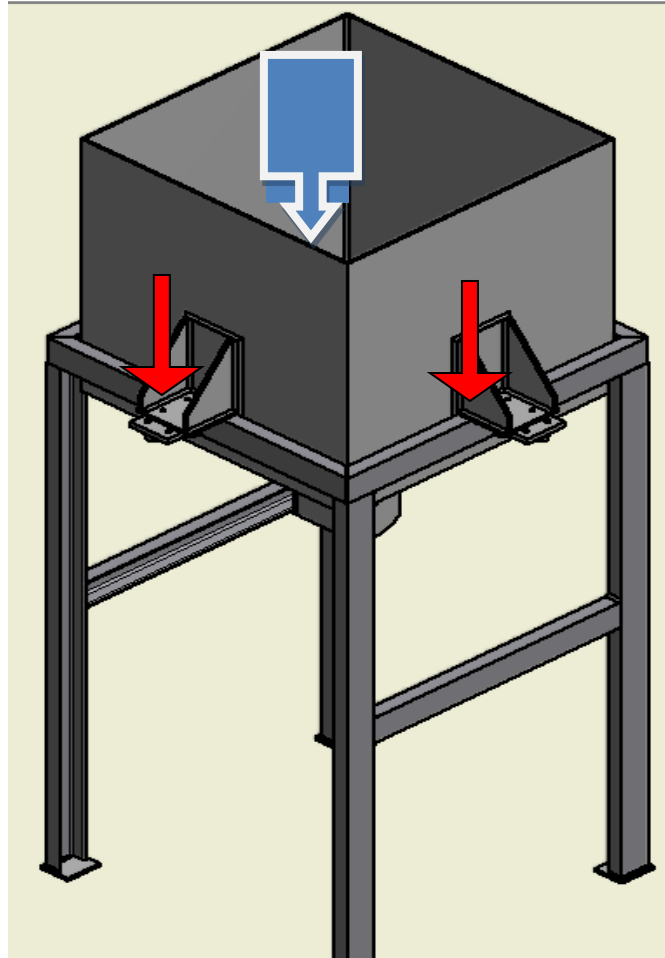


Figura 2. 11 Silo sometido a una carga

Fuente: Autor

El número recomendable de soportes depende de la geometría, el peso bruto, y la fuerza estructural y estabilidad del silo. Obviamente el número de soportes que se escoge para un silo influye la capacidad de las celdas de carga requeridas. Por lo general, no se deberían utilizar más de ocho soportes. Una vez que el número va por encima de tres, se vuelve más difícil lograr una distribución igual de peso en todos los soportes.

Mediante la elaboración de los planos del silo, podemos determinar el número de apoyos que va a tener silo, en este caso por la geometría del silo se optara como números de apoyo igual a 4, es decir un punto de apoyo por lado, el número de apoyos también nos facilita la selección de las celdas de carga.

2.6 Capacidad de la celda de carga

Independientemente de la forma de la celda de carga que se vaya a utilizar la manera de seleccionar su capacidad siempre estará ligado con el número de apoyos que se va a utilizar en el sistema de pesaje.

2.6.1 Estimación de peso muerto del silo

Es una estimación del peso del silo vacío mas todos sus soportes mecánicos y demás estructura, para nuestro caso tomamos en cuenta el material del cual se va a fabricar el silo

El silo será fabricado en planchas de acero, de un grosor de 6 mm, con una densidad de $7,87 \text{ gr/cm}^3$.

Al igual que el procedimiento que se realizó para el cálculo del volumen total del silo, se procede a calcular la superficie total del silo.

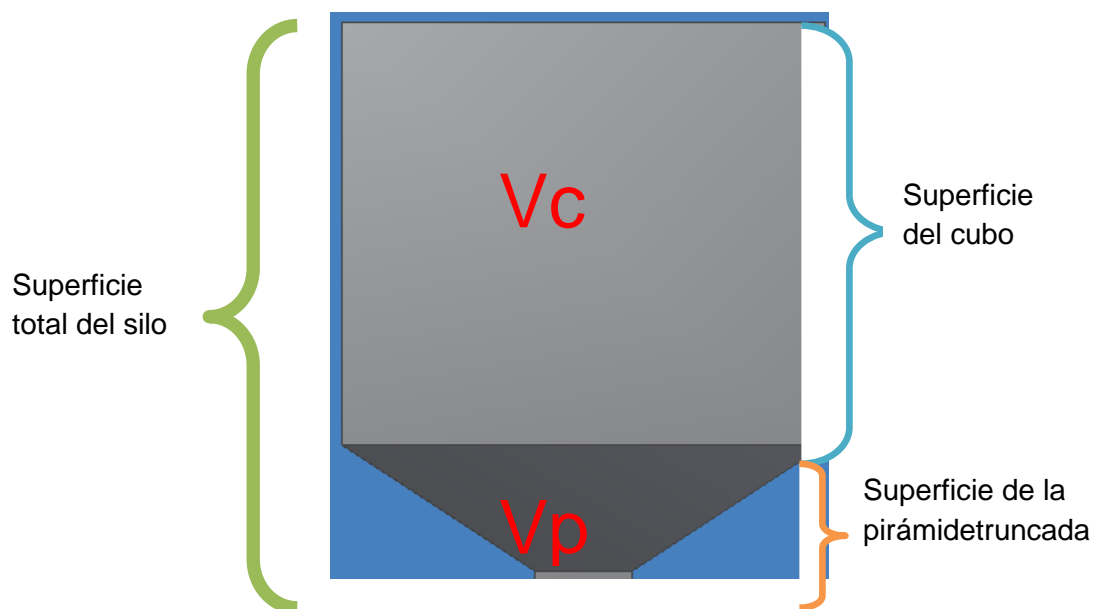


Figura 2. 12Silo Contenedor referencia superficie

Fuente: Autor

Entonces para calcular la superficie total del silo tenemos la siguiente expresión:

$$Sts = Sc + Sp$$

Ecuación 2. 8 Superficie total del silo

Fuente: Autor

De donde:

Sts = superficie total del silo

Sc = Superficie lateral del cubo

Sp = Superficie lateral de la pirámide truncada

Cabe recalcar que el silo es conformado por un cubo y la pirámide truncado (Tolva).

Superficie lateral del cubo determinada por ver figura 2.6

$$S = 4a^2$$

Formula tomada del cuadro de fórmulas respecto al cubo (figura 2.7)

$$S = 4 \times 1m^2$$

$$S = 4m^2$$

Superficie lateral de la pirámide truncada dada por cuadro fórmulas de pirámide truncada, (figura 2.9)

$$S = 0.5m^2$$

$$Sts = Sc + Sp$$

$$Sts = 4 + 0,5$$

$$Sts = 4,5 m^2$$

La superficie del silo se multiplica por el espesor de la plancha tenemos

Volumen del material del silo = Sts x 6 mm

Volumen del material del silo = 4,5 m² x 0,006m

Volumen del material del silo = 0,027 m³

Ya con estos datos calculamos la cantidad de masa estimada del silo sin ninguna carga y utilizando la ecuación 2.1.

$$m = \rho x V$$

(Ecuación 2.1 densidad)

$$m = 7870 x 0,027$$

$$m = 212,5 \text{ Kg.}$$

Con esto hemos estimado el cuerpo más grande del sistema, a lo que también se considera los cuerpos pequeños adicionales

Se estima un peso aproximado de 300 kg, que será la carga muerta.

En adelante llamaremos

Carga muerta = $C_m = 300 \text{ kg.}$

2.6.2 Carga viva.

La carga viva no es más que el total del mineral almacenado por el silo, o para comprender mejor es la cantidad de masa neta del mineral, que ya habíamos calculado, anteriormente

El cual es de:

$$C_v = 1600 \text{ Kg.}$$

2.6.3 Carga bruta

La carga bruta es la sumatoria de la carga viva más la carga muerta. Para el cálculo de la carga bruta se establece la siguiente expresión, por definición.

$$C_b = C_m + C_v$$

Ecuación 2. 9 Carga Bruta

Fuente: Autor

Reemplazando en la ecuación 2.8 tenemos:

$$C_b = 300 + 1600$$

$$C_b = 1900 \text{ Kg}$$

Entonces para saber cuál será la capacidad de carga de cada celda lo que se obtiene de la siguiente manera.

Simply con la división de la carga bruta del silo para el numero de soportes que tendrá el sistema.

Capacidad de la celda de carga es = $1900 / 4$

Capacidad de celda = $541 \text{ kg} = 1190,2 \text{ lb}$

A todo esto hay que tomar en cuenta las siguientes consideraciones:

Una buena norma general es de seleccionar una celda de carga con una capacidad de 25-50% en exceso de la carga nominal calculada por celda.

Tomando en cuenta estas consideraciones tenemos capacidad de la celda seria de 1785 lbs. Pero para efectos del proyecto se utiliza celdas de 2000 lbs. Disponibles en la empresa Adelca.

2.6.4 Soporte del silo

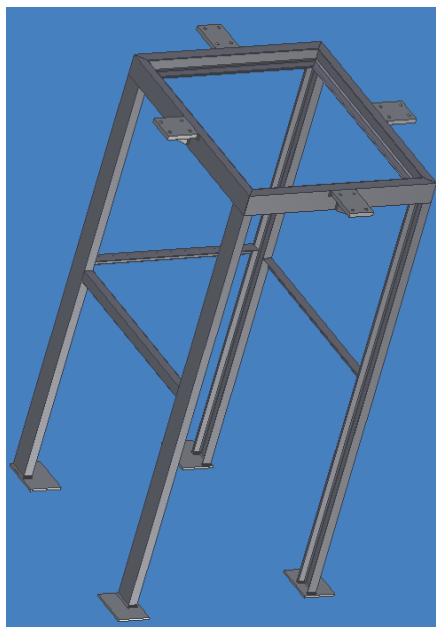


Figura 2. 13 Soporte del silo

Fuente: Autor

La mesa que soportara el silo tendra la altura necesaria para poder cargar el big-bag de carbon, en lo posible solo con la ayuda de un montacargas, o a su vez con la ayuda de un puente grua, maquinaria que la Planta si tiene a su disposicion ademas la estructura debe ser lo suficiente mente fuerte para soportar el peso total del silo, mas el peso del mineral a ser pesado, asi como tambien se toma en cuenta que el silo este a una altura adecuada para la colocacion de los recipientes donde se alvergara los minerales pesados.

2.6.5 Mecanismo de apertura del Silo

Para el mecanismo de apertura del silo se ha determinado un mecanismo móvil giratorio debido las condiciones físicas y granulométricas del material a ser pesado, la compuerta de apertura estará accionada con un cilindro neumático lineal, el mismo que le hará pivotar en los bocines de la compuerta..

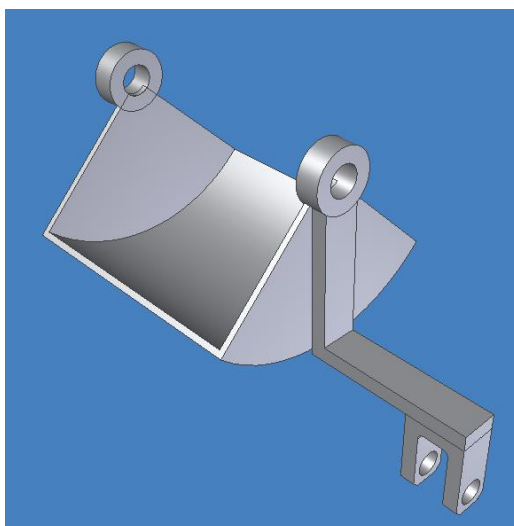


Figura 2. 14Compuerta de apertura silo

Fuente: Autor

2.7 Selección de actuador neumático

Para la selección del cilindro neumático hay que tomar en cuenta que fuerza es la que el material almacenado en el silo justo en la salida del mismo, con lo cual sabremos qué fuerza hay que superar para romper el equilibrio y lograr abrir la tapa del silo.

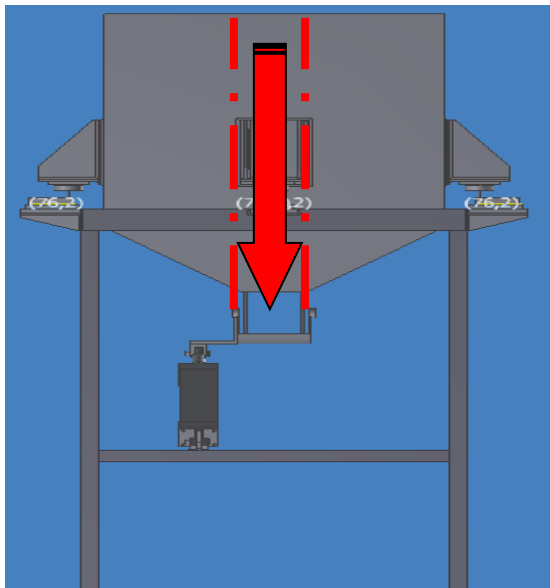


Figura 2. 15Concentración de carga hacia la salida del silo

Fuente: Autor

Como se puede observar el grafico se forma una columna de medidas correspondiente al área de la salida del silo, y altura total del silo de almacenaje.

Para lo que se procede a realizar el cálculo de un sub volumen que lo llamaremos V2.

$$V = A \times h$$

Ecuación 2. 10 Volumen Prisma Rectangular

Fuente: Fórmulas Matemáticas. (2008) Editorial Lexus.

Para nuestro caso:

A = Abs = área boca del silo.

h = hs = altura total del silo.

De los planos mecánicos detallados en el anexo A

Reemplazando en ecuación 2.10, tenemos lo siguiente:

$$V2 = Abs * hs$$

$$V2 = 0.04 * 1.3$$

$$V2 = 0.052 \text{ m}^3$$

Con la información obtenida, podemos determinar cuántos kilogramos de materia va almacenar ese volumen calculado

Despejando de ecuación 2.1 calculamos la masa

$$m = \sigma \cdot V$$

$$m = 1600 \frac{kg}{m^3} \times 0,052 m^3$$

$$m = 84 kg$$

2.7.1 Calculo fuerza ejercida en la boca silo

$$F = m * a[N]$$

Ecuación 2. 11 Fuerza

Fuente: Fórmulas Matemáticas. (2008) Editorial Lexus.

De donde:

F = Fuerza

m = Masa

a = Aceleración, en nuestro caso a será igual a la gravedad = 9.8 m/s²

Reemplazando tenemos:

$$F = 84 * 9.8$$

$$F = 823.2 N$$

823 N es la carga a vencer por el cilindro neumático, pero siempre hay que tomar en cuenta un sobre dimensionamiento, del cilindro, eso nos permitirá establecer la velocidad de actuación del cilindro.

Además la presión máxima de la línea de aire de la empresa es de 6 bar, ya con esta información podemos calcular y seleccionar el actuador neumático.

Para el dimensionado de los actuadores se requiere conocer el valor de la carga o efecto útil a realizar.

Una vez conocidas la fuerza a vencer y la presión del aire que dispone la planta de Adelca, procedemos a la utilización de la tabla de cilindros normalizados y verificar que cilindro nos será de utilidad

En la tabla siguiente se indica: en la primera columna la serie de diámetros de un determinado fabricante. Salvo algunas excepciones, los diámetros se suceden en este orden, de manera que la fuerza de émbolo indicada para un diámetro se duplica o se reduce a la mitad respecto al diámetro más próximo, según sea el diámetro inmediato superior o el inmediato inferior, con una presión del aire de 6 bar. (Columna 3 de la tabla 2).

Ø VASTAGO [mm]	Ø EMBOLO [mm]	FUERZA NETA [N] a P=6 bar	LONGITUDES DE CARRERAS NORMALIZADAS [mm]
—	6	15	10, 25, 40, 80
4	12	60	10, 25, 40, 80, 140, 200
6	16	106	10, 25, 40, 80, 140, 200, 300
10	25	260	25, 40, 80, 140, 200, 300
12	35	509	70, 140, 200, 300
16	40	665	40, 80, 140, 200, 300
18	50	1039	70, 140, 200, 300
22	70	2037	70, 140, 200, 300
25	100	4156	70, 140, 200, 300
30	140	8146	70, 140, 200, 300
40	200	16625	70, 140, 200, 300
50	250	25977	70, 140, 200, 300

Tabla 2. 1Tamaños Normalizados de Cilindros y Longitudes de Carreras.

Fuente: Vilorio. J. (2005). *Neumática*, (2ª ed.)

En la tabla 2.1 verificamos los valores de la fuerza a vencer 823 N con lo que según la tabla a marca (a), el cilindro neumático a ser utilizado deberá ser de las siguientes dimensiones

Diámetro del vástago 18 mm.

Diámetro del embolo 50 mm.

Cilindro que me daría una fuerza neta de 1039 N.

Pero para la implementación del proyecto se utilizó un cilindro neumático de las siguientes características:

Un embolo de diámetro 100 mm, vástago de 25 mm y una carrera de 300 mm como se puede ver en la tabla, este cilindro de doble efecto nos dará una fuerza neta de 4156 N, cuando el embolo este sometido a una presión de 6 bar, lo que es más que suficiente para la apertura de la compuerta del silo.

La utilización de este cilindro es más por efectos de estandarización en el uso de equipos en la maquinaria de la empresa, y el cilindro está disponible para uso del proyecto.

2.7.2 Calculo del consumo de aire

Otra característica importante es la cantidad de aire a presión necesaria para el funcionamiento de un cilindro. La energía del aire comprimido que alimenta los cilindros se consume en forma de trabajo y, una vez usado, el aire se expulsa a la atmósfera por el escape. El consumo teórico de aire de un cilindro es el volumen consumido por ciclo de trabajo.

Un ciclo de trabajo se refiere al desplazamiento del émbolo desde su posición inicial hasta el final de su carrera de trabajo, más el retorno a su posición inicial.

Cada fabricante acaba proponiendo la forma de calcular el caudal o cantidad de aire requerida en función de la geometría y características de sus productos. En la tabla siguiente vemos el consumo de aire en un cilindro en función de la presión de trabajo y el diámetro del émbolo.

Presión de trabajo en atmósferas															
Diam. cilindro mm	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
	Consumo de aire en litros por cm de carrera del cilindro														
6	0.0005	0.0008	0.0011	0.0014	0.0016	0.0019	0.0022	0.0025	0.0027	0.0030	0.0033	0.0036	0.0038	0.0041	0.0044
12	0.002	0.003	0.004	0.006	0.007	0.008	0.009	0.010	0.011	0.012	0.013	0.014	0.015	0.016	0.018
16	0.004	0.006	0.008	0.010	0.011	0.014	0.016	0.018	0.020	0.022	0.024	0.026	0.028	0.029	0.032
25	0.010	0.014	0.019	0.024	0.029	0.033	0.038	0.043	0.048	0.052	0.057	0.062	0.067	0.071	0.076
35	0.019	0.028	0.038	0.047	0.056	0.066	0.075	0.084	0.093	0.103	0.112	0.121	0.131	0.140	0.149
40	0.025	0.037	0.049	0.061	0.073	0.085	0.097	0.110	0.122	0.135	0.146	0.157	0.171	0.183	0.196
50	0.039	0.058	0.077	0.096	0.115	0.134	0.153	0.172	0.191	0.210	0.229	0.248	0.267	0.286	0.305
70	0.076	0.113	0.150	0.187	0.225	0.262	0.299	0.335	0.374	0.411	0.448	0.485	0.523	0.560	0.597
100	0.155	0.231	0.307	0.383	0.459	0.535	0.611	0.687	0.763	0.839	0.915	0.911	1.067	1.143	1.219
140	0.303	0.452	0.601	0.750	0.899	1.048	1.197	1.346	1.495	1.644	1.793	1.942	2.091	2.240	2.389
200	0.618	0.923	1.227	1.531	1.835	2.139	2.443	2.747	3.052	3.356	3.660	3.964	4.268	4.572	4.876
250	0.966	1.441	1.916	2.392	2.867	3.342	3.817	4.292	4.768	5.243	5.718	6.193	6.668	7.144	7.619

Tabla 2. 2Consumo de aire para cilindros neumáticos.

Fuente: Vilorio. J. (2005). *Neumática*, (2ª ed.)

Con la ayuda de la tabla anterior se puede decir que el cilindro seleccionado va a tener un consumo de aire como sigue:

Carrera del cilindro = 300 mm = 30 cm

Diámetro de embolo = 100 mm

Presión de aire = 6 bar = 5,92 atmosferas

El consumo de litros de aire por cada cm de carrera del cilindro es de 0,535 l/cm. (ver tabla 2.2 marca A)

Por lo tanto el consumo total de aire del cilindro durante la apertura está dada por

$$Qa = L * \Delta Q$$

Ecuación 2. 12 Consumo de Aire

Fuente: Vilorio. J. (2005). *Neumática*, (2ª ed.)

$$Qa = 30 \text{ cm} * 0,535 \text{ l/cm}$$

$$Qa = 16 \text{ litros de aire}$$

Para saber el consumo de aire para el cierre de la compuerta, hay que restar al diámetro del embolo (De) menos el diámetro del vástago (dv), por lo que tenemos

Carrera del cilindro = 300 mm = 30 cm

Diámetro de embolo = 25 mm

Presión de aire = 6 bar = 5,92 atmosferas

$$De - dv = 100 - 25 = 75$$

El consumo de litros de aire por cada cm de carrera del cilindro es de 0,262 l/cm. (ver tabla 2.2 marca B)

$$Qc = L * \Delta Q$$

Reemplazando en ecuación 2.12

$$Qc = 30 \text{ cm} * 0,262 \text{ l/cm}$$

$$Qc = 7,8 \text{ litros de aire}$$

Por tanto el consumo de aire total será la suma del consumo de aire de apertura y el consumo de aire de cierre de la compuerta.

$$Q_t = Q_a + Q_c$$

Ecuación 2. 13 Consumo Total de Aire por Ciclo

$$Q_t = 16 + 7,8$$

$$Q_t = 23,8 \text{ litros por ciclo}$$

2.7.3 Velocidad del émbolo

La velocidad del émbolo en cilindros neumáticos depende de la fuerza de la presión del aire, de la longitud de la tubería, de la sección entre los elementos de mando y trabajo y del caudal que circula por el elemento de mando. Además, influye en la velocidad la amortiguación de final de carrera,

La velocidad del émbolo es función de la presión de trabajo, de la fuerza antagonista, de las secciones de las tuberías y también del diámetro nominal de la válvula de mando. Además, la velocidad del émbolo puede ser afectada por válvulas estranguladoras o por válvulas de escape rápido.

La velocidad puede regularse con válvulas especiales: de estrangulación, anti retorno y de escape rápido, que proporcionan velocidades mayores o menores.

La obtención de una velocidad uniforme a lo largo de toda la carrera es un problema muy complejo, ya que no debemos olvidar que estamos tratando con un fluido compresible.

En este caso el control de velocidad tanto de apertura como del cierre de la compuerta está dado por válvulas reguladoras de flujo

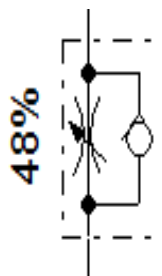


Figura 2. 16 Esquemático de válvula reguladora flujo

Fuente: Autor

CAPITULO III

3 IMPLEMENTACIÓN ELECTROMECAÁNICA DEL SISTEMA DE PESAJE

3.1 Implementación de un Sistema de Pesaje

Para la implementación del sistema de pesaje luego del estudio sobre los tipos de celdas de carga, se utilizara las celdas de carga más comunes en el mercado, en nuestro caso se utilizaran celdas de carga de viga al corte, para lo cual también se investigó algunas consideraciones.

3.2 Celda de Carga seleccionada para el sistema pesaje

Después del estudio previo sobre la clasificación de las celdas de carga tanto por su forma como por su material de construcción, para efectos del proyecto se utiliza la celda de carga de viga al corte que está fabricada en acero inoxidable

3.2.1 Viga al corte.

La celda de viga al corte está diseñada para básculas de bajo perfil y aplicaciones de procesamiento. La cavidad de la galga extensiométrica de la celda viga al corte contiene un diafragma delgado de metal sobre el cual las galgas extensiométricas están montadas. Capacidades típicas de vigas al corte van de 1.000lbs hasta 20.000lbs, aunque algunos fabricantes ofrecen vigas al corte de hasta 40.000lbs.

Un término de la viga al corte tiene los huecos de montaje, mientras que el término opuesto es donde se carga a la celda. La celda debe ser montada en una superficie plana y lisa con pernos endurecidos de alta resistencia.

Las vigas al corte operan mejor dentro de un rango de temperatura entre -9°C y 46°C. Su rango máximo de operación segura con cambio mínimo de rendimiento es de -17°C a 65°C.

Vigas al corte puede ser construida de acero al carbón o acero inoxidable para uso en ambientes rudos.

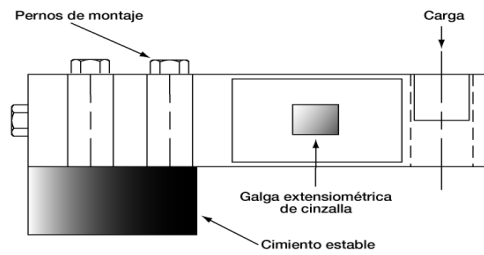


Figura 3. 1 Viga al corte

Fuente: Load Cell and Weigh Module Handbook

Las celdas de carga de viga al corte ofrecen muchas ventajas cuando son utilizadas en módulos de pesaje bien diseñadas.

3.3 Consideraciones generales de montaje para vigas al corte

Debido a investigaciones realizadas para el proyecto se ha encontrado estas posibles consideraciones sobre la instalación de este tipo de celdas de carga, las mismas que se describen a continuación.

1. La superficie de montaje debe ser plano y nivelado.
2. El bloque de montaje debe ser lo suficiente grueso para proveer suficientes hebras para los tornillos de montaje.
3. La carga debería ser aplicada verticalmente a través de la línea central del hueco de carga.
4. La introducción de la carga tiene que proveer la flexibilidad necesaria para evitar la transmisión de fuerzas ajenas y para tolerar la deflexión inevitable de la celda de carga misma.

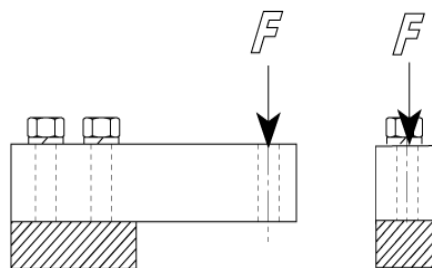


Figura 3. 2 Fuerza aplicadas a las celdas de viga al corte

Fuente: Load Cell and Weigh Module Handbook

3.4 Orientación de vigas al corte.

La Figura 3.3 ilustra cuatro diferentes silos y configuraciones de montaje recomendadas para módulos de pesaje de viga al corte.

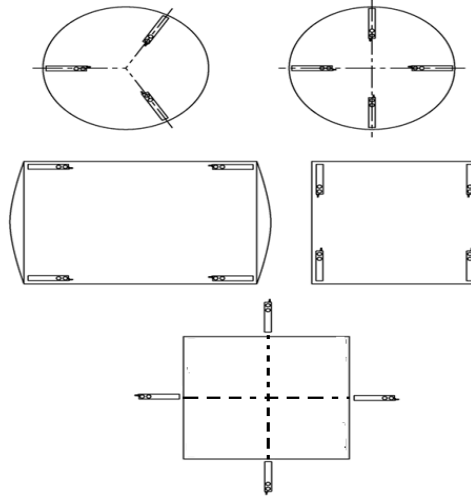


Figura 3. 3 Instalación de celdas de acuerdo a su aplicación

Fuente: Load Cell and Weigh Module Handbook

3.5 Aplicación de fuerzas en celda de carga

Básicamente la carga o fuerza debe ser aplicada perpendicularmente sobre el sensor evitando fuerzas laterales. Cuando se utiliza un contenedor se debe buscar su centro de gravedad, y nivelar el peso en todos sus puntos de apoyo.

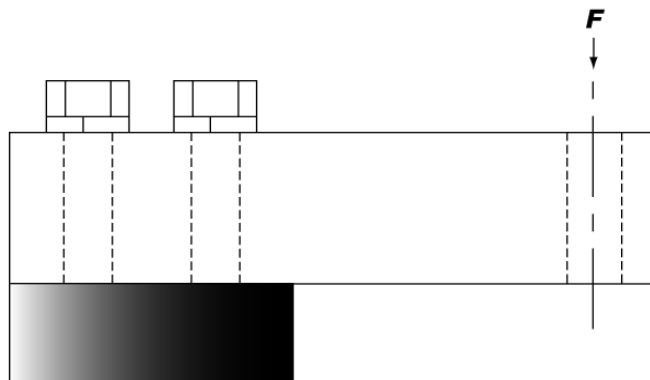


Figura 3. 4 Orientación ideal de la fuerza

Fuente: Load Cell and Weigh Module Handbook

La Figura 3.4 muestra un arreglo típico de montaje para una viga al corte. El término fijo queda sujeto a una fundación “rígida” mientras que el extremo libre es voladizo para permitir que se encorve hacia abajo cuando se aplica una carga (F).

3.5.1 Carga angular

Esta es una condición en donde la carga F es introducida por medio del hueco de carga pero a un ángulo de su línea central (Figura 3.5). Esta fuerza angular puede ser separada entre sus componente vertical que la celda registrará a través de la línea central del hueco de carga y su componente horizontal a 90° de la línea central.

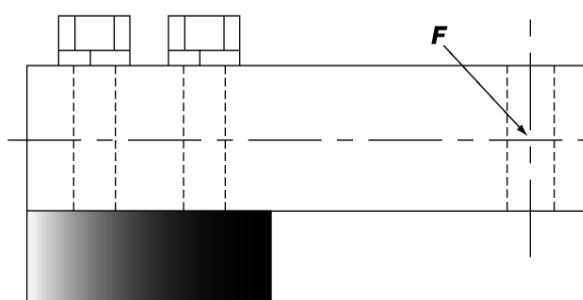


Figura 3. 5 Desviación angular de la carga en la celda

Fuente: Load Cell and Weigh Module Handbook

Si la dirección de la fuerza es constante, la calibración compensará por esto y la báscula pesará con precisión. Sin embargo, si el ángulo cambia mientras se aplica la fuerza, causará una falta de linealidad y, si hay fricción en el sistema mecánico, histéresis también estará presente.

3.5.2 Carga excéntrica

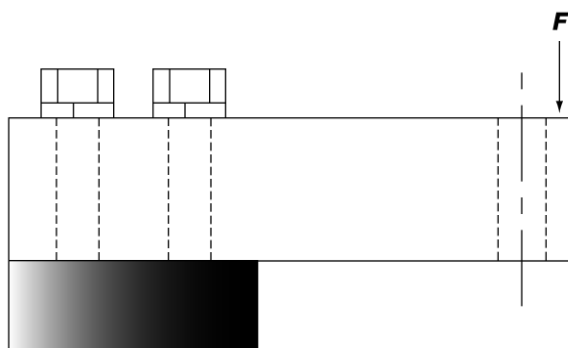


Figura 3. 6 Carga excéntrica

Fuente: Load Cell and Weigh Module Handbook

Esta es una condición en donde la carga F es aplicada verticalmente a la celda, pero donde su línea de acción queda desplazada de la línea vertical a través del hueco vertical (Figura 3.6). Esta no es una condición perjudicial si la fuerza es aplicada consistentemente en el mismo punto porque entonces la calibración puede compensar por este efecto.

3.5.3 Cargas laterales

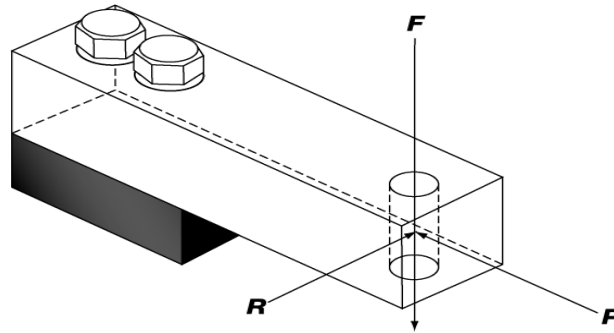


Figura 3. 7 Cargas laterales

Fuente: Load Cell and Weigh Module Handbook

Esta es una condición en donde la carga vertical F (que están tratando de medir) está acompañada por una fuerza lateral R aplicada a 90° de F (Figura 3.7). Esta fuerza puede ser constante pero más típicamente es una fuerza que varía a través del tiempo y entonces afecta la linealidad y posiblemente el histéresis de la báscula.

3.5.4 Cargas retorcedoras

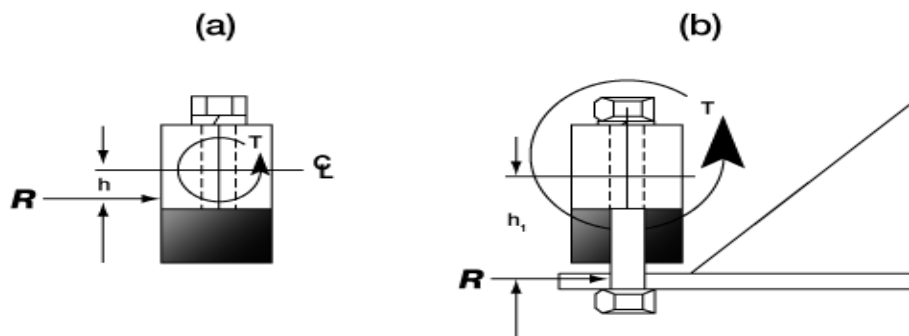


Figura 3. 8 Cargas retorcedoras

Fuente: Load Cell and Weigh Module Handbook

Típicamente una fuerza lateral no actúa precisamente sobre el eje neutro y entonces produce una torsión además de la fuerza lateral. Una celda de carga puede ser sujeta a una torsión (T) de una variedad de maneras. La Figura 3.8(a) ilustra una condición en donde la línea de acción de una carga lateral es movida lejos del eje neutro por una distancia h , lo cual resulta en una torsión de Rh . La Figura 3.8 (b) ilustra una situación en la cual la carga es colgada de la celda utilizando un perno.

La Figura 3.9 ilustra una torsión de magnitud Fy ejercitada como resultado del aplicar la fuerza F a una distancia y de la línea central del hueco de carga.

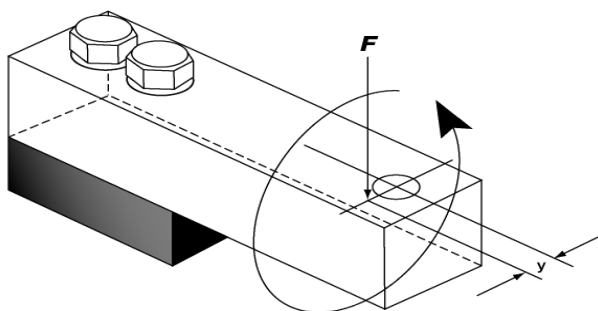


Figura 3. 9 Carga retorcedoras

Fuente: Load Cell and Weigh Module Handbook

3.6 Precisión del sistema de pesaje

Se considera que los sistemas de alta precisión tienen errores de sistema de $\pm 0.25\%$ o menos; sistemas de menor precisión tendrán errores de sistema de $\pm 0.50\%$ o más. La mayoría de los indicadores de peso tienen un error de $\pm 0.01\%$, así que la fuente mayor de error serán las celdas de carga y, más importantemente, el arreglo mecánico de la báscula misma. En el pesaje de silos, cada instalación es única en términos de su arreglo mecánico, las condiciones del sitio, y factores ambientales, tales como temperatura, humedad, contaminación ruido, magnetismo, entre otros.

3.7 Electroválvula

Una electroválvula es una válvula electromecánica, diseñada para controlar el flujo de un fluido a través de un conducto como puede ser una tubería. La válvula está controlada por una corriente eléctrica a través de una bobina solenoide.

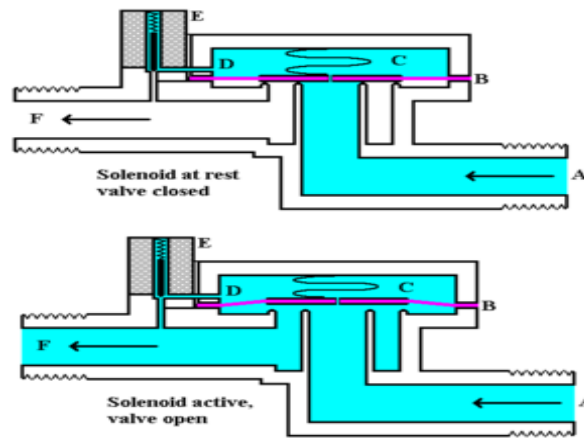


Figura 3. 10Electroválvula

Fuente: es.wikipedia.org

Una electroválvula tiene dos partes fundamentales: el solenoide y la válvula mecánica. El solenoide convierte energía eléctrica en energía mecánica para actuar la válvula.

Existen varios tipos de electroválvulas. En algunas electroválvulas el solenoide actúa directamente sobre la válvula proporcionando toda la energía necesaria para su movimiento.

Las electroválvulas pueden ser cerradas en reposo o normalmente cerradas lo cual quiere decir que cuando falla la alimentación eléctrica quedan cerradas o bien pueden ser del tipo abiertas en reposo o normalmente abiertas que quedan abiertas cuando no hay alimentación.

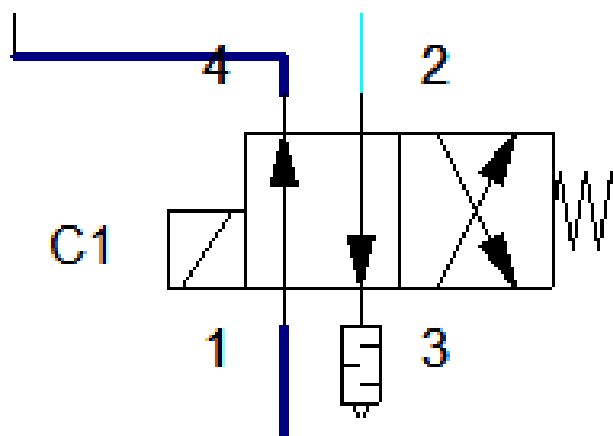


Figura 3. 11Esquemático de una electroválvula 4/2

Fuente: Autor

En la figura 3.11 se puede observar el diagrama de una válvula 4/2, es decir que es de 4 vías y 2 posiciones,

Este tipo de válvula que se utiliza en el proyecto, por su facilidad de uso y complementación en el proyecto.

3.8 Diagrama electro-neumático de activación del cilindro neumático

En la figura 3.12 se puede observar la implementación electro-neumática del control del cilindro neumático. En donde la fuente de aire está a una presión de 6 bar.

Los elementos de la tabla siguiente hacen referencia a los elementos utilizados en el diagrama electro-neumático de la figura 3.12.

Elementos utilizados en control silo	
1	Fuente de aire (6 bar.)
2	Unidad de mantenimiento neumático
3	Electroválvula 4/2
4	Válvulas Reguladoras anti-retorno
5	Cilindro neumático.
6	Solenoide de activación.

Tabla 3. 1Elementos Electro-neumáticos.

Fuente: Autor

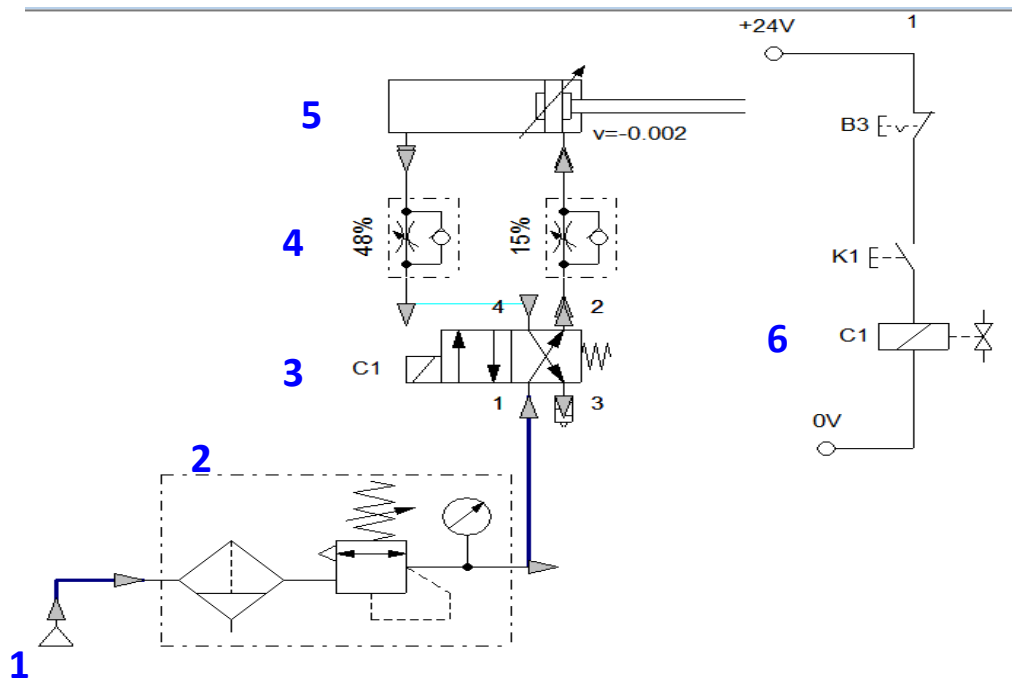


Figura 3. 12 Diagrama neumático de activación del cilindro

Fuente: autor

3.9 Diagrama de bloques del sistema

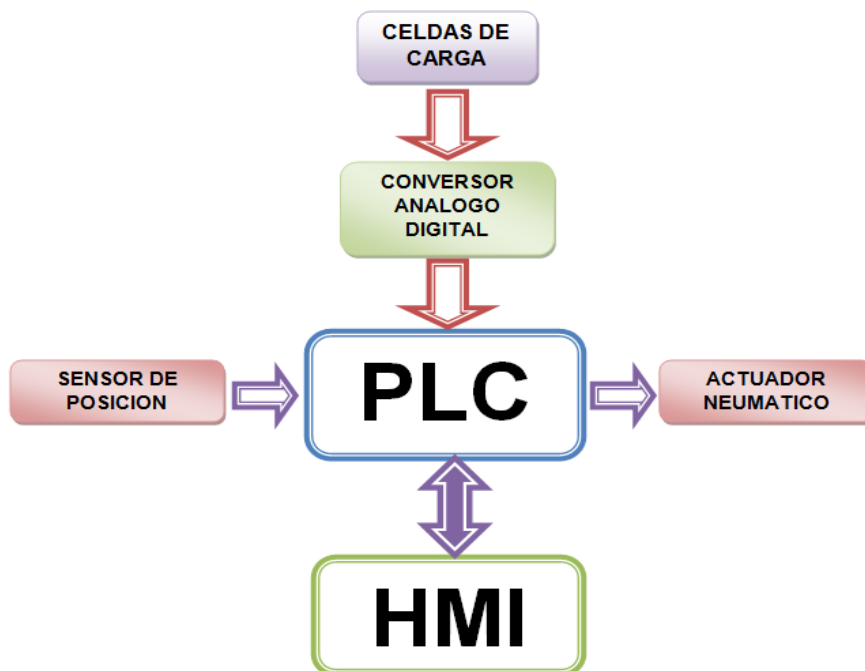


Figura 3. 13 Diagrama de bloques

Fuente: Autor

CAPITULO IV

4 HARDWARE y SOFTWARE DE CONTROL DEL SISTEMA DE PESAJE

4.1 Hardware

Para lo que es el sistema de control del peso del silo se ha decidido la utilización del siguiente hardware: un PLC marca SIEMENS de la serie s7 300, conjuntamente con los módulos de entradas y salidas digitales, como sistema de conversión de la señal análoga digital se utilizara un dispositivo de lectura de peso como es el dat 400 Presice, una pantalla HMI ktp 600DP marca siemens para la interfaz hombre máquina, como elementos más relevantes para la programación del control, del sistema de pesaje del silo, cabe recalcar que estos elementos estarán comunicados vía Profibus

CPU s7 300 315 2dp

HMI ktp 600 dp

Dat 400 presice

La utilización de estos elementos dentro del proyecto, se consideró dos puntos muy importantes.

El sistema de pesaje de minerales, quedara como un sistema abierto, por tanto la utilización de un PLC que tenga excelentes prestaciones como los de la familia s300 son los adecuados, por su capacidad de memoria y la facilidad de incorporación de módulos para otras aplicaciones que complementen el presente proyecto, además se realizara la comunicación vía Profibus, ya que los equipos de la planta industrial está basada en este tipo de comunicación, y el presente proyecto debe complementar los equipos ya instalados dentro del proceso, el HMI que se utilizara nos ayudara de una manera intuitiva la utilización del dispositivo de pesaje.

Al igual que muchos elementos utilizados en el presente proyectos estos dispositivos están disponibles en la empresa.

4.1.1 PLC

Los PLCs (*Programmable Logic Controller*), son utilizados en muchas industrias y máquinas. A diferencia de las computadoras de propósito general, el PLC está diseñado para múltiples señales de entrada y de salida, rangos de temperatura ampliados, inmunidad al ruido eléctrico y resistencia a la vibración y al impacto. Los programas para

el control de funcionamiento de la máquina se suelen almacenar en baterías copia de seguridad o en memorias no volátiles

CPU s7 300 315 2dp

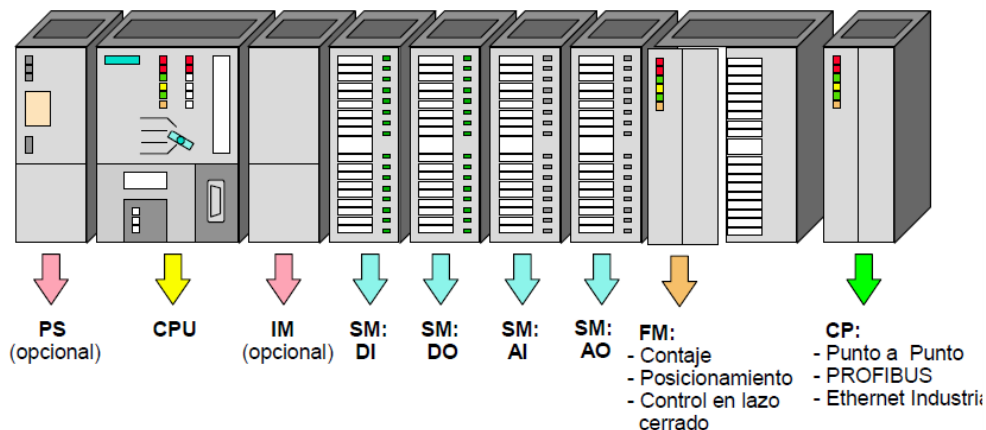


Figura 4. 1 PLC Siemens con sus módulos

Fuente: Tutorial Profibus en Simatic S1

El PLC 315 2dp es un aparato electrónico, programable por un usuario y destinado a gobernar, máquinas o procesos lógicos secuenciales.

Un PLC se compone básicamente de las siguientes partes:

CPU o Unidad de Proceso Lógico.

En el PLC reside en un circuito integrado denominado Microprocesador o Microcontrolador, y es el encargado de controlar las operaciones del mismo

- **Memoria.**

Es el lugar de residencia tanto del programa como de los datos que se van obteniendo durante la ejecución del programa.

Existen dos tipos de memoria según su ubicación: la residente, que está junto o en el CPU y, la memoria exterior, que puede ser retirada por el usuario para su modificación o copia.

- **Entradas y salidas.**

Para llevar a cabo la comparación necesaria en un control automático, es preciso que el PLC tenga comunicación al exterior. Esto se logra mediante una interface de entradas y

salidas, el número de entradas y salidas va desde 6 en los PLC de tipo micro, a varios cientos en PLC modulares.

- **Fuente de poder.**

Se requiere la fuente de voltaje para la operación de todos los componentes mencionados anteriormente, pudiendo ser externa o interna.

- **Elemento programador.**

Es un dispositivo de uso eventual que se utiliza para programar el PLC, el dispositivo va desde un teclado con una pantalla de línea de caracteres hasta una computadora personal siempre y cuando sean compatibles los sistemas y los programas empleados.

- **PLC -Siemens Simatic S7 300.**

PLC Marca: Siemens, Simatic S7-Modelo: S7-300, CPU 315-2DP

El mismo fue seleccionado debido a su gran poder de procesamiento, el S7-300 es capaz de realizar tareas complejas en base al análisis de numerosos parámetros en tiempo permitiendo a un operador humano realizar tareas a distancia, tal como si estuviera presente.

- **Propiedades del PLC SIMATIC S7-300 con CPU 315-2DP.**

La Unidad de Control está equipada con una CPU 315-2DP que lleva integrada una interface Profibus DP, configurada como dispositivo maestro clase 1(MPI).

Memoria de Programa de 85 K en instrucciones.

32 entradas/salidas.

Interface para configuración a través de una PC.

Rápido tiempo de ejecución que permite a la CPU ejecutar hasta 1024 instrucciones binarias en 0.1 ms.

Configuración modular y rápida expansión, posible a través de módulos acoplables (digitales, analógicos, de simulación y comunicación), permitiendo conectar sistemas de transmisión remota.

Funciones integradas: contadores, posicionadores, control de lazo abierto/cerrado, y medición de frecuencia.

Interface PROFIBUS integrada.

Procesamiento de grandes fórmulas matemáticas.

Compatibilidad con interfaces HMI (Interfaz Hombre Máquina).

Configuración/Programación por medio del software STEP 7.

4.1.2 Interfaces HMI

La automatización de máquinas y procesos consta de diferentes partes independientes pero ampliamente relacionadas entre sí. Una de ellas indudablemente será la sección de control, donde se definen las pautas de comportamiento del sistema, es decir, qué debe hacer y cómo ha de actuar todo un conjunto de dispositivos para llevar a cabo una tarea más o menos compleja, y con un mayor o menor grado de autonomía. En la automatización industrial estos componentes comprenden lo que de una forma genérica se denomina HMI.

El interfaz hombre-máquina, o más comúnmente conocido por sus iniciales en inglés HMI (Human-Machine Interface), es todo un conjunto de componentes, tanto de hardware como de software, que permiten al operario comunicarse e interactuar con el control de una máquina o proceso. A nivel doméstico y en entornos laborales, tales como oficinas, uno de los sistemas de control más habitual que tenemos es el PC u ordenador personal, y nos encontramos con multitud de componentes electrónicos de interfaz de usuario conocidos por todos, como monitores, teclados, ratones, altavoces, micrófonos, etc.

En el entorno industrial el número de dispositivos de interfaz y su diversidad se incrementa sobremanera para adaptarse a unas necesidades diferentes, y aparecen pulsadores, terminales alfanuméricos y gráficos, volantes electrónicos, mandos, etc. Los principales requerimientos de los interfaces industriales siempre han sido, y deben de seguir siéndolo, tanto la operatividad como la robustez y estabilidad de comportamiento.

Por otra parte, las propias aplicaciones gráficas priman su robustez de comportamiento frente a lo atractivo de su estética, evidentemente es más importante en una máquina o proceso el que funcione a que sea visualmente agradable.



Figura 4. 2 HMI con teclado

Fuente: <http://support.automation.siemens.com/WW/llisapi.dll>.

En la actualidad podemos decir que los requerimientos de calidad industrial son suficientemente conseguidos por la mayoría de los dispositivos HMI diseñados y fabricados para el entorno al que nos estamos refiriendo. Es entonces donde nos encontramos con el otro factor que nos va a impulsar a decidimos por un conjunto de interfaces HMI u otro.

4.1.2.1 Nuevos formatos y tecnologías de visualización

En el ámbito de la visualización, hay una clara tendencia a los displays cada vez de mayores dimensiones, incremento de la resolución y mayor número de colores. Atrás han quedado los visualizadores alfanuméricos y pantallas monocromos. Desde el momento en que los controles tienen cada vez más capacidad gráfica, esto se ve reflejado en una mayor importancia al concepto imagen en nuestras máquinas y controles de proceso. Es el mercado doméstico el que determina en una parte importante cual será el futuro de la visualización industrial, y nuevos conceptos de visualización de consumo más masivo ven ya su entrada en el sector industrial

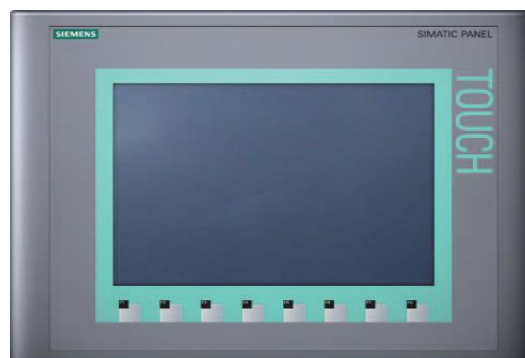


Figura 4. 3 HMI Táctiles

Fuente: manual HMI KTP

4.1.2.2 Interfaces táctiles, doble táctil y multitáctil

El ámbito de la interacción del operario con la pantalla es uno de los pocos casos en los que el sector industrial pareció tomar la delantera al mercado de consumo. Las pantallas táctiles comenzaron en maquinaria bastante antes que en nuestras casas, en parte a la imposibilidad en muchos entornos industriales del uso de los muy expandidos teclados y ratones. De todas formas hemos sentido, hasta ahora, el rechazo de muchas personas y empresas a la tecnología táctil debido a su injustificada fama de producto frágil y poco apropiado a las condiciones de trabajo de las empresas, por la rudeza y agresividad de ambiente.

Para la factibilidad del proyecto se implementara con una pantalla HMI touch de 6" de 256 colores por su acoplamiento con la red y por ser una de las pantallas más accesibles desde su configuración y programación, además de que la tecnología touch permite un manejo intuitivo de la maquinaria que se está controlando. Para tener mayor detalle de la pantalla HMI refiérase al ANEXO J

4.1.3 Trasmisor de datos Análogo/ Digital (Dat 400)



Figura 4. 4 Conversor Análogo Digital

Fuente: Manual Dat 400

La serie DAT son transmisores Digital/Analógico basados en convertidores A/D y microprocesadores de última generación, obteniéndose un diseño compacto y fiable. Su calibración y ajuste totalmente por programa evita los ajustes con potenciómetros, lo cual reduce los costes de puesta en marcha, calibrado y mantenimiento. Ideal para instalaciones industriales con células de carga.

Mediante este dispositivo se podrá obtener la información que se recibe de las celdas de carga, información que posteriormente se utilizara en la programación y visualización de los pesos en el HMI

Para mayor información refiérase al ANEXO G del presente trabajo.

4.2 Software

4.2.1 Redes de comunicación

Es la transferencia de datos entre dos interlocutores con diferentes prestaciones y el control de un interlocutor por otro, además de la consulta o interrogación del estado interactivo del interlocutor. La comunicación puede establecerse mediante diferentes vías:

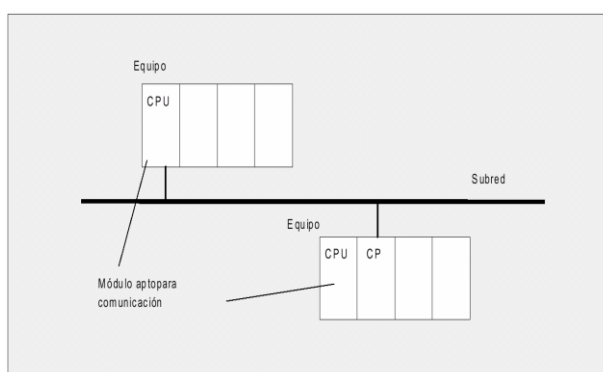


Figura 4. 5 Red de comunicación.

Fuente: Tutorial Profibus en Simatic S7

- **Equipo:**

En este contexto se denomina equipo a una unidad, que puede ser un autómatas programable, PG, panel operador/sistema, PC, aparato ajeno, etc., conectable a una o varias subredes.

- **Subred:**

Es el conjunto de todos los componentes físicos necesarios para establecer una vía de transmisión de datos, así como el respectivo procedimiento común para el intercambio de datos, por ejemplo tenemos subredes: MPI, PROFIBUS, Industrial Ethernet.

- **Red:**

Conjunto formado por una o varias subredes iguales o diferentes interconectadas.

4.2.2 Clasificación de las redes

Para adaptarse a los diferentes requisitos de automatización, SIMATIC presenta diferentes redes de comunicación:

Industrial Ethernet

PROFIBUS/MPI

Interface AS-i

Existen cuatro niveles de automatización

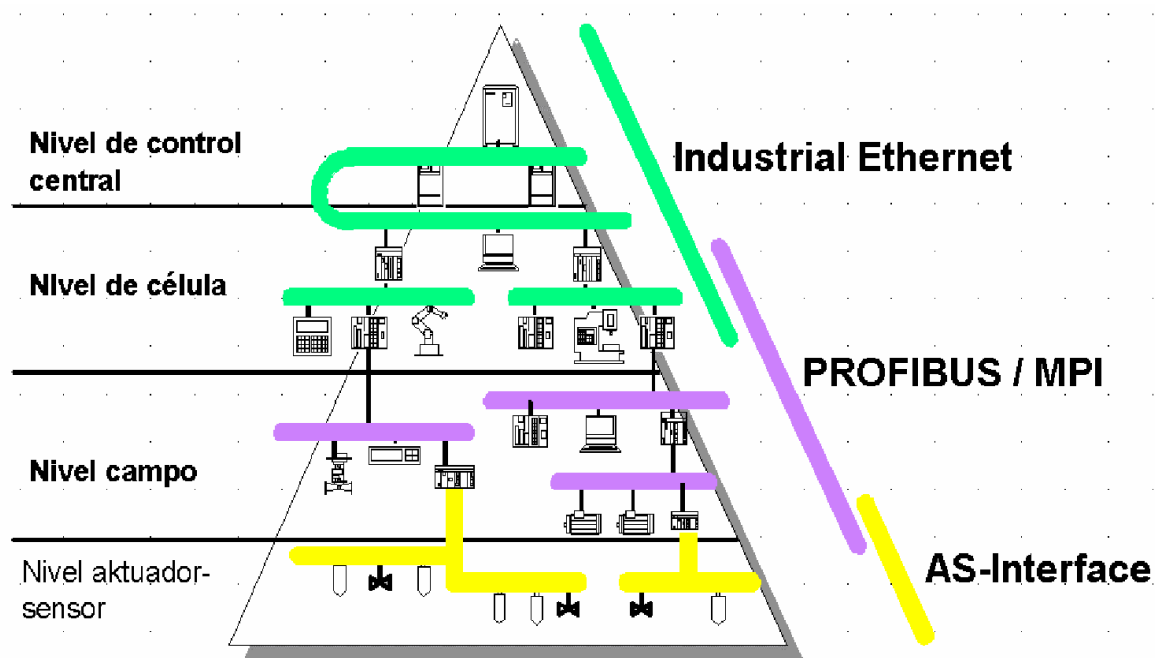


Figura 4. 6 Niveles de automatización.

Fuente: Tutorial Profibus en Simatic S7

En la figura anterior podemos observar como esta enlazado los diferentes niveles de la automatización, y nuestro proyecto estará enfocado en el nivel de campo, para entender mejor se detalla a continuación los niveles de la automatización. Esto comprende que se utilizará la comunicación Profibus, debido a que cada una de las maquinarias dentro de la planta de Adelcaestán enlazadas mediante esta red, y este trabajo será un proyecto complementario y deberá entrelazarse con la red general con mucha facilidad.

4.2.2.1 Nivel de control central:

En este nivel se procesan tareas generales que conciernen a toda la empresa. Entre ellas aparece la memorización de valores del proceso y funciones de procesamiento para optimizar y como analizador. Desde el nivel de control central puede accederse igualmente a otros niveles.

4.2.2.2 Nivel célula:

En el nivel célula se procesan autónomamente todas las tareas de automatización y optimización. En este nivel están interconectados los autómatas, PCs y los equipos para el funcionamiento y la observación.

4.2.2.3 Nivel Campo:

El nivel de campo es el nexo entre las instalaciones y los autómatas programables. Los dispositivos de campo miden, señalizan y retransmiten a las instalaciones las órdenes recibidas del nivel de célula. En general se transmiten pequeñas cantidades de datos. En este caso es típica una comunicación jerarquizada, es decir varios dispositivos de campo se comunican con un maestro.

4.2.2.4 Nivel de sensores y actuadores:

En este nivel un maestro se comunica con los actuadores y sensores conectados a su subred. Son aquí característicos tiempos de respuesta rápidos y un número reducido de bits de datos.

	AS-i	PROFIBUS	ETHERNET
Norma	IEC-TG-17B	EN 50170	IEEE 802-3
Velocidad de transmisión	167 Kbits/seg	9,6 Kbits/seg ÷ 12 Mb/seg	10 Mb/seg ÷ 100Mb/seg
Nº de equipos	1 Maestro 31 Esclavos	127 estaciones (32 activas)	1024 estaciones
Medio físico	Cable 2 hilos (Cable amarillo)	2 hilos apantallado, o fibra óptica de vidrio o plástico (Cable morado)	Cable coaxial o par trenzado industrial (ITP) o fibra óptica de vidrio (Cable verde)
Extensión de la red	100m (300 m con repetidores)	10 km apróx. (medio electrico) 100 km (fibra óptica)	Depende de muchos factores
Metodo de acceso al bus (Protocolo)	Maestro/Esclavo	Profibus DP: Maestro/Esclavo FDL: Paso de testigo	CSMA/CD

Tabla 4. 1Tabla Comparativa Redes de Comunicación

Fuente: Tutorial Profibus en Simatic S7

4.2.3 Maestro esclavo

Si un anillo lógico consta de una sola estación activa y en el bus hay varias estaciones pasivas esto es un sistema Maestro Esclavo.

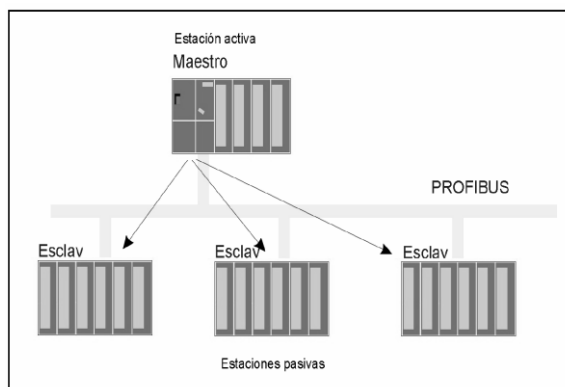


Figura 4. 7 Comunicación Maestro Esclavo

Fuente: Tutorial Profibus en Simatic S7

El maestro tiene la posibilidad de enviar mensajes a los esclavos o de recibir los procedentes de estos.

La configuración de PROFIBUS DP estándar se basa en este método de acceso al bus. Una estación activa (maestro DP) intercambia datos de forma cíclica con las estaciones pasivas (esclavos DP).

4.2.4 PROFIBUS DP

PROFIBUS-DP cumple los elevados requisitos de tiempo que se imponen para el intercambio de datos en el sector de la periferia descentralizada y los dispositivos de campo. La configuración DP típica tiene una estructura con un único maestro. La comunicación entre el maestro DP y el esclavo DP se efectúa según el principio Maestro-Esclavo. El maestro dirige todo el tráfico de datos en el bus, esto significa que los esclavos DP solo pueden actuar en el bus tras solicitarlo el maestro.

4.2.5 Periferia distribuida a través del puerto integrado de la CPU

En esta configuración, se intercambian los datos entre el maestro y esclavos DP sencillos (módulos de E/S), a través del maestro DP. El maestro explora sucesivamente cada esclavo DP configurado en su lista de llamadas dentro del sistema maestro DP, transmitiendo los datos de salida o recibiendo la vuelta de sus valores de entrada. Las direcciones E/S son asignadas automáticamente por el sistema de configuración.

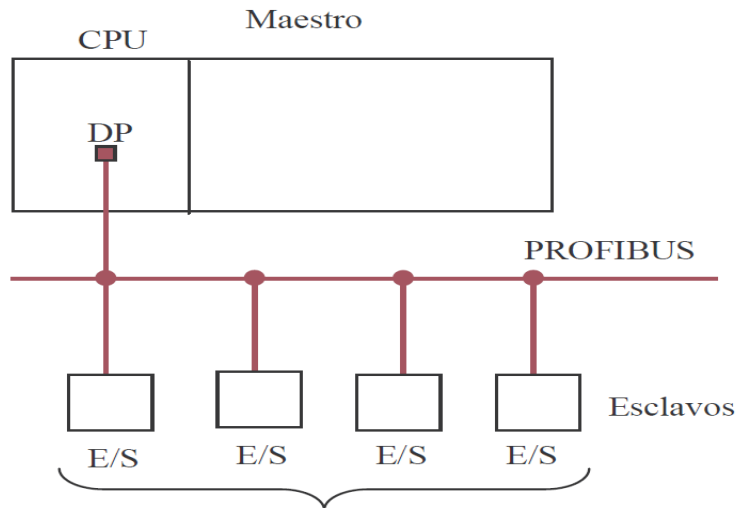


Figura 4. 8 Conexión Profibus con la Periferia

Fuente: Tutorial Profibus en Simatic S7

Para tener una idea más clara sobre como quedara conformada la red de comunicación del proyecto se la describe a continuación con las direcciones asignadas para el efecto, tenemos que la CPU tendrá la dirección 2 por configuración, el HMI tendrá dirección 3, y el conversor análogo digital tendrá la dirección 4, esta configuración se explicara con mayor detalle en el anexo K.

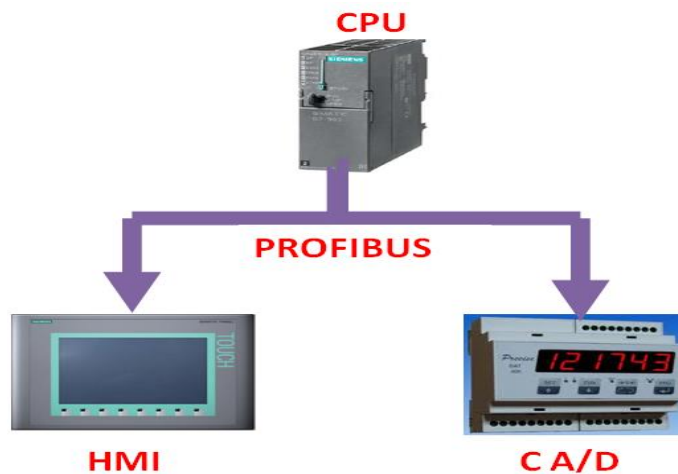


Figura 4. 9 Configuración de Red

Fuente: Autor

4.2.6 Armado cable Profibus.

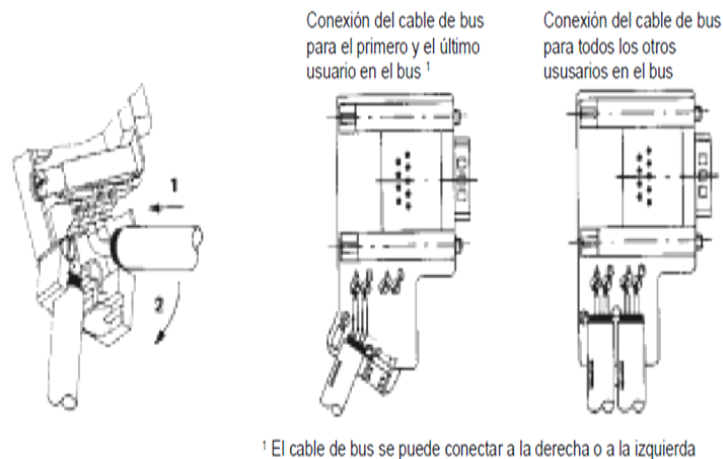


Figura 4. 10 ensamble del Cable de Comunicación Profibus

Fuente: Tutorial Profibus en Simatic S7

Cada segmento del bus debe ser equipado en sus dos extremos con resistencias de terminación de bus.

Siempre que se utilicen los conectores de bus aquí recomendados, se puede conectar o desconectar la terminación de bus por medio de un conmutador.

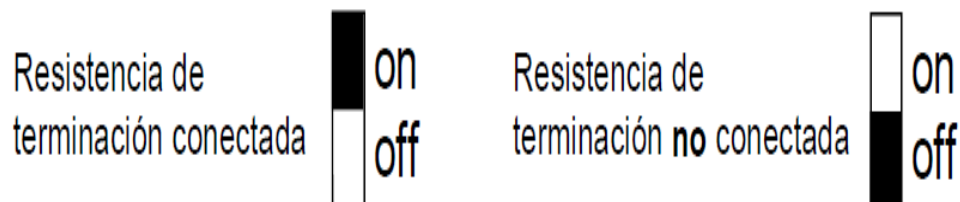


Figura 4. 11 Selector de terminación de red

Fuente: Tutorial Profibus en Simatic S7

Si no se utilizan estos conectores para la conexión del bus, el cliente debe instalar por su cuenta, en el primero y en el último usuario del bus, resistencias de terminación de bus de acuerdo a los datos que se indican a continuación.

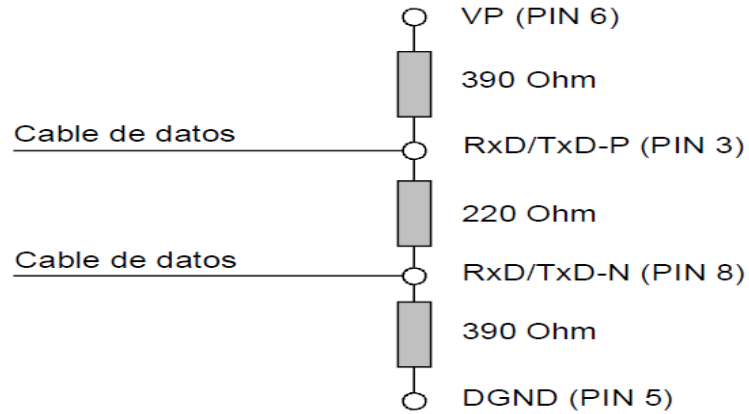


Figura 4. 12 Resistencias de terminación de bus

Fuente: Tutorial Profibus en Simatic S7

4.2.6.1 Sacar el conector del bus

Se puede sacar en todo momento el conector de bus (cable de bus entrelazado) de la interface PROFIBUS-DP, sin que se interrumpa la comunicación de datos en el bus.

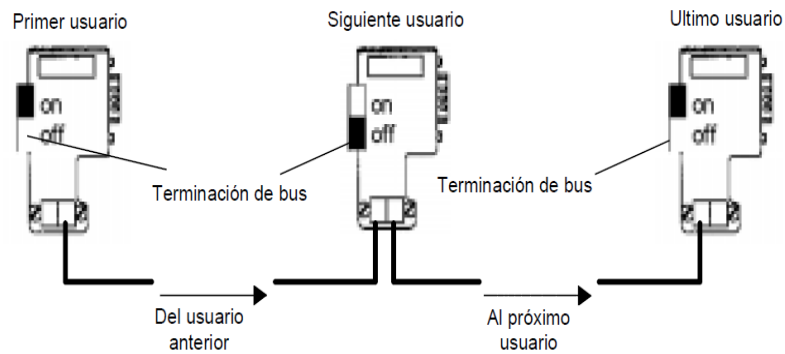
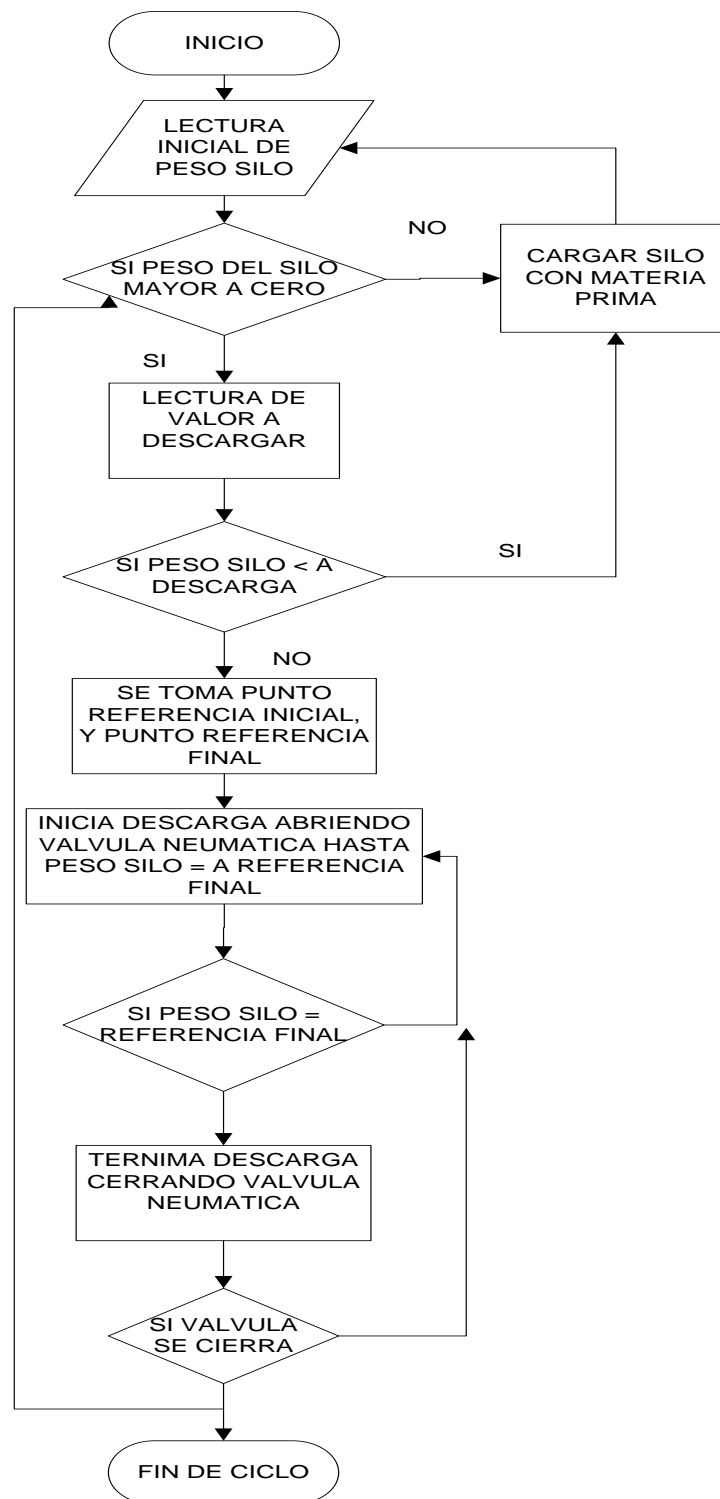


Figura 4. 13Segmento de bus en estructura lineal

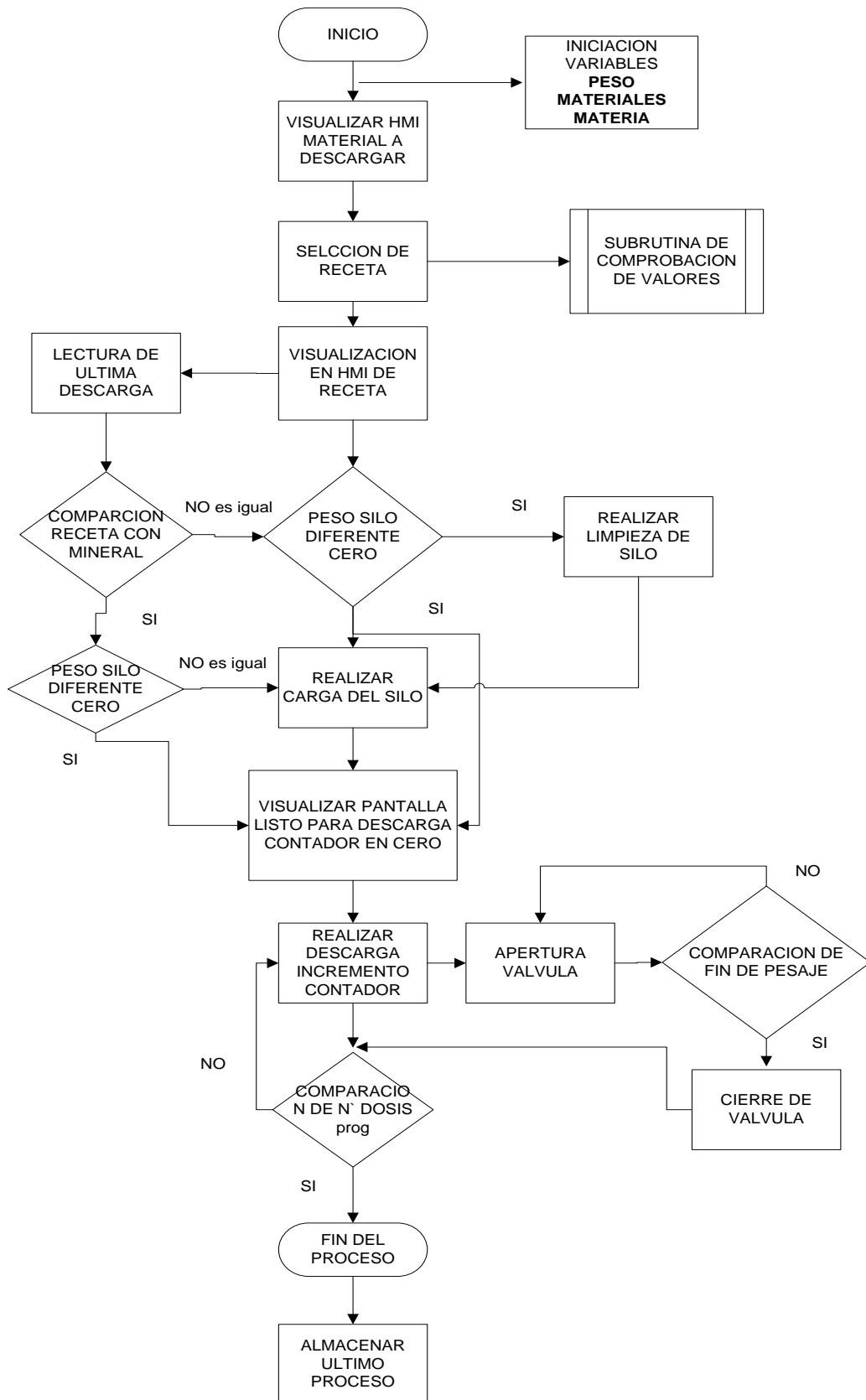
Fuente: Tutorial Profibus en Simatic S7

4.2.7 Flujograma programación PLC



El Flujograma es la forma en cómo se realiza el programa de control del PLC, el mismo que se realizó en el software de programación Step 7, de la marca SIEMENS, el detalle del programa se encuentra en el anexo K.

4.2.8 Flujograma de programación del HMI



CAPITULO V

5 PRUEBAS Y ANÁLISIS DE RESULTADOS

Para la realización de pruebas se obtiene luego de realizar los respectivos montajes mecánicos, eléctricos y electrónicos, y además de verificación de conexiones, se procede a energizar el equipo de control.

Se realiza pruebas de movilidad de partes móviles del sistema, sin importar su secuencia simplemente para verificar que la parte mecánica no presente problemas de obstrucción de partes móviles, y a su vez verificar que no existan piezas flojas dentro del sistema mecánico.

Se comprueba que todos los dispositivos del sistema se encuentren encendidos y no salte ninguna alarma de comunicación o de ningún otro tipo, revisión de los sensores que estén dando la señal de acuerdo a las características del mismo.

Se realiza una prueba inicial sobre el actuador neumático de apertura y cierre controlado desde el HMI, con esto se determina el correcto funcionamiento del sistema mecánico y control del actuador

Se realiza una primera lectura de peso en el silo, no necesariamente el valor mostrado en el HMI va a ser el peso real, ya que como es la primera lectura del equipo la lectura será errónea por qué no se encuentra calibrada.

Entonces para la calibración del sistema de pesaje se opta por la utilización de un peso patrón, el mismo que tiene un valor conocido, en este caso el peso patrón tiene un peso de 100 kg.

La calibración de los pesos se la realiza en el dispositivo de conversión análogo digital el cual me permite establecer los valores a los cuales se va a trabajar, entonces con el peso patrón de 100kg le hacemos la memorización al conversor, esto es poder calibrar la sensibilidad de las celdas de carga, y cuando se retira el peso patrón el indicador marcara el valor de cero.

Este proceso debió de repetirse en varias ocasiones, por diferentes motivos, que se describen a continuación

No Calibración	Peso Patrón	Lectura Obtenida	Porcentaje de error	CAUSA	SOLUCIÓN
0	100 kg	155 kg	+ 55%	Sin calibración	1era calibración
1	100 kg	85 kg	-15%	Cableado celdas flojo	Reajuste del cableado
2	100 kg	115 kg	+15%	Celdas de carga a desnivel	Nivelación de las celdas de carga
3	100 kg	110 kg	+ 10%	Peso patrón ubicado de manera excéntrica en el silo	Colocar peso patrón en el centro del silo
4	100 kg	102 kg	+ 2%	Sensibilidad a la lectura muy alta	Calibración de la sensibilidad del conversor
5	100 kg	100 kg	0%	Solución de problemas anteriores	

Tabla 5. 1 Tabla de lecturas de calibración del silo

Fuente: Autor

Como se puede observar en la tabla anterior para una correcta calibración se tuvo que sortear diferentes problemas.

Ahora con la lectura real de los pesos se procede a realizar con las pruebas de la dosificación de los minerales.

La dosificación de minerales como el carbón, la cal, el ferro silicio, están dadas en diferentes medidas, para efectos del proyecto empezaremos las pruebas con el carbón tipo canasta. Obteniendo los siguientes resultados

Descarga No	Valor determinado	Valor Descargado	Porcentaje de error
1	50 kg	65 kg	+30%
2	100 kg	116 kg	+16%
3	150 kg	162 kg	+8%
4	200 kg	213 kg	+6.5%
5	300 kg	315 kg	+5%

Tabla 5. 2 Valores determinado vs peso obtenido

Fuente: Autor

De estos datos obtenidos se pudo observar que el principal problema que surgió fue principalmente una falla en la programación de activación de apertura y cierre de la compuerta de descarga, para lo cual se revisa el programa en el PLC y se corrige el problema

Descarga No	Valor determinado	Valor Descargado	Porcentaje de error
1	200 kg	199.6 kg	-0.2%
2	200 kg	200 kg	0%
3	200 kg	200 kg	0%
4	200 kg	201 kg	+0.5%
5	200 kg	200 kg	0%

Tabla 5. 3 Valores determinado vs peso obtenido 2

Fuente: Autor

Luego de realizar la corrección por software se obtiene los resultados de la tabla anterior, en donde se observa, un gran mejoramiento, sobre los pesos deseados y los pesos obtenidos en el sistema de pesaje, dado que algunas variaciones se deben a que durante el ciclo de descarga también influyen otras variables, tal es el caso de las irregularidades del mineral que se está pesando, que pueden ocasionar un posible atascamiento de la compuerta de descarga, y esta no logre cerrarse completamente y permita el paso de más material.

CAPITULO VI

6 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1 Conclusiones

1. Mediante la puesta en marcha del presente proyectos se disminuye el gran esfuerzo físico que realizaban los trabajadores destinados a realizar la dosificación de los minerales, bajando considerablemente los riesgos laborales.
2. El sistema de pesaje del silo esta dado para cierta granulometría no mayor a 30mm de material a pesar, debido a que si la granulometría del material es mayor a 30mm ocasionara que el mecanismo de la compuerta se trabe.
3. El sistema de montaje mecánico del silo debe estar en una superficie plana, para que las celdas de carga no obtengan lecturas erróneas, y esto provoque que se tenga dosificaciones erradas e incorrectas.
4. De acuerdo a la capacidad de las celdas de carga utilizadas el sistema de pesaje automático tiene una capacidad máxima de 2000kg con carga viva
5. Mediante la implementación de este proyecto, se pude determinar que todo lo que se puede medir, se puede controlar, y todo lo que se puede controlar se puede mejorar.

6.2 Recomendaciones

1. Siempre que se realicen trabajos en la industria, es indispensable el uso del equipo de protección personal.
2. Realizar un estudio previo sobre los elementos a ser utilizados en el proyecto, es decir, saber qué características tiene cada componente y en el caso de trasmisión de datos, saber los tipos de comunicación que pueden ser configurados.
3. En proyectos similares tomar en cuenta la granulometría y densidad de los materiales, ya que de esto depende el diseño del mecanismo de apertura para la dosificación del material a pesar.
4. La utilización de un peso patrón certificado será de una gran ayuda para la veracidad de los datos obtenidos en el sistema de pesaje.

5. Tomar en cuenta las consideraciones del capítulo 3, para la implementación de nuevos sistemas de pesaje, y así poder reducir las dificultades en la obtención de datos de lecturas.
6. La otorgación de un manual amigable y comprensible al operador será de gran beneficio para un funcionamiento adecuado del sistema de pesaje.

BIBLIOGRAFÍA

- [1] Ayuga, F. (1995), *Los Empujes Del Material Almacenado En Silos*
- [2] Ogata, K. (1998), *Ingeniería de Control Moderna*, (3era ed.). México: PRENTICE-HALL HISPANOAMERICANA, S.A.
- [3] Shigley, J E., (2002). *Diseño en Ingeniería Mecánica*. (6ta ed.). México: McGraw-Hill
- [4] Ramón P, A. (2004). *Sensores y Acondicionadores de señal*. México:McGraw-Hill Interamericana
- [5] Faires. (2004). *Diseño de elementos de máquinas*.Editorial:Limusa - Noriega Grupo Editores.
- [6] Piedrafita. R. (2004). *Ingeniería de la Automatización industrial* (2ª ed.) México: Alfaomega.
- [7] Vilorio. J. (2005). *Neumática*, (2ª ed.) Editorial Thomson
- [8] Pérez. M. (2005), *Instrumentación Electrónica*, 2da edición.
- [9] Bolton, W. (2006). *Sistemas de control electrónico en la ingeniería mecánica y de Electricidad*, 3ª Edición.
- [10] Alciatore D G (2007). *Introducción a la Mecatrónica y los Sistemas de medición*. (3era ed.). México: McGraw-Hill
- [11] Matas. J. Reyes. M. (2007), *Teoría de control Diseño electrónico*, 2da edición.
- [12] *Formulas Matemáticas*. (2008). En Lexus Editores S.A. (1ª ed.). Lima.
- [13] Pelz .G. (2008). *Mechatronic Systems - Modelling and Simulation*
- [14] Alan, F. (2011). *Diseño Silos, diseño de Construcciones Soldadas*,
- [15] Paul H. Lewis, *Sistemas De Control en Ingeniería*, Prentice Hall Iberia.
- [16] Rice Lake, *Load Cell and Weigh Module Handbook*, A Comprehensive
- [17] Echeverría. A. Sandoval. L. (2013), *Dosificación automática de sólidos, para el laboratorio del AIM de la Escuela Politécnica del Ejército*. (Tesis de Pregrado). Escuela Politécnica del Ejército, Campus Sangolqui, Recuperada de

- [18] Avilés. M. Cabiedes. G (2011). Implementación Del Sistema De Dosificación Y Control De Pesaje Dinámico Para Empaquetamiento De Comestibles Sólidos (tesis de pregrado). Escuela Politécnica Nacional, Quito, Recuperada de <http://bieec.epn.edu.ec:8180/dspace/handle/123456789/1316>

LINKOGRAFIA.

<http://bieec.epn.edu.ec:8180/dspace/handle/123456789/1316>

<http://www.dspace.espol.edu.ec/handle/123456789/7272>

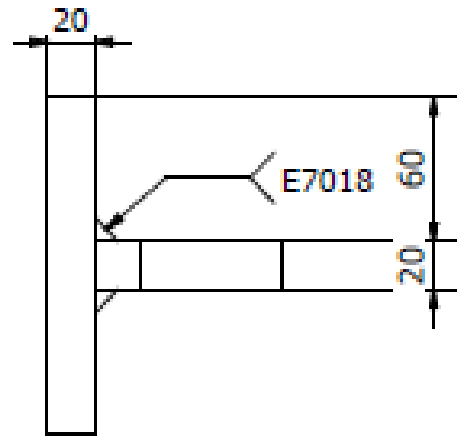
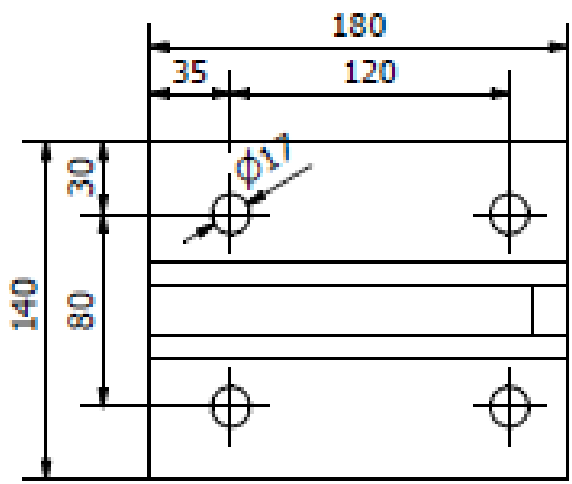
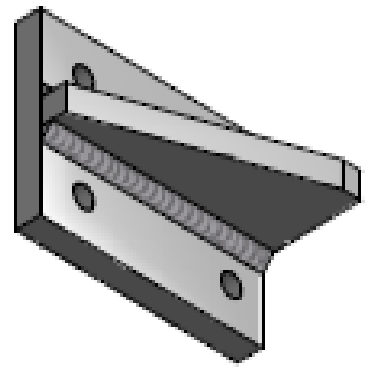
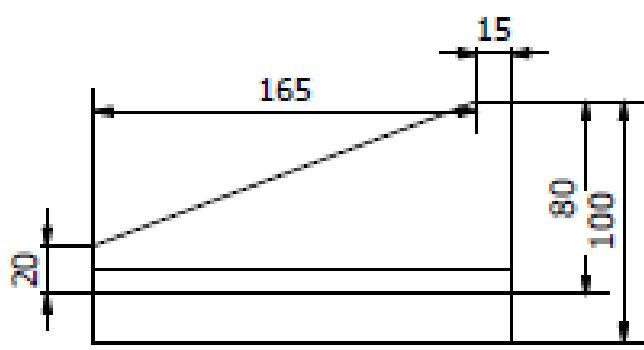
<http://www.dspace.espol.edu.ec/handle/123456789/6924>

<http://tegra.lasalle.edu.co/dspace/handle/10185/13>

http://anfacal.org/media/Biblioteca_Digital/Construccion/Mezclas_Repellados_y_Stuccos/CAPACITACION_CONSTRUCCION-Calidra.pdf


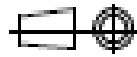
ANEXOS

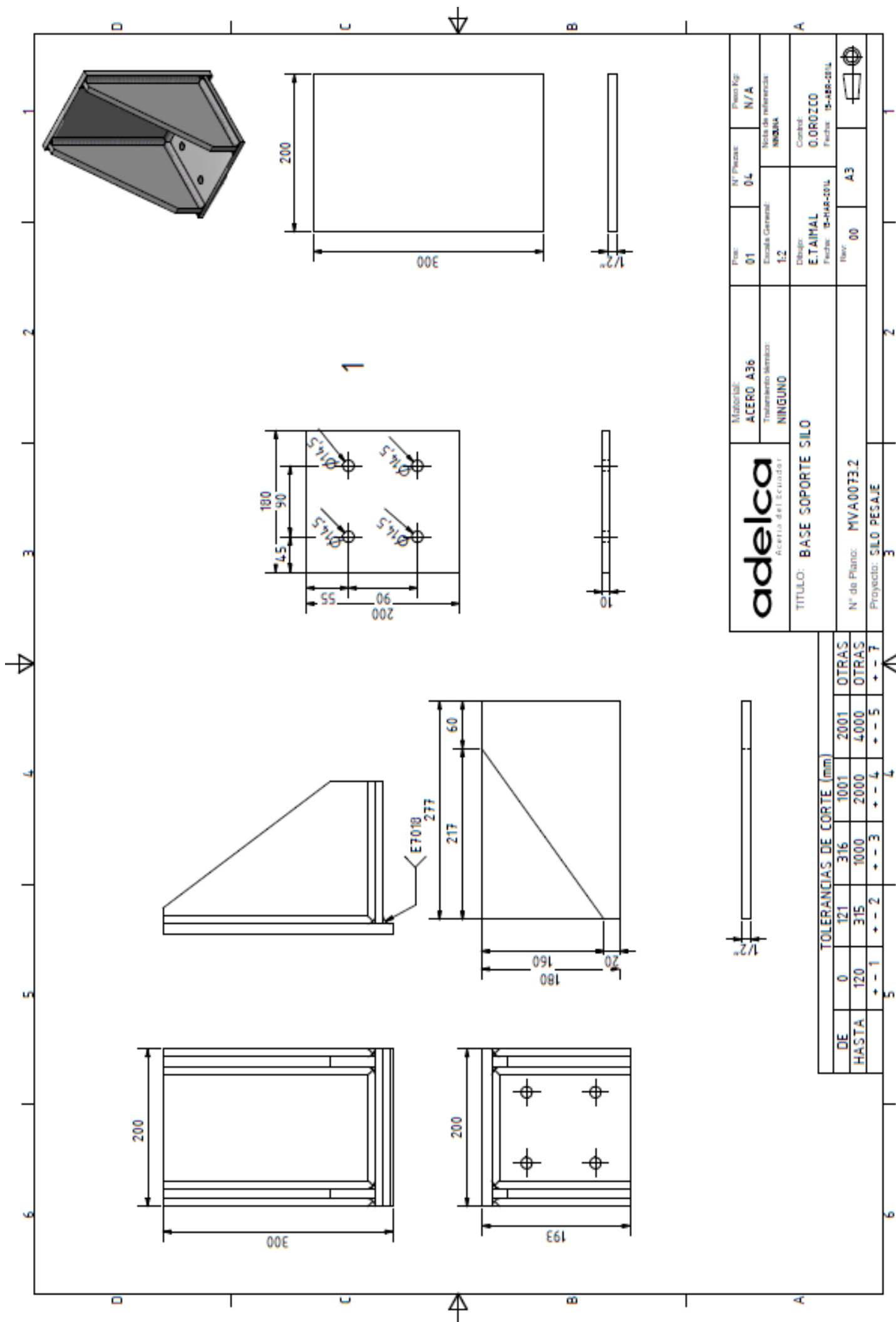
ANEXO A PLANOS MECÁNICOS SILO DE PESAJE



TOLERANCIAS DE CORTE (mm)

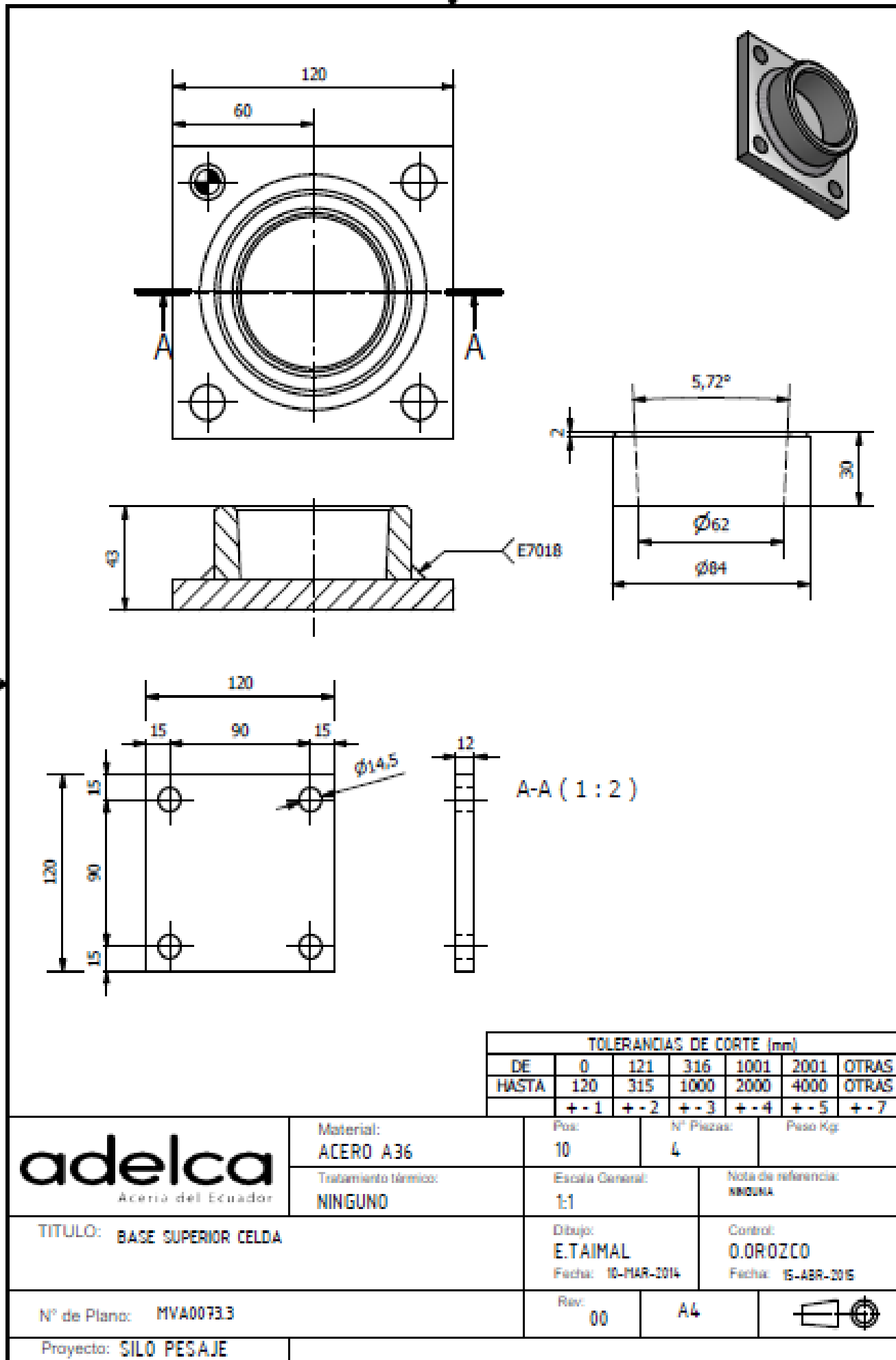
DE	0	121	316	1001	2001	OTRAS
HASTA	120	315	1000	2000	4000	OTRAS
	+ - 1	+ - 2	+ - 3	+ - 4	+ - 5	+ - 7

 Acero del Ecuador	Material: ACERO A36	Pico: 06	N° Piezas: 4	Peso Kg: N/A
	Tratamiento térmico: NINGUNO	Escala General: 1:2	Nota de referencia: N/DNA	
TÍTULO: BASE INFERIOR CELDA SILO PESAJE		Dibujó: E.TAIMAL	Control: O.OROZCO	
		Fecha: 15-MAR-2014	Fecha: 15-ABR-2014	
N° de Plano: MVA0073.1		Rev:	A4	
Proyecto: SILO PESAJE				





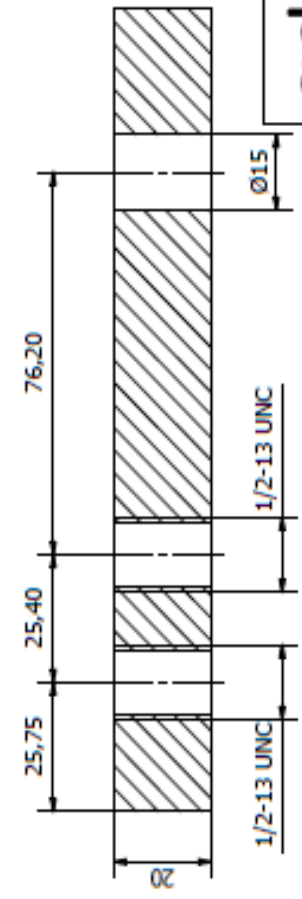
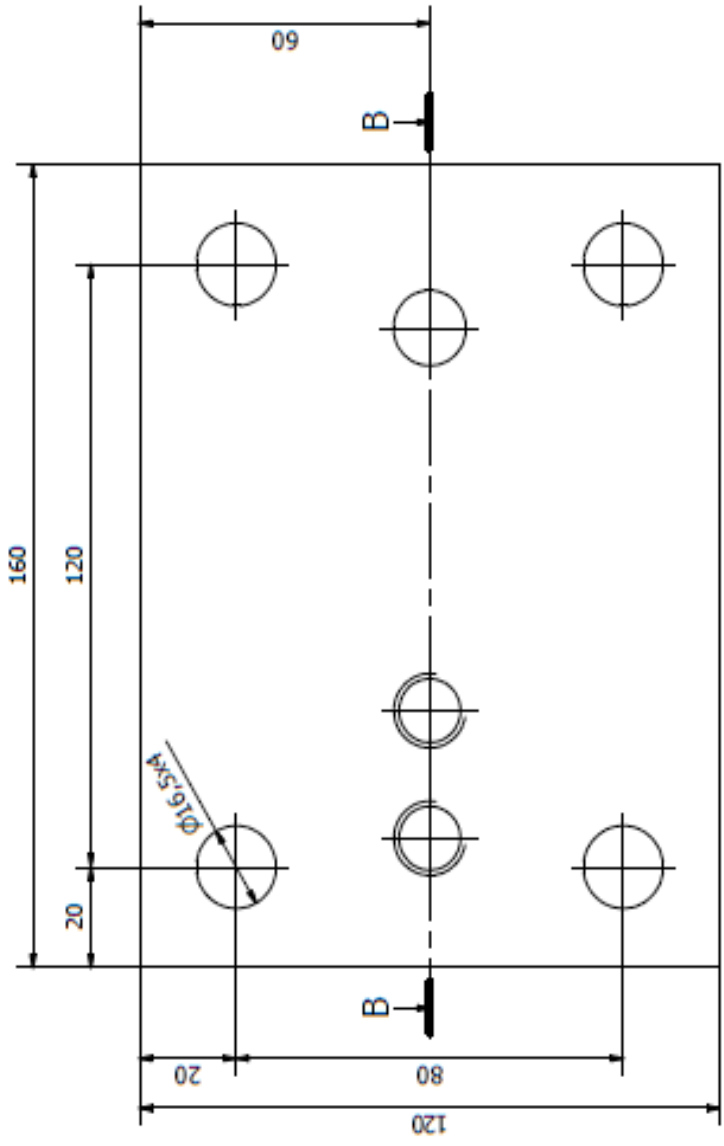
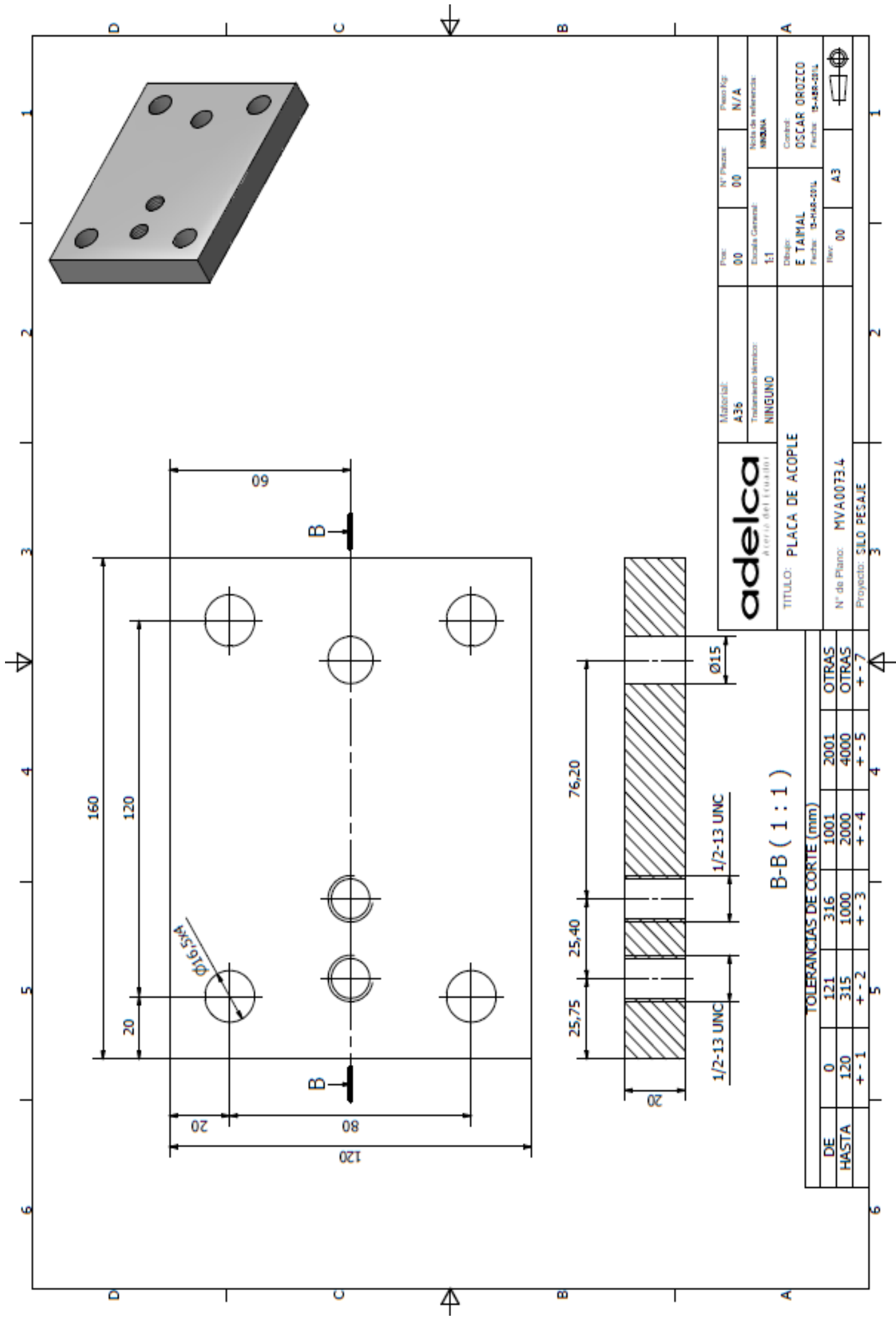
adelca <small>Acero del Ecuador</small>		Material: ACERO A36 Tratamiento térmico: NINGUNO	Plan: 01 Escala General: 1:2	N° Piezas: 04 Fecha: 15-MAR-2014	Plano N°: N/A Fecha de referencia: NINGUNA
TITULO: BASE SOPORTE SILO			Dibujo: E.TAIMAL Fecha: 15-MAR-2014 Nro: 00	Control: O.LOROZCO Fecha: 15-ABR-2014	
N° de Plano: MVA0073.2			Proyecto: SILO PESAJE		

TOLERANCIAS DE CORTE (mm)						
DE	0	121	316	1001	2001	OTRAS
HASTA	120	315	1000	2000	4000	OTRAS
	+ - 1	+ - 2	+ - 3	+ - 4	+ - 5	+ - 7



TOLERANCIAS DE CORTE (mm)						
DE	0	121	316	1001	2001	OTRAS
HASTA	120	315	1000	2000	4000	OTRAS
	+ - 1	+ - 2	+ - 3	+ - 4	+ - 5	+ - 7

 Acero del Ecuador	Material: ACERO A36	Pos: 10	N° Piezas: 4	Peso Kg
	Tratamiento térmico: NINGUNO	Escala General: 1:1	Nota de referencia: NINGUNA	
TITULO: BASE SUPERIOR CELDA		Dibujo: E.TAIMAL	Control: O.OROZCO	
		Fecha: 10-MAR-2014	Fecha: 15-ABR-2015	
N° de Plano: MVA0073.3		Rev: 00	A4	
Proyecto: SILO PESAJE				



B-B (1 : 1)

TOLERANCIAS DE CORTE (mm)					
DE	0	121	316	1001	2001
HASTA	120	315	1000	2000	4000
	+ - 1	+ - 2	+ - 3	+ - 4	+ - 5
					+ - 7

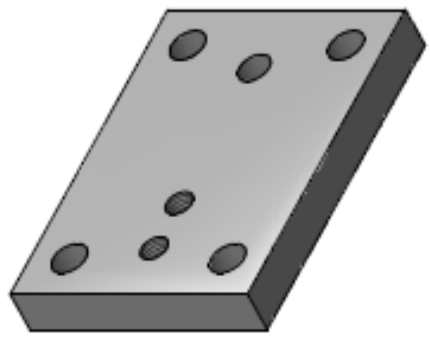
adelca
Aceros del Ecuador

TITULO: PLACA DE ACOPILE

N° de Plano: MVA0073.4

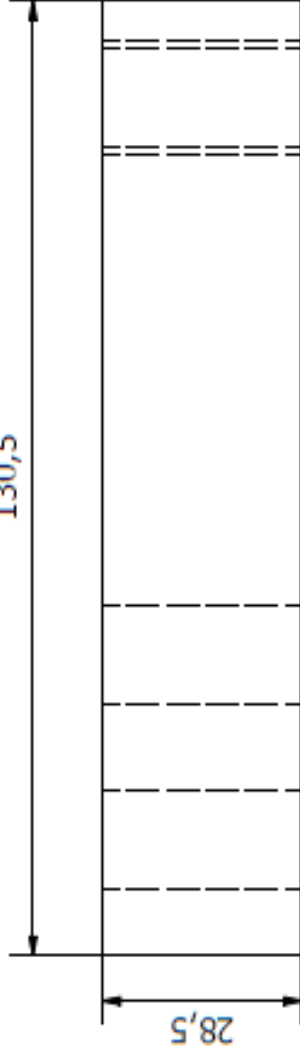
Proyecto: SILO PESAJE

Material:	A36	N° Placas:	00	Plano Ig:	N/A
Treatmento termico:	NINGUNO	Escala General:	1:1	Nota de referencia:	INDICIA
Dibujó:		E TAMAL	Control:		
Fecha:		05-ABR-2014	OSCAR OROZCO		
Hoja:		00	Fecha: 05-ABR-2014		
			A3		

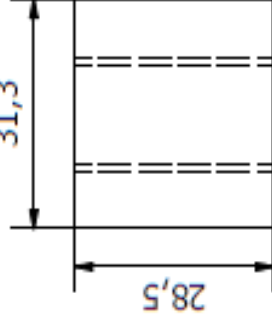




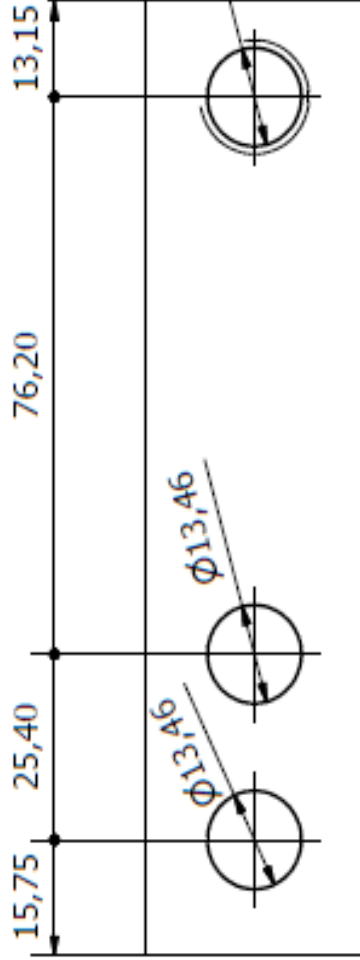
130,5



31,3



28,5



15,75

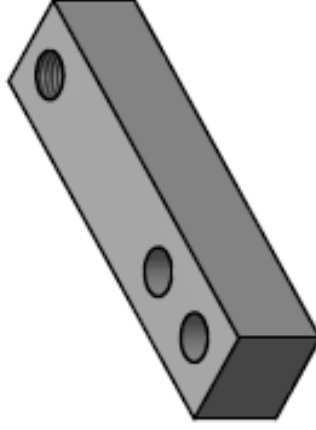
25,40

76,20

13,15

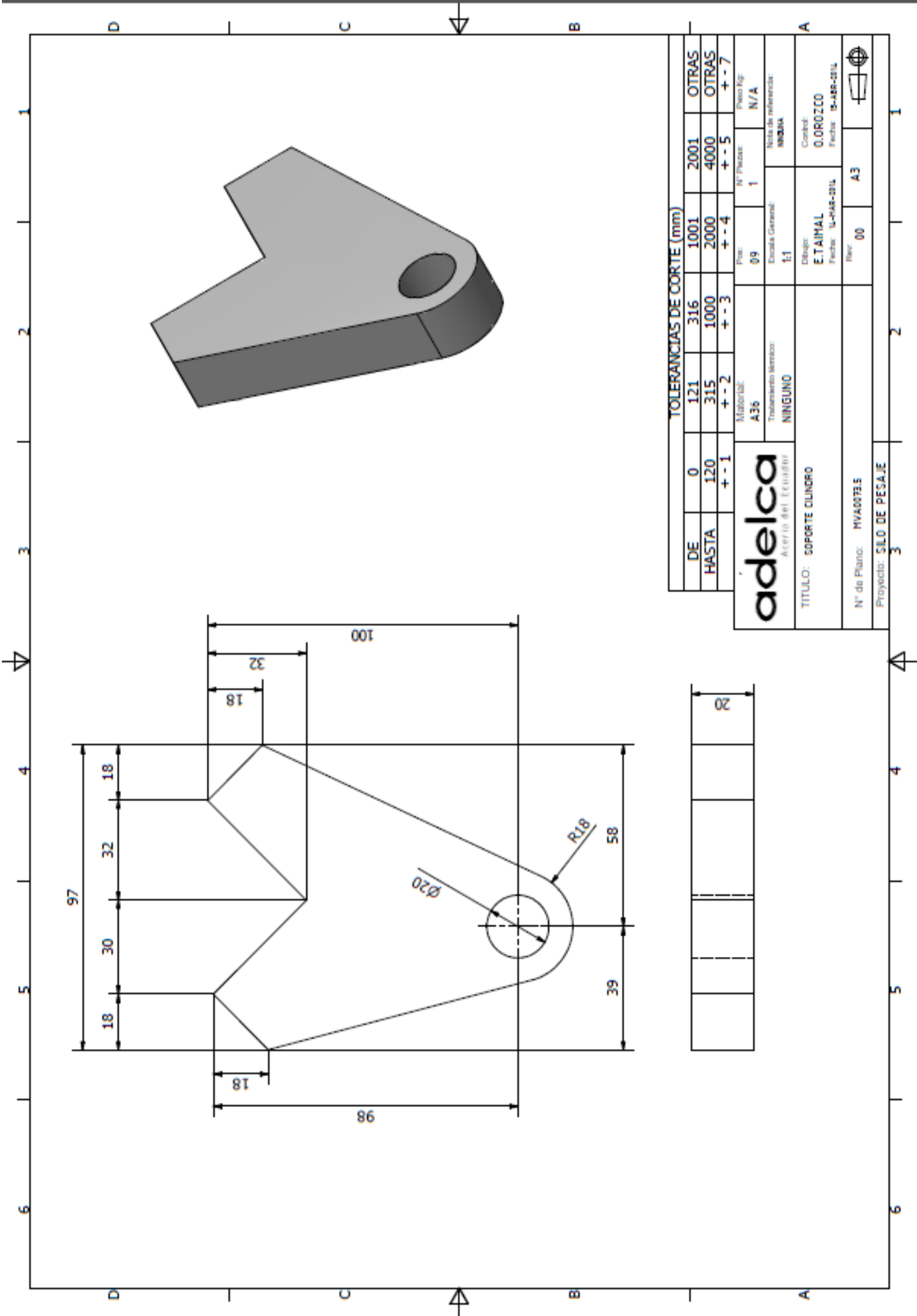
$\Phi 13,46$

$\Phi 13,46$



adelca Acero del Ecuador	Material:	A 36	Pos:	04	N° Piezas:	4	Peso Kg:	N/A
	Tratamiento térmico:	NINGUNO	Escala General:	1:1	Nota de referencia: NINGUNA			
TITULO: CELDA DE CARGA		Dibujo:	E TAIMAL		Control:		O OROZCO	
N° de Plano: MVA0073.6		Fecha: 15-MAR-2014		Fecha: 15-ABR-2014		Rev:		A 4
Proyecto: SILO DE PESAJE								



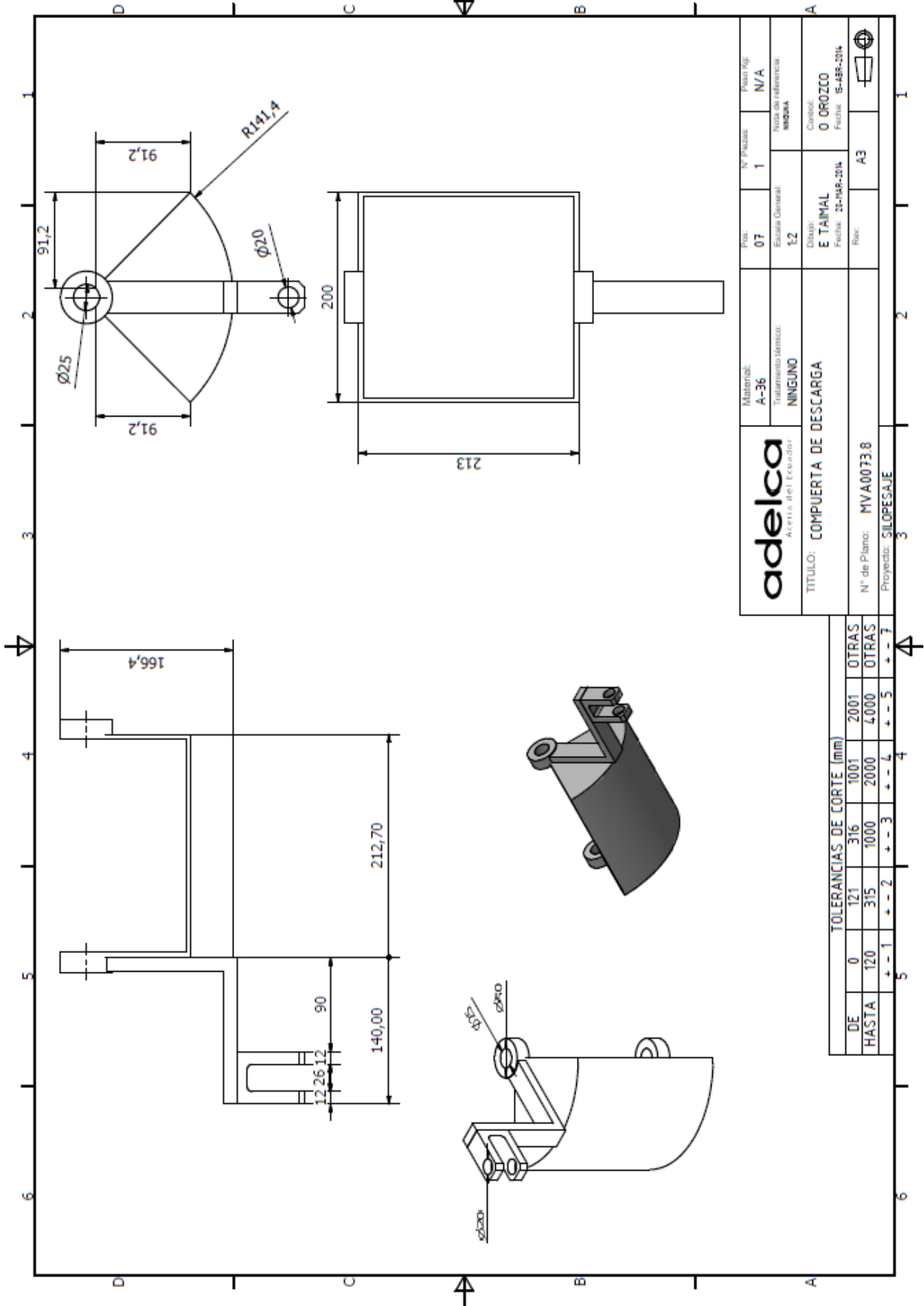


TOLERANCIAS DE CORTE (mm)

DE	0	121	316	1001	2001	OTRAS
HASTA	120	315	1000	2000	4000	OTRAS
	+ - 1	+ - 2	+ - 3	+ - 4	+ - 5	+ - 7

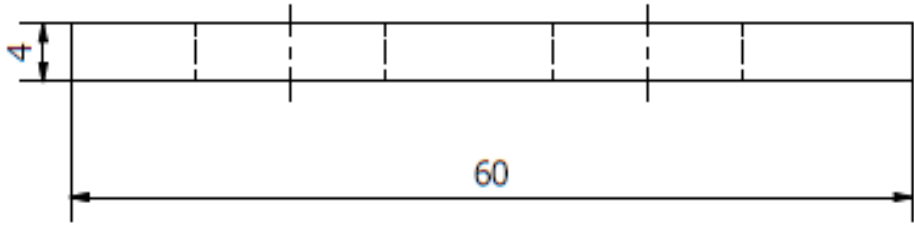
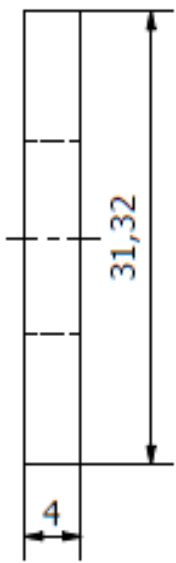
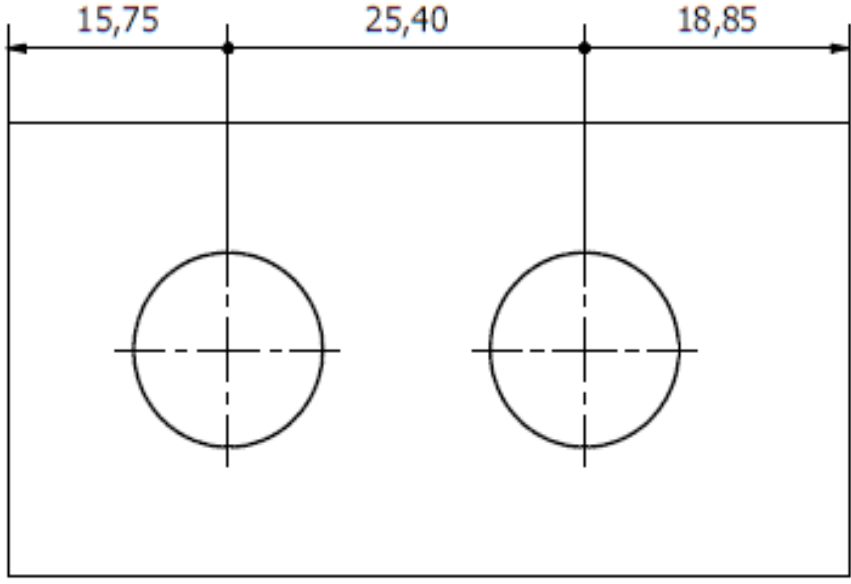
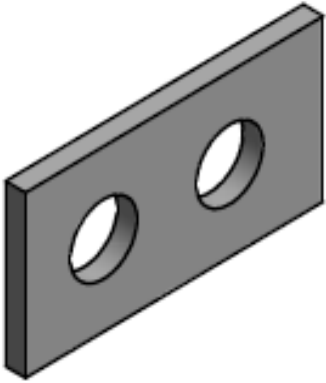
adelca Acero del Ecuador	Material:	A36	Proy.:	09	Nº Piezas:	1	Peso Kg:	N/A
	Trazado de líneas:	NINGUNO	Escala General:	1:1	Nota de referencia: NBSNA			
TÍTULO: SOPORTE CILINDRO		Dibajo:		E.TAJMAL	Control:		O.LOROZCO	
Nº de Plano: MVA00735		Fecha:		14-MAR-2014	Fecha:		15-ABR-2014	
Proyecto: SILO DE PESAJE		Nº:		00	A3			

20					
----	--	--	--	--	--

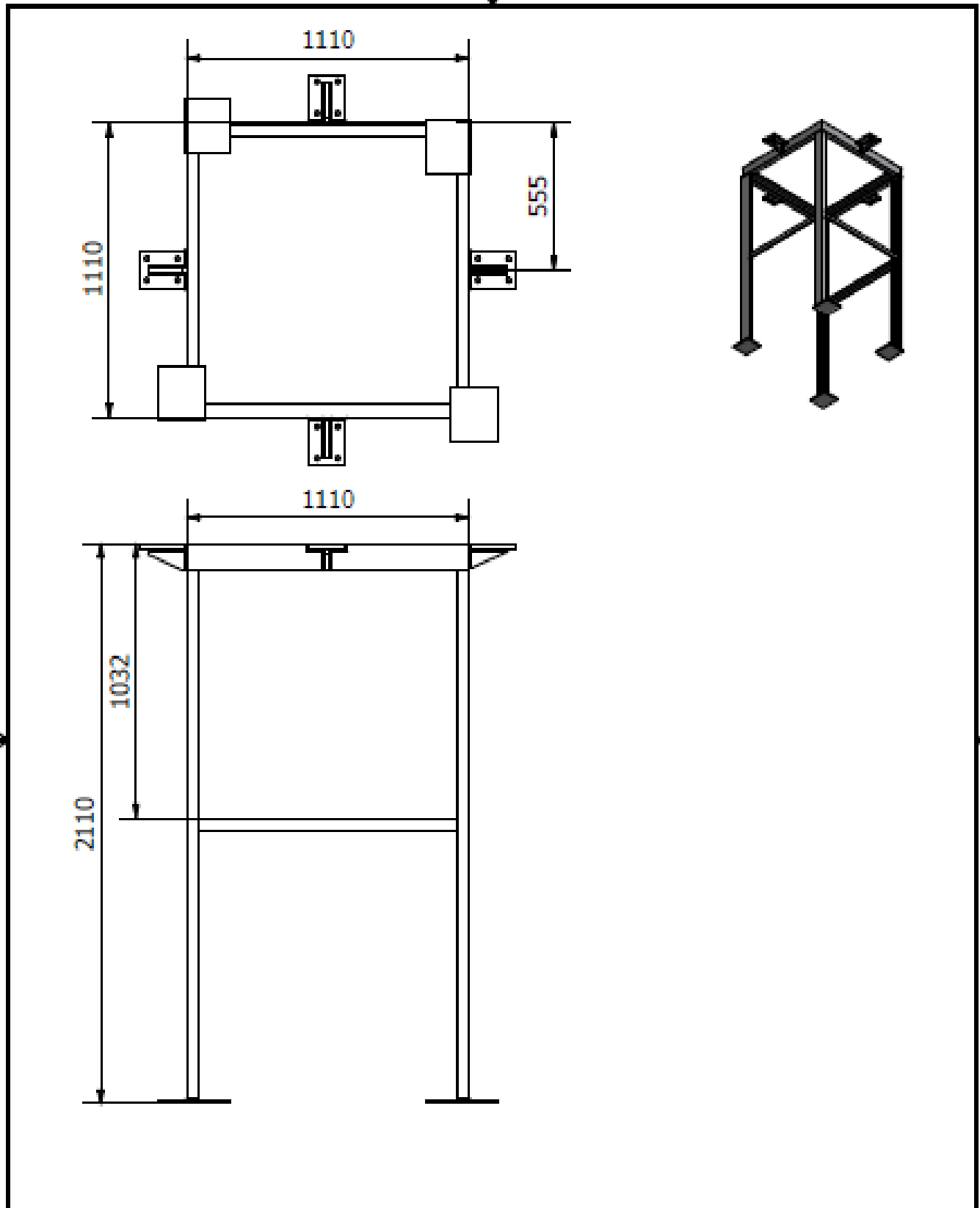




adelca Acero del Ecuador		Material: A-36	Proa: 07	Nº Pzas: 1	Piso Kg: N/A
TITULO: COMPUERTA DE DESCARGA		Tratamiento térmico: NINGUNO	Escala General: 1:2	Nota de referencia: MIDUNA	
Nº de Plano: MVA0073.8		Diseño: E TAIMAL		Control: O OROZCO	
Proyecto: SILOPESAJE		Fecha: 20-MAR-2014		Fecha: 15-ABR-2014	
			Rev:	A3	

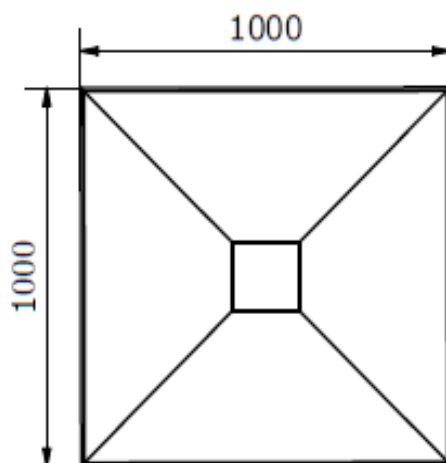
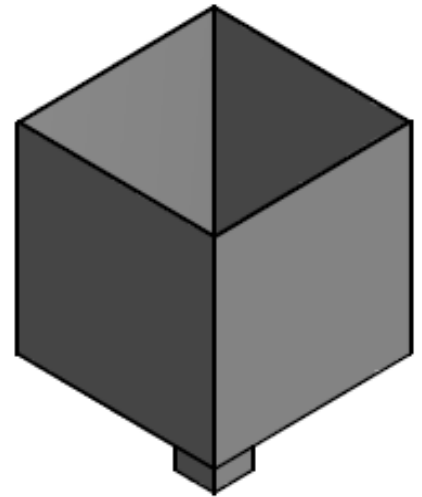
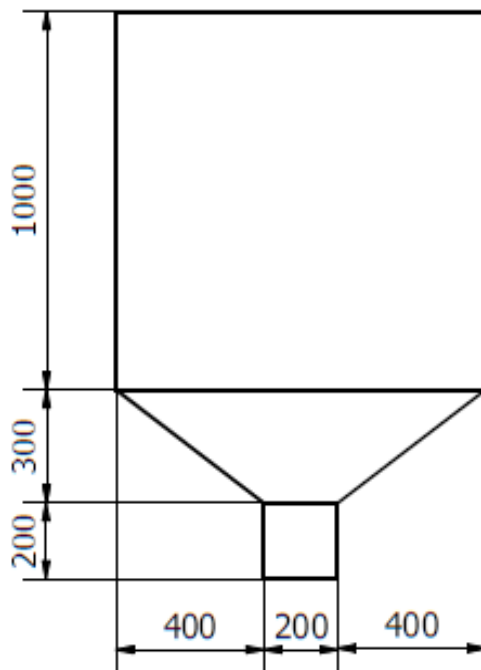
TOLERANCIAS DE CORTE (mm)						
DE	0	121	316	1001	2001	OTRAS
HASTA	120	315	1000	2000	4000	OTRAS
	+ - 1	+ - 2	+ - 3	+ - 4	+ - 5	+ - 7



adelca Acería del Ecuador	Material: A-36	Pos: 11	N° Piezas: 4	Peso Kg: N/A
	Tratamiento térmico: NINGUNO	Escala General: 2:1	Nota de referencia: NINGUNA	
TITULO: SEPARADOR CELDA		Dibujo: E TAIMAL Fecha: 15-MAR-2014	Control: O OROZCO Fecha: 15-ABR-2014	
N° de Plano: MVA0073.7	Rev:	A4		
Proyecto: SILO DE PESAJE				



 Acero del Ecuador	Material: A 36	Pos: 03	N° Piezas: 1	Peso Kg: N/A
	Tratamiento térmico: NINGUNO	Escala General: 1:1		Nota de referencia: NINGUNA
TITULO: MESA SOPORTE SILO		Dibujo: E.TAIMAL Fecha: 26-MAR-2014		Control: O OROZCO Fecha: 15-ABR-2014
N° de Plano: MVA0073.9		Rev:		A4
Proyecto: SILO DE PESAJE				



TOLERANCIAS DE CORTE (mm)						
DE	0	121	316	1001	2001	OTRAS
HASTA	120	315	1000	2000	4000	OTRAS
	+ - 1	+ - 2	+ - 3	+ - 4	+ - 5	+ - 7



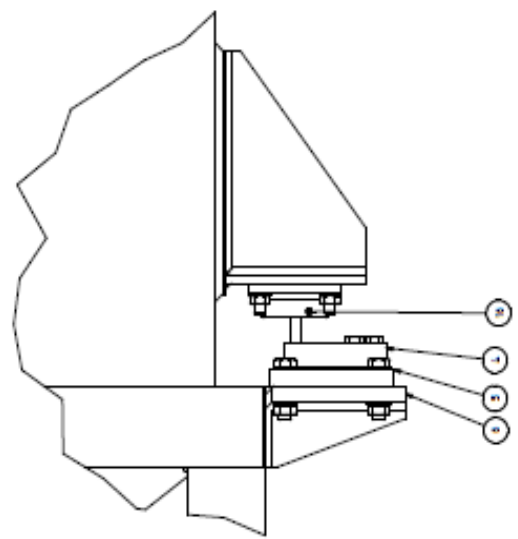
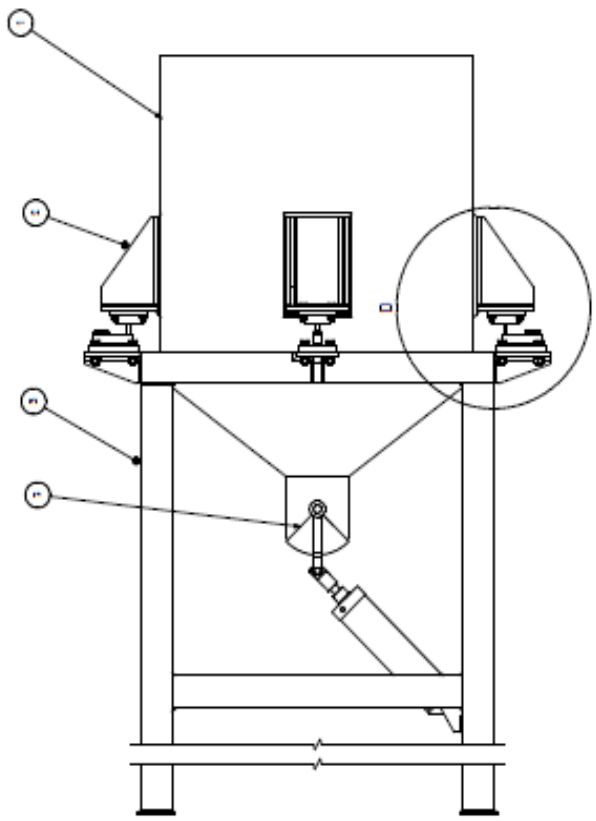
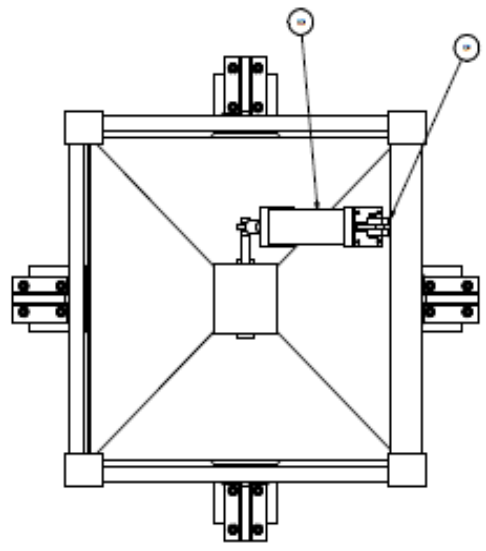
 <small>Acería del Ecuador</small>	Material: A-36	Pos: 01	N° Piezas: 1	Peso Kg: N/A
	Tratamiento térmico: NINGUNO	Escala General: 1:4	Nota de referencia: NINGUNA	
TITULO: SILO CONTENEDOR		Dibujo: E TAIMAL	Control: O OROZCO	
		Fecha: 10-MAR-2014	Fecha: 15-ABR-2014	
N° de Plano: MVA0073.10		Rev:	A4	
Proyecto: SILO DE PESAJE				

TABLA	
NO. PARTE	DESCRIPCIÓN
1	BASE
2	PLATA DE MONTAJE
3	PLATA DE MONTAJE
4	PLATA DE MONTAJE
5	PLATA DE MONTAJE
6	PLATA DE MONTAJE
7	PLATA DE MONTAJE
8	PLATA DE MONTAJE
9	PLATA DE MONTAJE
10	PLATA DE MONTAJE
11	PLATA DE MONTAJE
12	PLATA DE MONTAJE
13	PLATA DE MONTAJE
14	PLATA DE MONTAJE
15	PLATA DE MONTAJE

adelca		SISTEMA DE MONTAJE	
TRABAJO: BLOQUE DE MONTAJE		EJECUCIÓN	
PROFESOR: P. VARGAS		ALUMNO: J. VARGAS	
FECHA: 08/08/2018		CALIFICACIÓN: 100	



D (1:3)

ANEXO B PLANOS ELÉCTRICOS SILO DE PESAJE

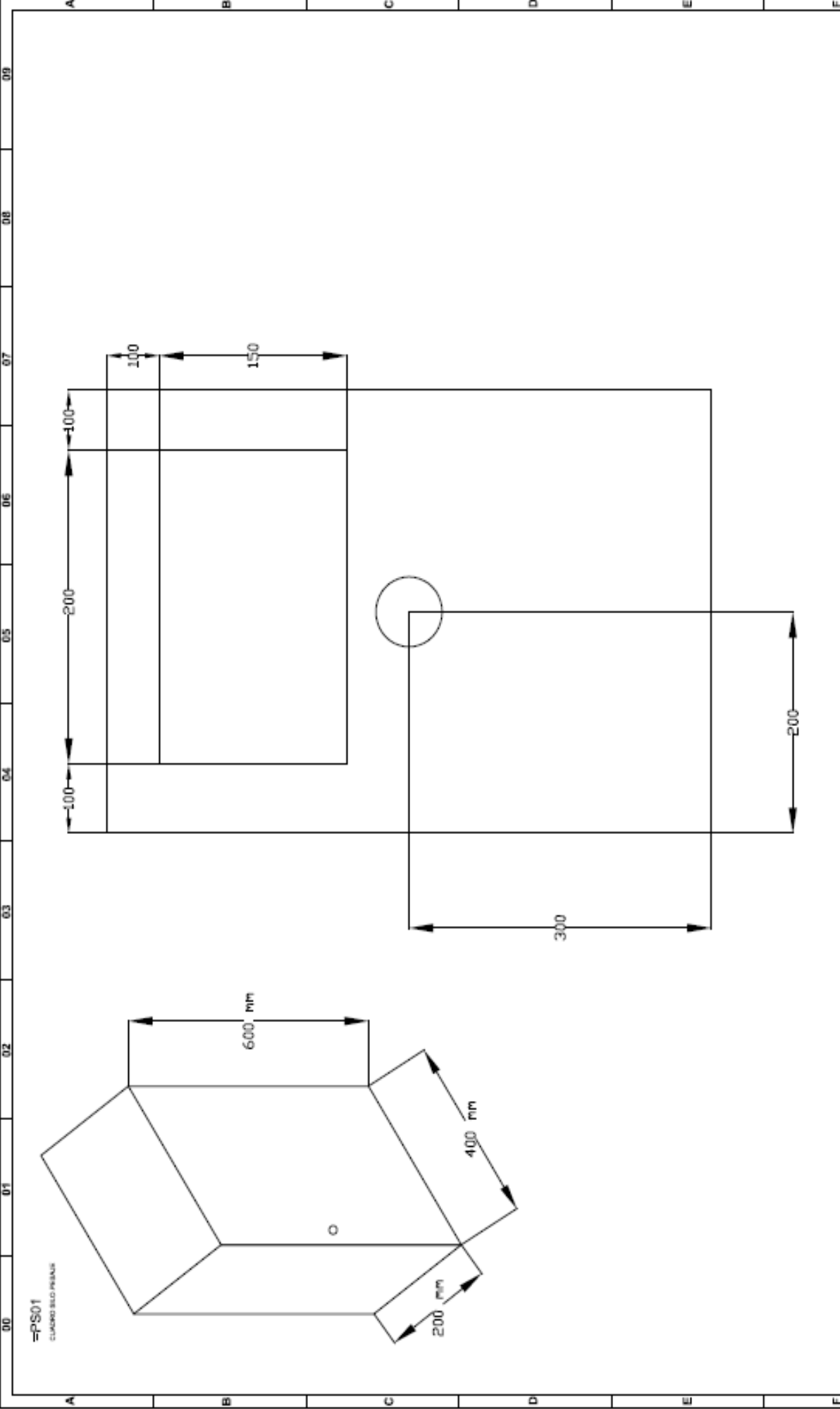
ACERIA DEL ECUADOR ADELCA

Referencia: ■ PS01

Responsable: Edgar Taimal

TITULO: **Silo de Pesaje**

Fecha: 19 de Marzo 2014.



PS01
TABLERO ELECTRICO



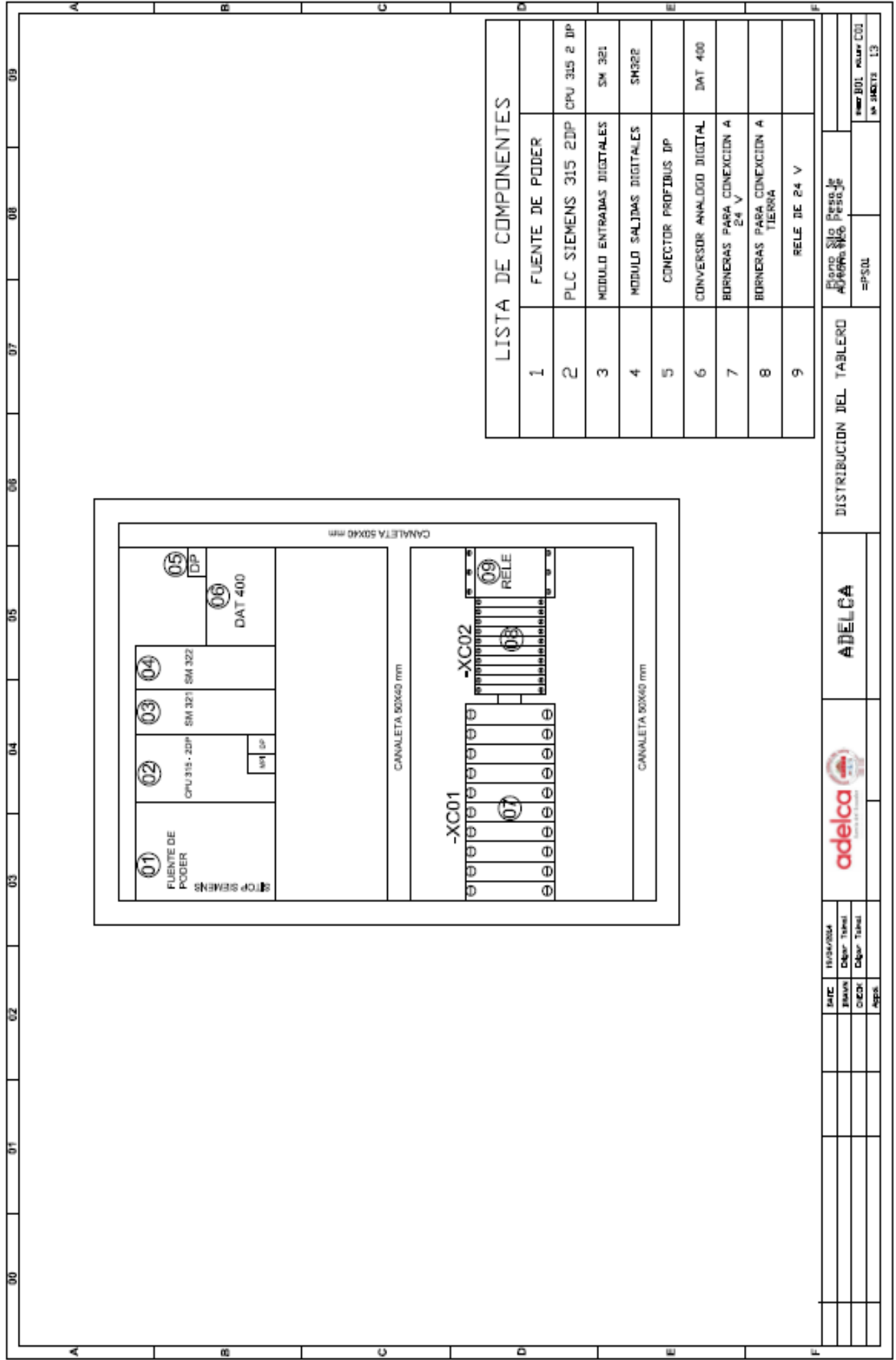
ADELCA

TABLERO ELECTRICO

Plano Slti Pess.Je
PS01


ser ADI valor B01
Nº SHEETS 13

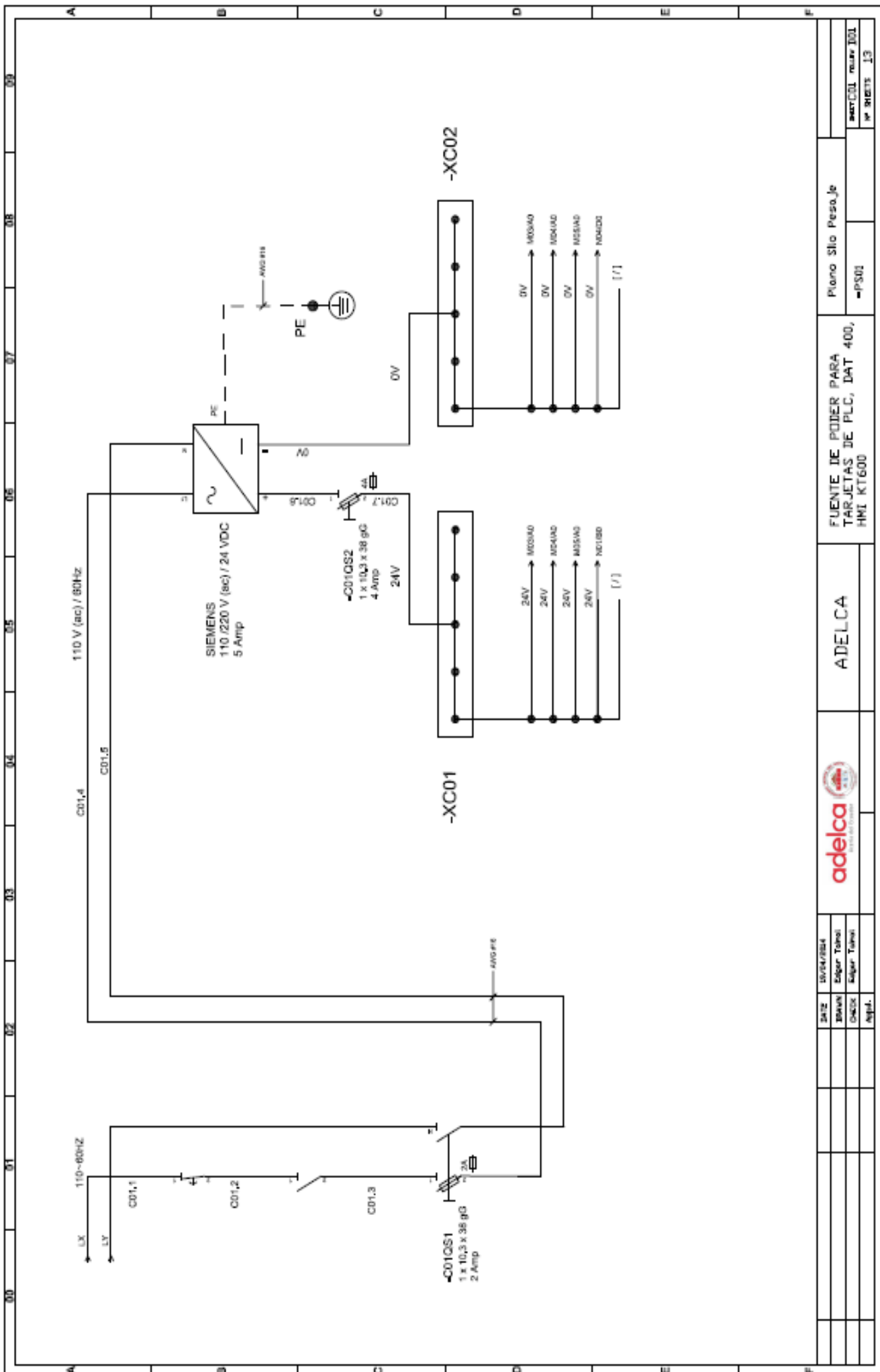
DATE	BY/MA/DES/4




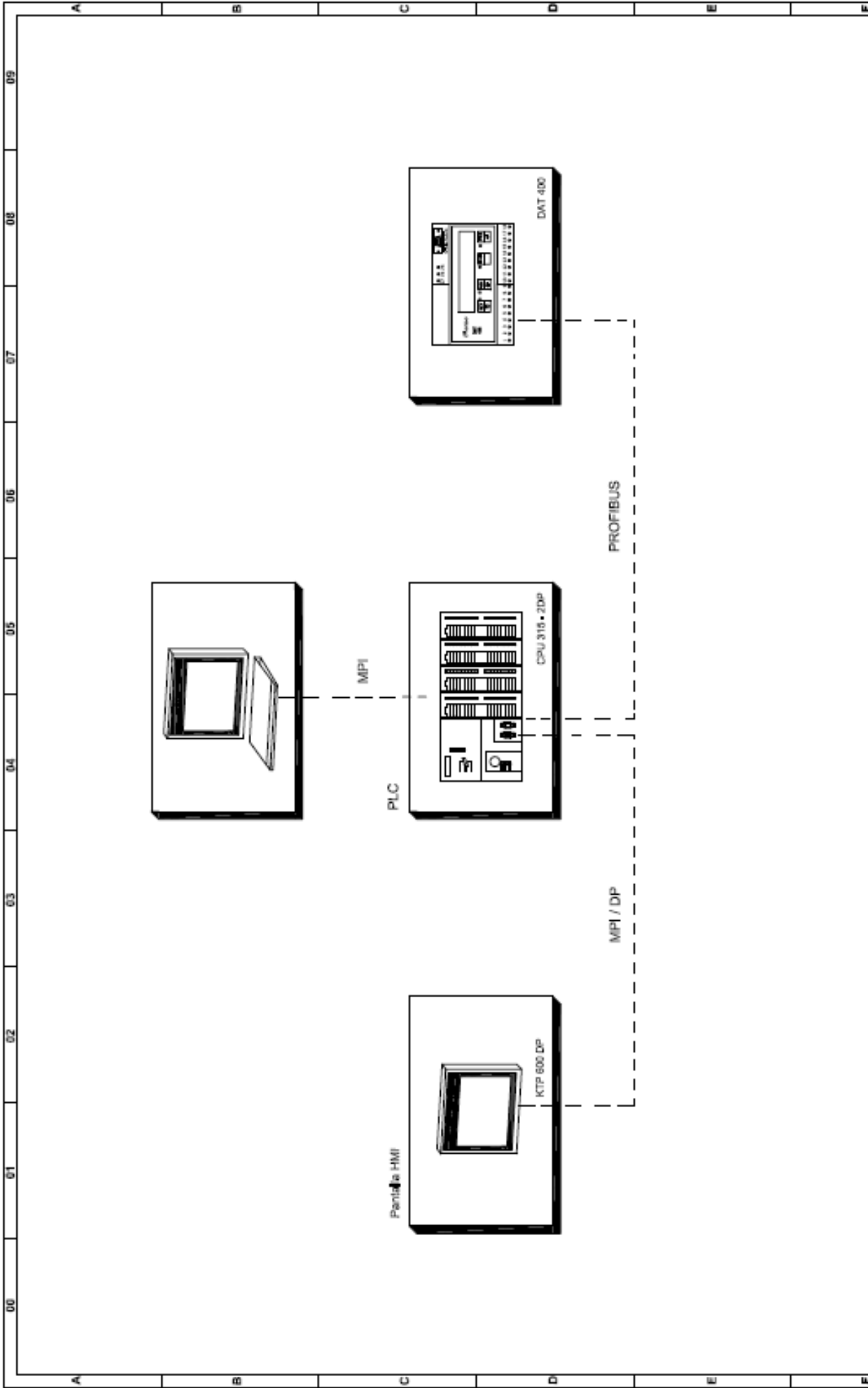
LISTA DE COMPONENTES

1	FUENTE DE PODER	
2	PLC SIEMENS 315 2DP	CPU 315 2 DP
3	MODULO ENTRADAS DIGITALES	SM 321
4	MODULO SALIDAS DIGITALES	SM322
5	CONECTOR PROFIBUS DP	
6	CONVERSOR ANALOGO DIGITAL	DAT 400
7	BORNERAS PARA CONEXION A 24 V	
8	BORNERAS PARA CONEXION A TIERRA	
9	RELE DE 24 V	

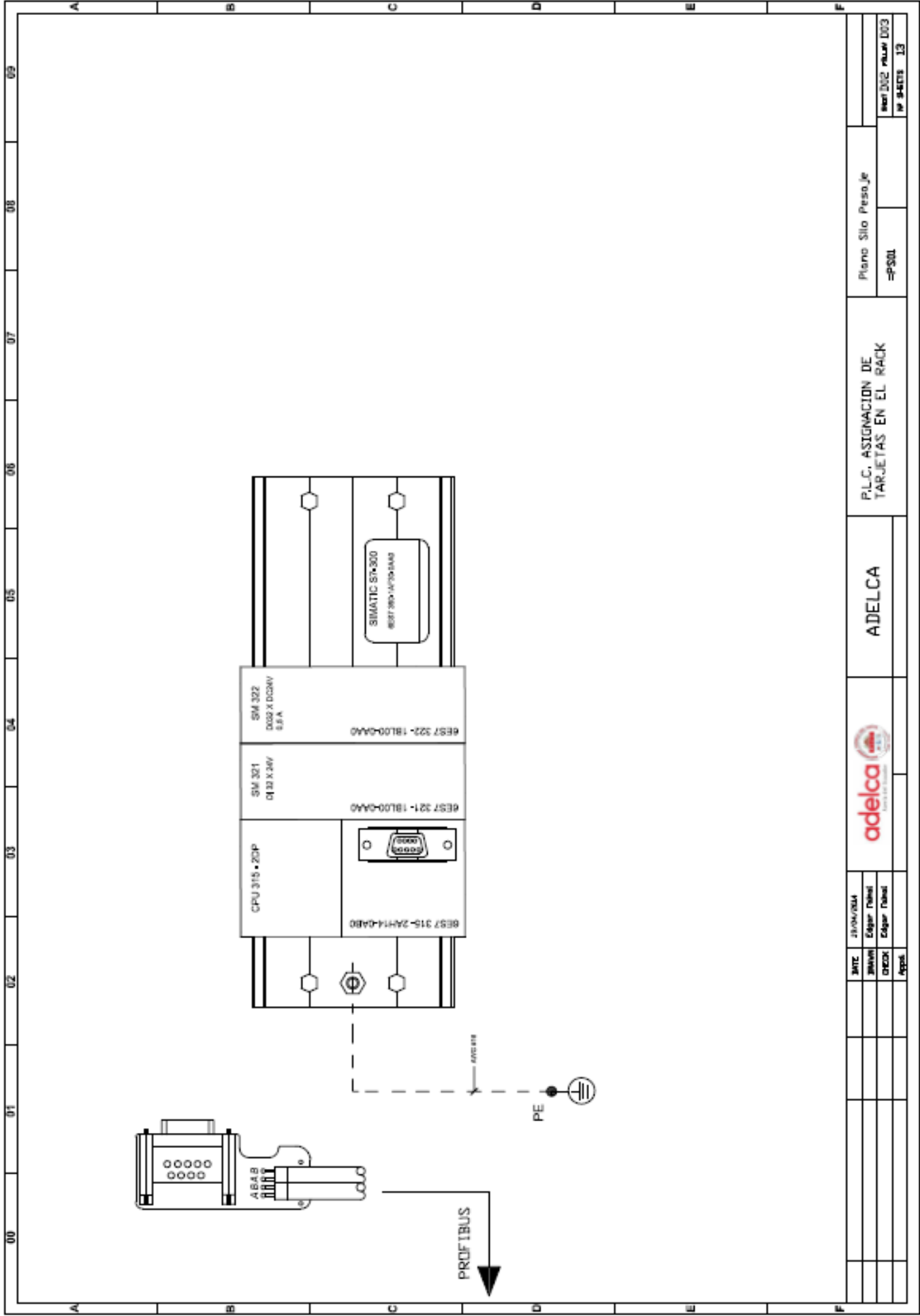
DISTRIBUCION DEL TABLERO		Plano No. Proyecto AD-000-015 =P-501		INVENTARIO M. SAKETA 13
		DATE: 15/04/2014 DRAWN: Edgar Tabuel CHECK: Edgar Tabuel Apps:		



DATE	03/04/2014	PROJECT	PLANO SLO PESOJE
DRAWN	Eduar Torralba	DRAWING NO.	PS001
CHECK	Eduar Torralba	REVISIONS	13
APP.:		FUENTE DE PODER PARA TARJETAS DE PLC, DAT 400, HWI KT600	
		 ADELCA	



				Plano Silo PesaJe		-PS01		sheet [01] from [02]			
				DIAGRAMA DE ENLACES DE COMUNICACION CON PLC, PC, HMI, DAT 400						Nº SHEETS 13	
				adelca <small>INDUSTRIAL AUTOMATION</small>		ADELCA					
		DATE		DESIGNER		CHECKER		APPROVER			
		01/04/2004		Edgar Tabuel		Edgar Tabuel					



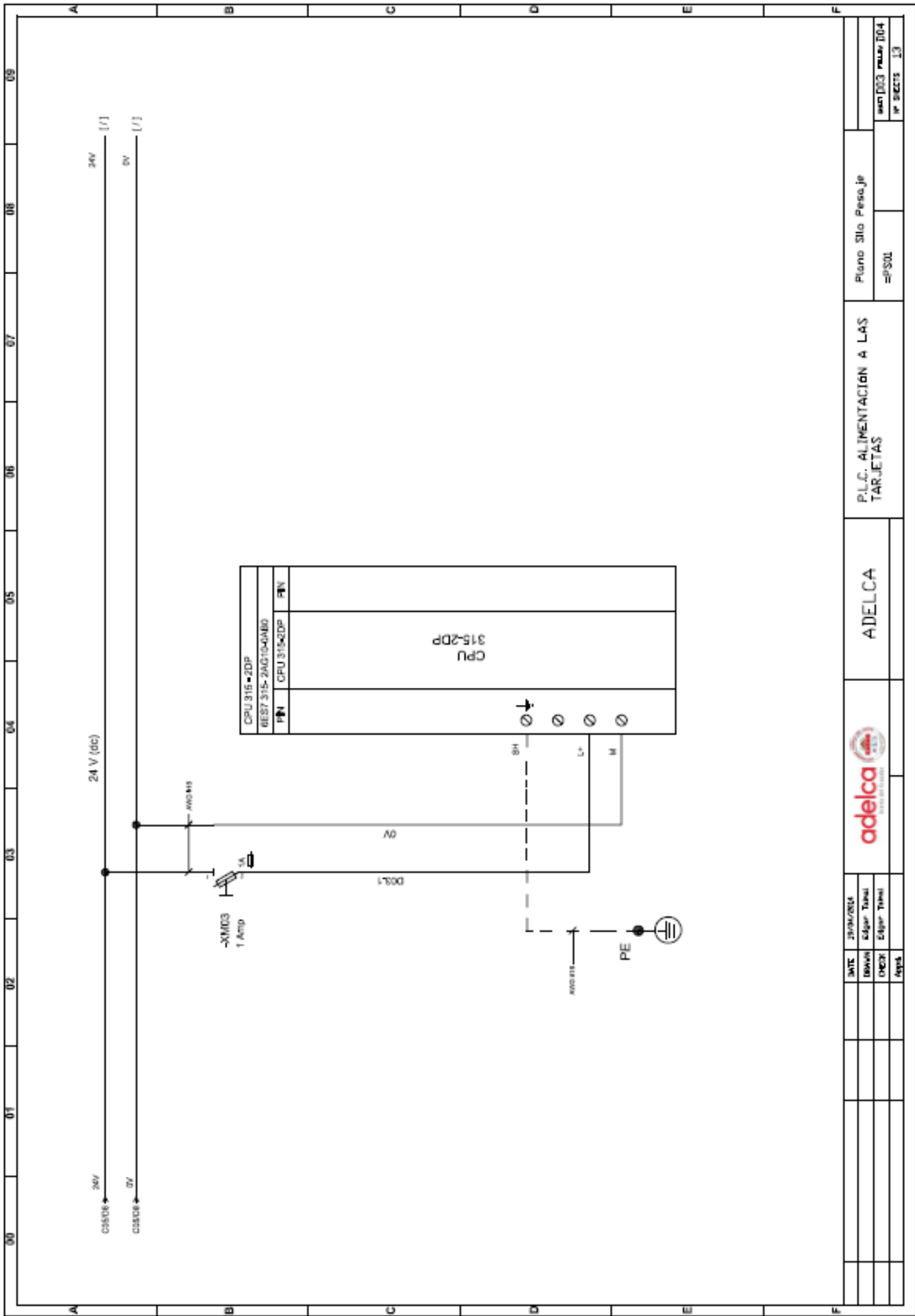
ADELCA

PLC. ASIGNACION DE TARJETAS EN EL RACK

Plano Silo Peseaje
-PS01

PROYECTO
Nº 14-015 13

00	01	02	03	04	05	06	07	08	09
A	B	C	D	E	F				



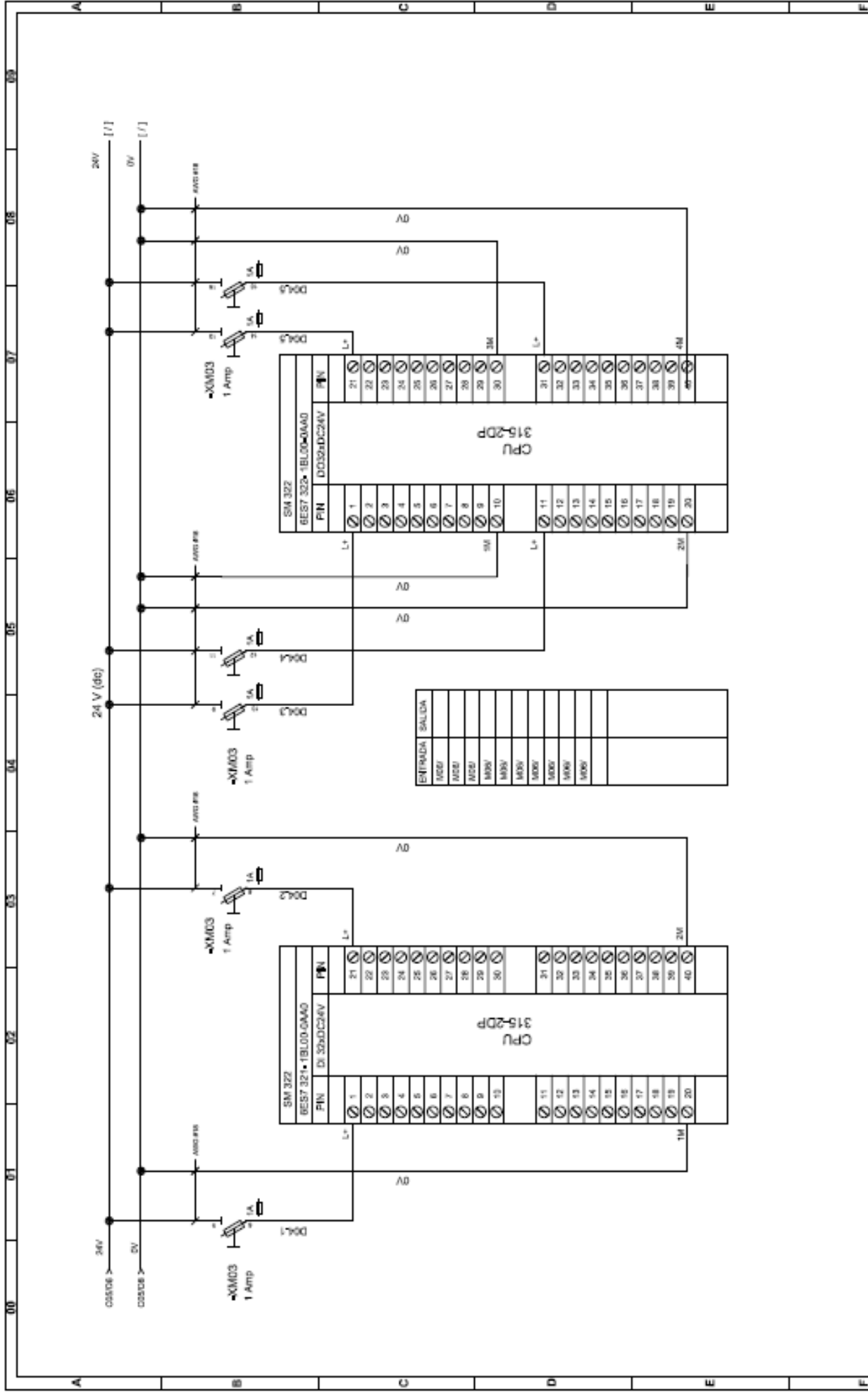
DATE	20/04/2014
DESIGNED	Edgardo Torres
CHECKED	Edgardo Torres
APPROVED	

ADELCA

P.L.C. ALIMENTACIÓN A LAS TARJETAS

Plano Sin Pinesaje
=P30L

sheet 003 relay 004
of sheets 13



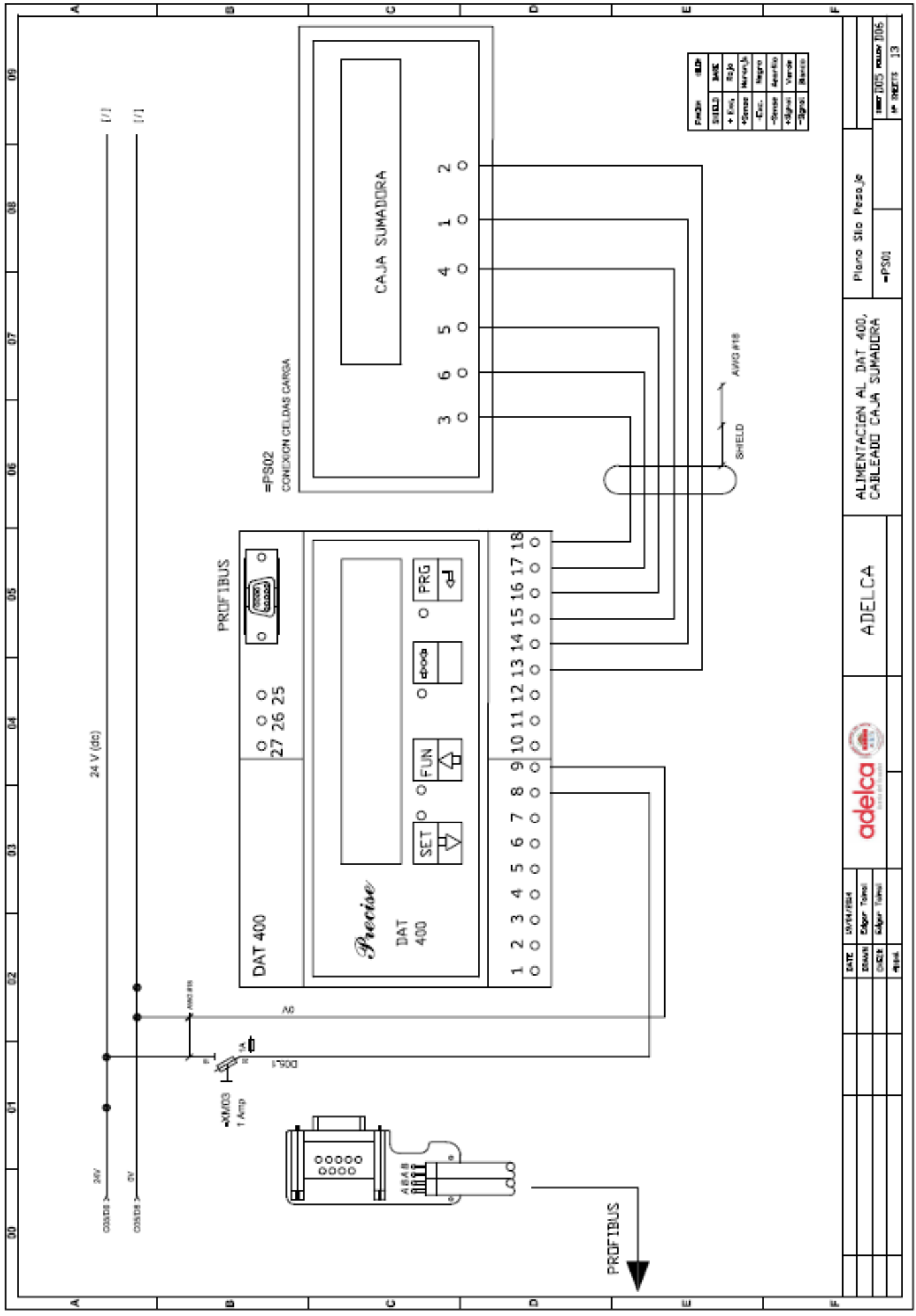
ADELCA

P.L.C. ALIMENTACION A LAS TARJETAS

Plano S10 Pesa,Je
=FS01

Sheet 004 from 005
of sheets 13

DATE	15/04/2024
DESIGN	Eduar Tubal
CHECK	Eduar Tubal
APPV	



PAQUETE	COD
SHIELD	ANIL
+ Fines	Rojo
-Fines	Naranja
-Cac.	Negro
-Sensor	Amarillo
+Signal	Verde
-Signal	Naranja

DATE	UN/PA/TEMA

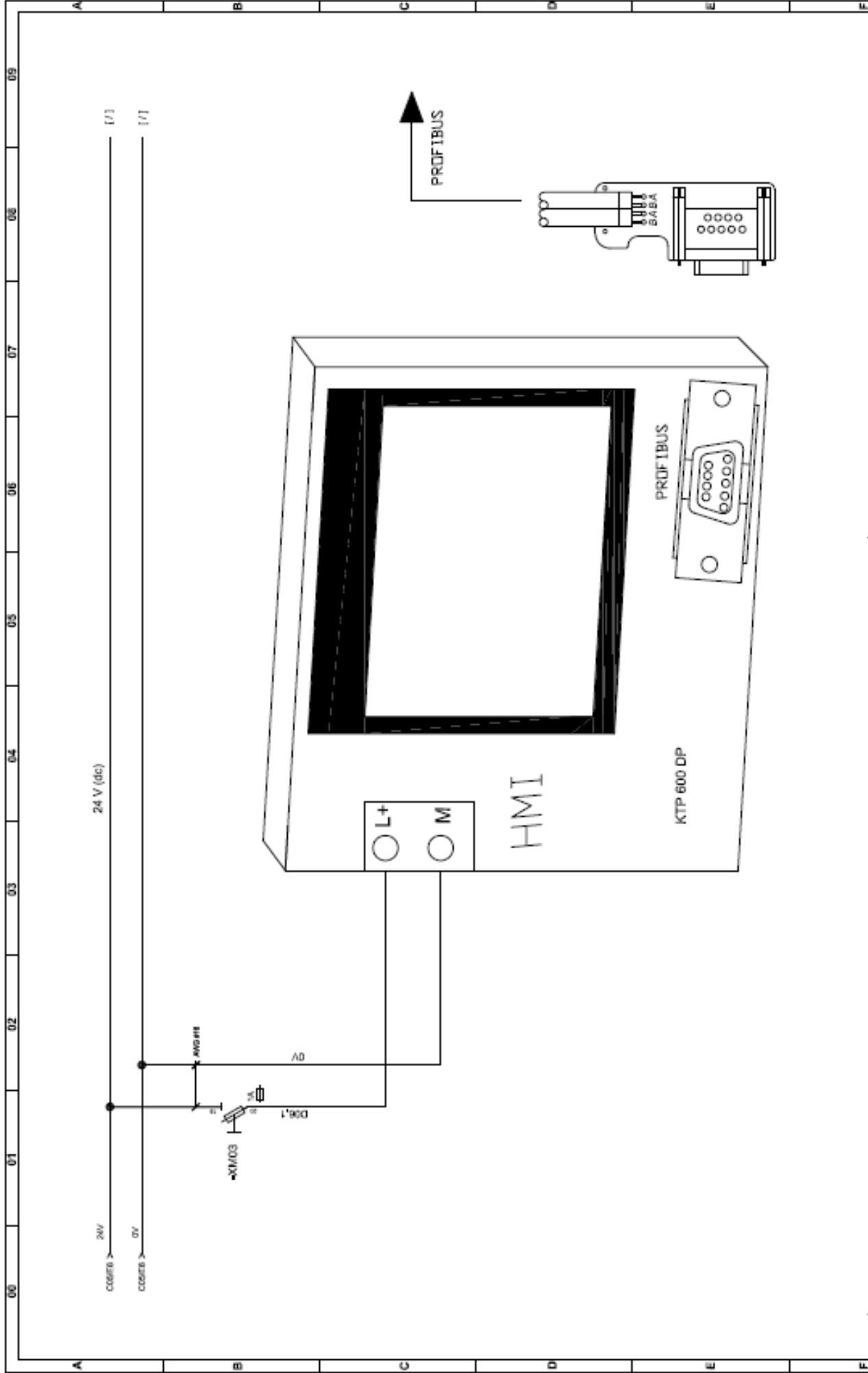


ADELCA

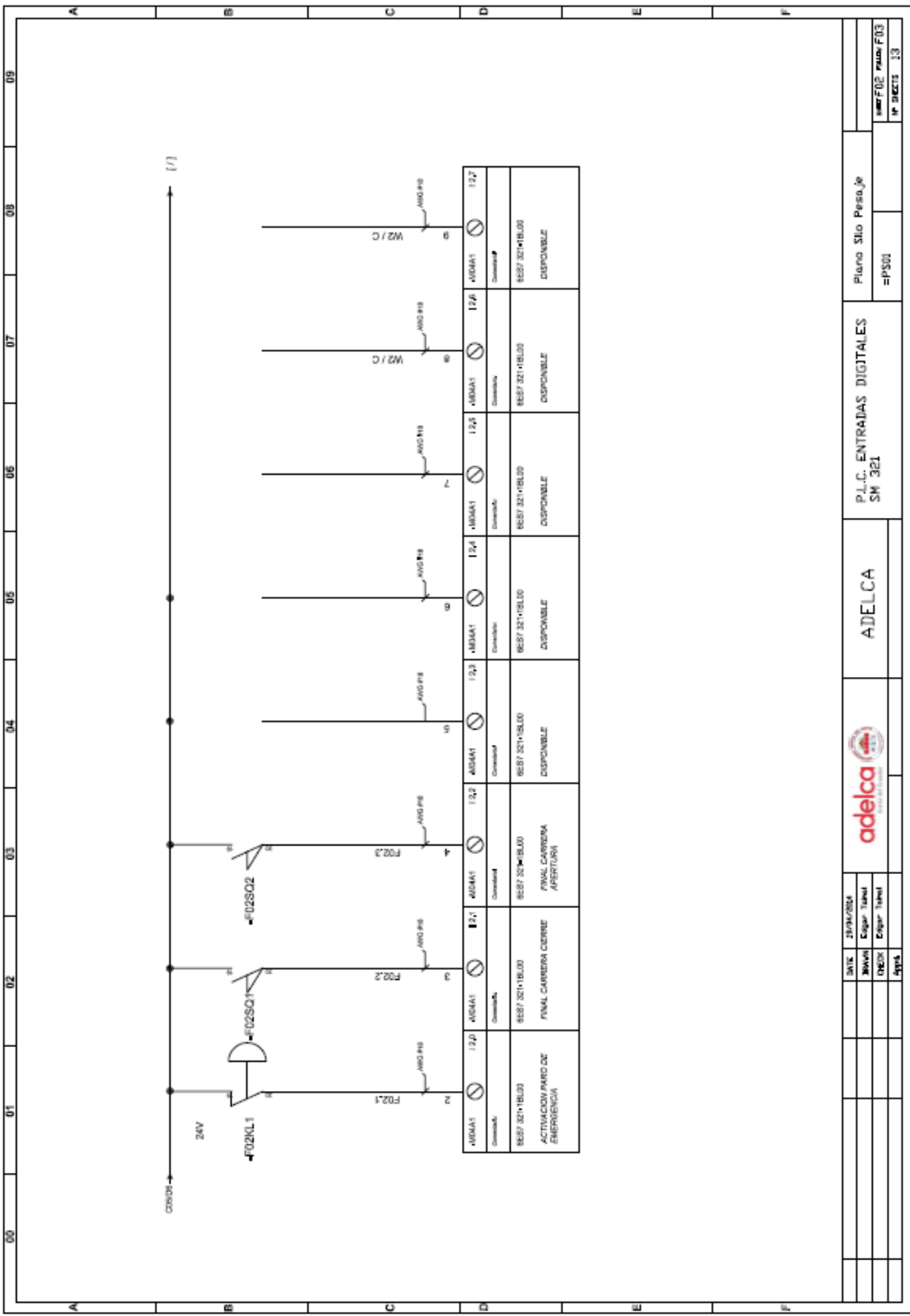
ALIMENTACION AL DAT 400,
CABLEADO CAJA SUMADORA

Plano Sico Peso_je
-PS01

ISSUE 005 revision 005
SHEETS 13



										Plano: Sdo Pesa_je		0007 D06 - 0000 F01 14-04-2013 13	
										ALIMENTACION HMI KTP 600		-P30L	
										ADELCA			
										 adelca <small>INDUSTRIAL ELECTRONICS</small>			
										DATE: 25/04/2014		DRAWN: Edgar Tubel CHECK: Edgar Tubel APPR:	



Terminal	Module	Comments
121	M05M1	RES7 321+1BL00 ACTIVACION PARO DE EMERGENCIA
122	M05M1	RES7 321+1BL00 FINAL CARRERA CIERRE APERTURA
123	M05M1	RES7 321+1BL00 DISPONIBLE
124	M05M1	RES7 321+1BL00 DISPONIBLE
125	M05M1	RES7 321+1BL00 DISPONIBLE
126	M05M1	RES7 321+1BL00 DISPONIBLE
127	M05M1	RES7 321+1BL00 DISPONIBLE

DATE: 20/04/2024		Plano Site Pasaje	
Drawn:	Edgar Talled	=PS01	M05F02
CHECK:	Edgar Talled		
Appr:		M05F03	
		M05F04	
		M05F05	
		M05F06	
		M05F07	
		M05F08	
		M05F09	
		M05F10	
		M05F11	
		M05F12	
		M05F13	
		M05F14	
		M05F15	
		M05F16	
		M05F17	
		M05F18	
		M05F19	
		M05F20	
		M05F21	
		M05F22	
		M05F23	
		M05F24	
		M05F25	
		M05F26	
		M05F27	
		M05F28	
		M05F29	
		M05F30	
		M05F31	
		M05F32	
		M05F33	
		M05F34	
		M05F35	
		M05F36	
		M05F37	
		M05F38	
		M05F39	
		M05F40	
		M05F41	
		M05F42	
		M05F43	
		M05F44	
		M05F45	
		M05F46	
		M05F47	
		M05F48	
		M05F49	
		M05F50	
		M05F51	
		M05F52	
		M05F53	
		M05F54	
		M05F55	
		M05F56	
		M05F57	
		M05F58	
		M05F59	
		M05F60	
		M05F61	
		M05F62	
		M05F63	
		M05F64	
		M05F65	
		M05F66	
		M05F67	
		M05F68	
		M05F69	
		M05F70	
		M05F71	
		M05F72	
		M05F73	
		M05F74	
		M05F75	
		M05F76	
		M05F77	
		M05F78	
		M05F79	
		M05F80	
		M05F81	
		M05F82	
		M05F83	
		M05F84	
		M05F85	
		M05F86	
		M05F87	
		M05F88	
		M05F89	
		M05F90	
		M05F91	
		M05F92	
		M05F93	
		M05F94	
		M05F95	
		M05F96	
		M05F97	
		M05F98	
		M05F99	
		M05F100	

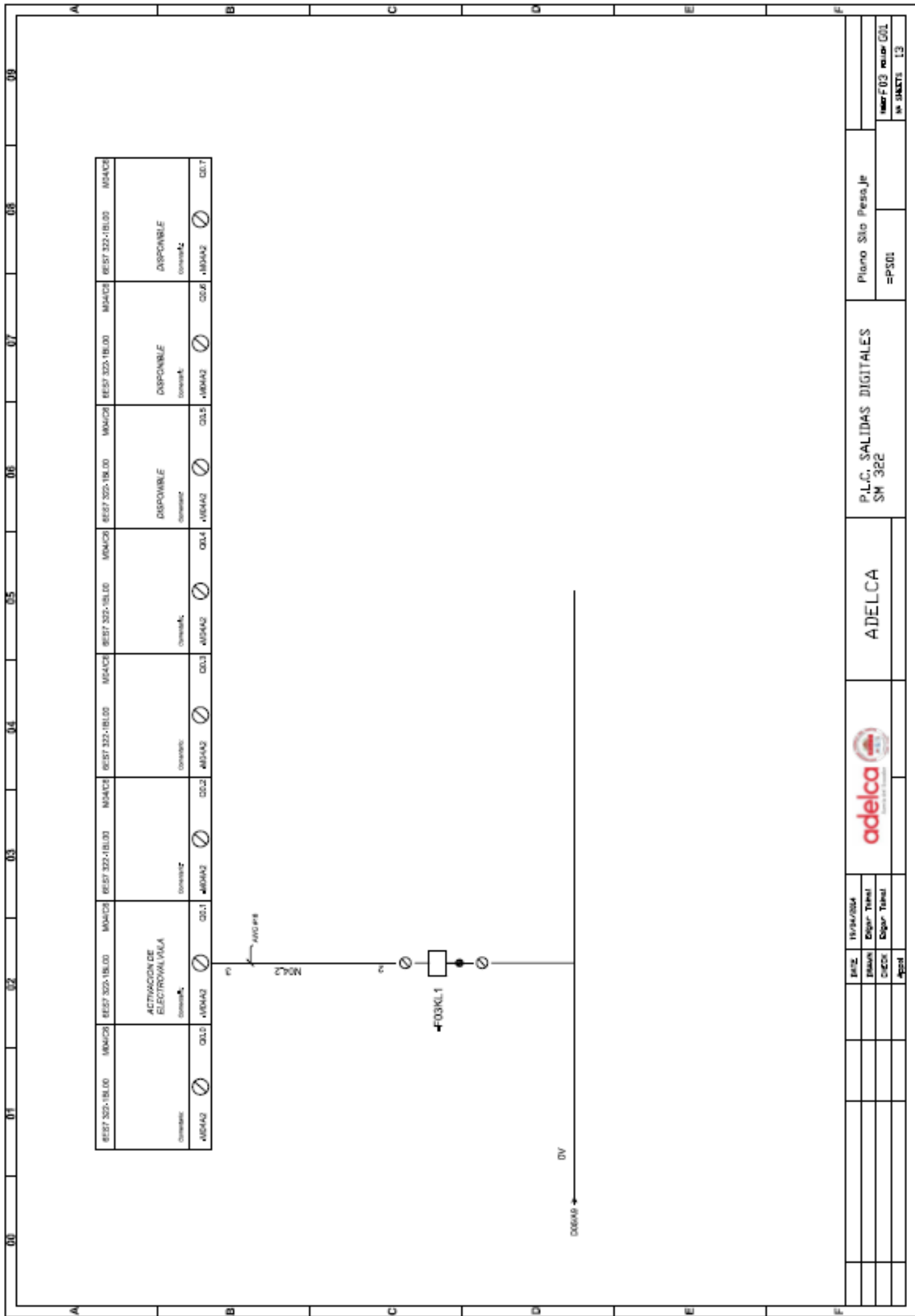


ADELCA

P.L.C. ENTRADAS DIGITALES
SM 321

Plano Site Pasaje

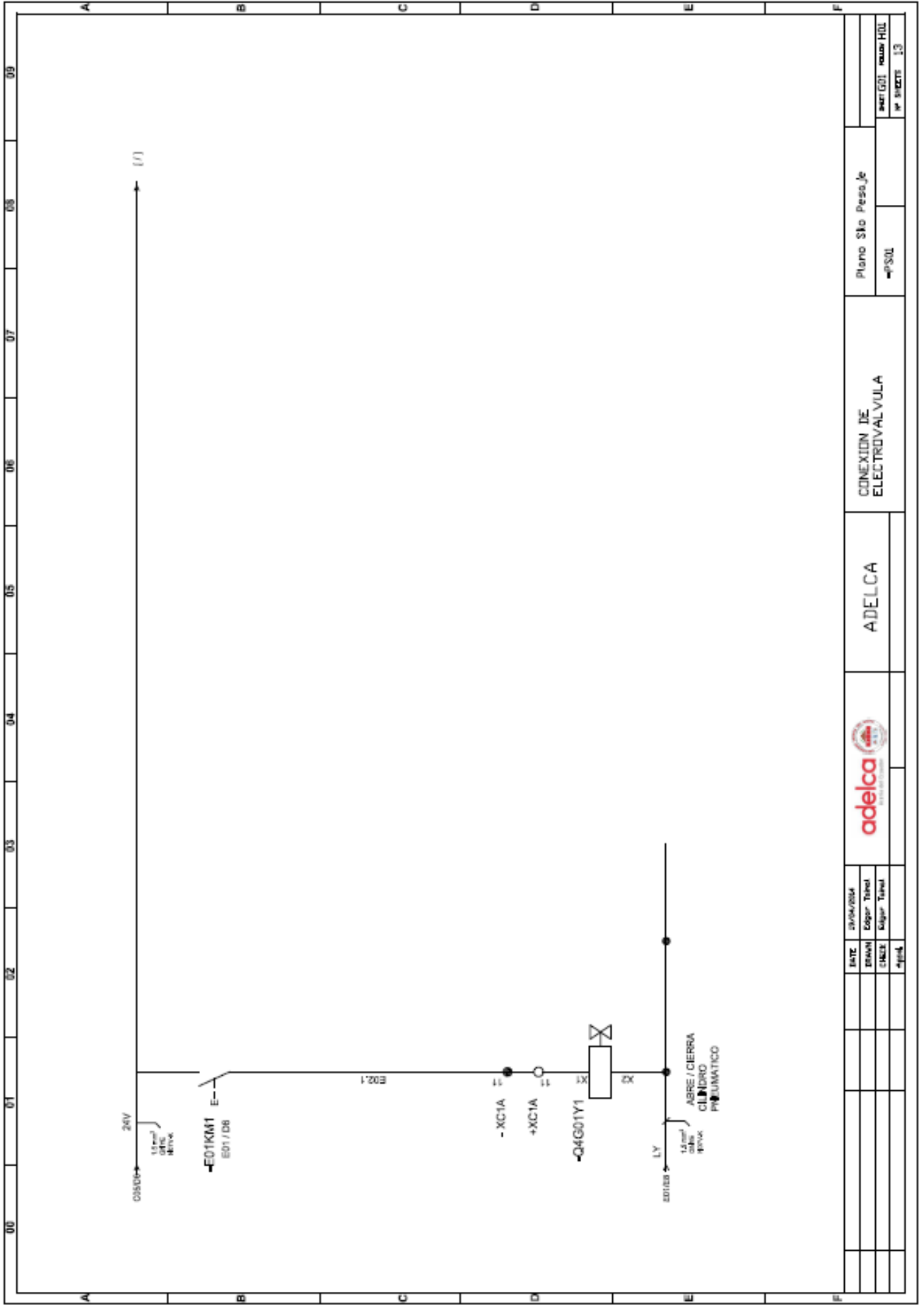
M05F02
M05F03
M05F04



ADELCA

P.L.C. SALIDAS DIGITALES
SM 322

Plano Sio Pesaje
=PS01



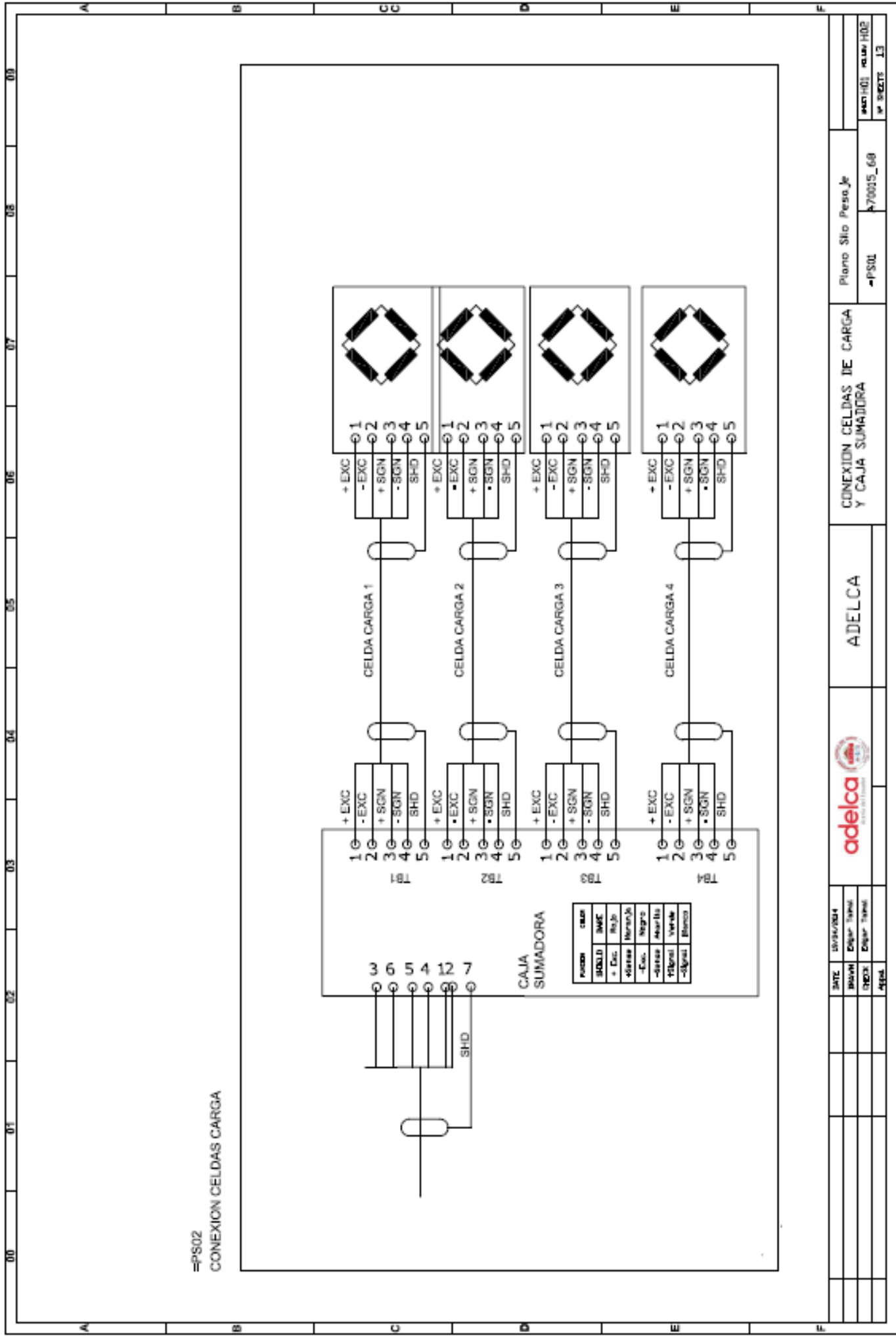
CONEXION DE ELECTROVALVULA

ADELCA

Plano Sbo Pesa,Je
-P30L

PROYECTO	VALVUL HILL
NO. SHEETS	13

DATE	24/04/2014
DRAWN	Eduar Tamez
CHECK	Kilger Tamez
APP'D	



=PS02

CONEXION CELDAS CARGA

DATE	01/01/2014	PLANO	Silo_Peso_je
BY	Engel Tamez	NO. PROYECTO	700015_68
CHK	Engel Tamez	FECHA	13
APP			
adelca		CONEXION CELDAS DE CARGA Y CAJA SUMADORA	
ADELCA		Plano Silo_Peso_je	

ANEXO C CPU 352DP SIEMENS

hoja de datos del producto

6ES7315-2AH14-0AB0



SIMATIC S7-300,
CPU 315-2DP CPU CON MPI FUENTE ALIMENT. INTEGR.
24V DC MEMORIA CENTRAL 256 KBYTES INTERFACE 2:
DP-MASTER/ESCLAVO REQUIERE MICRO MEMORY
CARD

Información general	
Versión del HW	01
Versión de firmware	V3.0
Ingeniería con	
Paquete de programación	STEP 7 > V 5.4 + SP5 o STEP 7 a partir de V5.2 + SP1 con HSP 177
Tensión de alimentación	
24 V DC	SI
Rango admisible, límite inferior (DC)	20,4 V
Rango admisible, límite superior (DC)	28,8 V
Protección externa para líneas de alimentación (recomendación)	mín. 2 A
Intensidad de entrada	
Consumo (valor nominal)	850 mA
Consumo (en marcha en vacío), tip.	150 mA
Intensidad de cierre, tip.	3,5 A
It	1 A ² s
De la tensión de alimentación L+, máx.	900 mA
Pérdidas	

Pérdidas, tip.	4,5 W
Memoria	
Memoria de trabajo	
Integrada	256 kbyte
Ampliable	No
Tamaño de la memoria no volátil para bloques de datos remanentes	128 kbyte
Memoria de carga	
Enchufable (MMC)	SI
Enchufable (MMC), máx.	8 Mbyte
Conservación de datos en MMC (tras última programación), mín.	10 a
Respaldo	
existente	SI ; garantizado por la MMC (sin mantenimiento)
sin pila	SI ; Programa y datos
Tiempos de ejecución de la CPU	
para operaciones de bits, tip.	0,05 µs
para operaciones de palabras, tip.	0,09 µs
para aritmética en coma fija, tip.	0,12 µs
para aritmética en coma flotante, tip.	0,45 µs
CPU-bloques	
Nº de bloques (total)	1024 ; (DB, FC, FB); la cantidad máxima de bloques cargables puede verse reducida por la MMC utilizada por el usuario.
DB	
Cantidad, máx.	1024 ; Banda numérica: 1 a 16000
Tamaño, máx.	64 kbyte
FB	
Cantidad, máx.	1024 ; Banda numérica: 0 a 7999
Tamaño, máx.	64 kbyte
FC	
Cantidad, máx.	1024 ; Banda numérica: 0 a 7999
Tamaño, máx.	64 kbyte
OB	
Descripción	Ver Lista de operaciones
Tamaño, máx.	64 kbyte
Nº de OBs de reloj libre	1 ; OB 1
Nº de OBs de alarma horaria	1 ; OB 10
Nº de OBs de alarma de retardo	2 ; OB 20, 21
Nº de OB de alarma ololea	4 ; OB 32, 33, 34, 35

Configuración del hardware	
Bastidores, máx.	4
Módulos por bastidor, máx.	8
Aparatos de ampliación, máx.	3
Nº de maestros DP	
Integrada	1
Via CP	4
Nº de FM y CP utilizables (recomendación)	
FM	8
CP, punto a punto	8
CP, LAN	10
Hora	
Reloj	
Reloj por hardware (reloj tiempo real)	SI
respaldado y sincronizable	SI
Desviación diaria, máx.	10 s ; tip.: 2 s
Duración del respaldo	6 wk ; a 40 °C de temperatura ambiente
Comportamiento del reloj tras agotamiento de batería	El reloj continúa corriendo con la hora a la que se produjo la RED DES
Contador de horas de funcionamiento	
Cantidad	1
Número/banda numérica	0
Rango de valores	0 a 2 ³¹ horas (si se usa el RFC 101)
Granularidad	1 hora
remanente	SI ; tiene que reiniciarse en cada rearmarque
Sincronización de la hora	
Soporta servidor IPAR	SI
en MPI, maestro	SI
en MPI, esclavo	SI
en DP, maestro	SI ; para esclavo DP, solo hora de esclavo
en DP, esclavo	SI
en el automático, maestro	SI

ANEXO D MÓDULOS DE ENTRADAS DIGITALES SIEMENS

3.1.1 Módulos de entradas digitales

Las características en síntesis

En la tabla siguiente se representan las principales características de los módulos de entradas digitales.

Tabla 3-1 Módulos de entradas digitales

Características	Módulo			
	SM 321; DI 64 x 24V; Sinking/Sourcing	SM 321; DI 32 x DC24V	SM 321; DI 32 x AC120V	SM 321; DI 16 x DC24V
	(-1BP00-)	(-1BL00-)	(-1EL00-)	(-1BH02-)
Número de entradas	64 DO; con aislamiento galvánico en grupos de 16	32 DI; con aislamiento galvánico en grupos de 16	32 DI; con aislamiento galvánico en grupos de 8	16 DI; con aislamiento galvánico en grupos de 16
Tensión nominal de entrada	24 V DC	24 V DC	120 V AC	24 V DC
Apropiado para ...	-	Detectores de proximidad (BERO) a 2/3/4 hilos		
Soporta modo isócrono	No	No	No	No
Diagnóstico parametrizable	No	No	No	No
Alarma de diagnóstico	No	No	No	No
Alarma de proceso en un cambio de flanco	No	No	No	No
Retardos a la entrada configurables	No	No	No	No
Particularidades	-	-	-	-

ANEXO E MÓDULOS DE SALIDAS DIGITALES SIEMENS

Las características en síntesis

En la tabla siguiente se resumen las características principales de los módulos de salidas digitales.

Tabla 3- 4 Módulos de salidas digitales

Características	Módulo				
	SM 322; DO 64 x DC24V/0,3A Sourcing (-1BP00-)	SM 322; DO 64 x DC 24V/0,3A Sinking (-1BP50-)	SM 322; DO 32 x DC24V/0,5A (-1BL00-)	SM 322; DO 32 x AC120/230V/1A (-1FL00-)	SM 322; DO 16 x DC24V/0,5 ^A (-1BH01-)
Número de salidas	64 DO; con aislamiento galvánico en grupos de 16	64 DO; con aislamiento galvánico en grupos de 16	32 DO; con aislamiento galvánico en grupos de 8	32 DO; con aislamiento galvánico en grupos de 8	16 DO; con aislamiento galvánico en grupos de 8
Intensidad de salida	3 A	3 A	0,5 A	1,0 A	0,5 A
Tensión nominal de carga	24 V DC	24 V DC	24 V DC	24 V DC	24 V DC
Apropiado para ...	Electroválvulas, contactores de corriente continua y lámparas de señalización				
Soporta modo isócrono	No	No	No	No	No
Diagnóstico parametrizable	No	No	No	No	No
Alarma de diagnóstico	No	No	No	No	No
Salida de valores sustitutivos	No	No	No	No	No
Particularidades	-				

ANEXO F FUENTE DE PODER SITOP SIEMENS



SITOP MODULAR 5 FUENTE ALIMENTACIÓN ESTABILIZA. ENTRADA: AC 120/230-500 V SALIDA: DC 24 V/5 A

IbIPIProduct

Número de artículo

(número de mercado) 6EP1333-3BA00

IbIDescription

SITOP MODULAR 5 FUENTE ALIMENTACIÓN ESTABILIZ. ENTRADA: AC 120/230-500 V SALIDA: DC 24 V/5 A

Familia de producto

Monofásica y bifásica, 24 V DC/5 A

Ciclo de vida del producto (PLM)

PM300:Producto activo

IbIPINetWeight

Dimensión de

1,200 Kg

empaquetado

Unidad de tamaño de paquete de medida

lbPIQuantityUnit 15.00 x 14.00 x 9.00

lbIPackagingQuantity CM

**Información
adicional del
producto**

pieza

lbPIEAN 1

lbPIUPC

lbPICommodityCode 4025515150787

lbPICatalogID Notavailable

lbPIProductGroup 85044090

lbPICountryOrigin KT10-PE

lbPIRohsCD 4213

Clase de producto Romania

lbPIClassifications RoHScompliantssince: 01.08.2006

A: producto estándar que es un artículo común puede ser devuelto dentro del período de devolución

Versión lbClassification

eClass 4 27-04-07-02

eClass 5.1 27-04-90-02

eClass 6 27-04-90-02

ETIM 5 EC002540

UNSPSC 8 39-12-10-04

ANEXO G CONVERTOR ANÁLOGO DIGITAL DAT 400.



DAT400 DAT500

TRANSMISORES DIGITALES PARA CELULAS DE CARGA



La serie DAT son transmisores Digital/Análogo basados en convertidores A/D y microprocesadores de última generación, obteniéndose un diseño moderno, compacto y fiable. Su calibración y ajuste totalmente por programa evita los ajustes con potenciómetros, lo cual reduce los costes de puesta en marcha, calibrado y mantenimiento. Ideal para instalaciones industriales con células de carga.

- Configuración y calibración por programa vía teclado o vía ordenador.
- Alta Resolución.
- Display 8 dígitos LED de 14mm.
- Dos entradas digitales opto-aisladas.
- Dos salidas digitales opto-aisladas.
- Filtro digital seleccionable.
- Auto-cero y seguidor de cero.
- 10 puntos de compensación de linealidad.
- Detector de pico para medidas dinámicas.
- Salidas analógicas: 0-5V DC, 0-10V DC, 0/20mA y 4/20mA seleccionables.
- Salidas Serie: Estándar RS-232, RS-422 o RS-485 con protocolo MODBUS RTU. Opciones PROFIBUS o DEVICENET (sustituyen la salida analógica).
- Conexión de hasta 32 unidades direccionables en bus utilizando la salida serie RS-485
- Protección RFI / EMI
- Caja de plástico ABS.

■ VERSIONES:

Montaje en carril DIN:

89076 DAT400
89076P DAT400 PROFIBUS
89076D DAT400 DEVICENET

Montaje en panel:

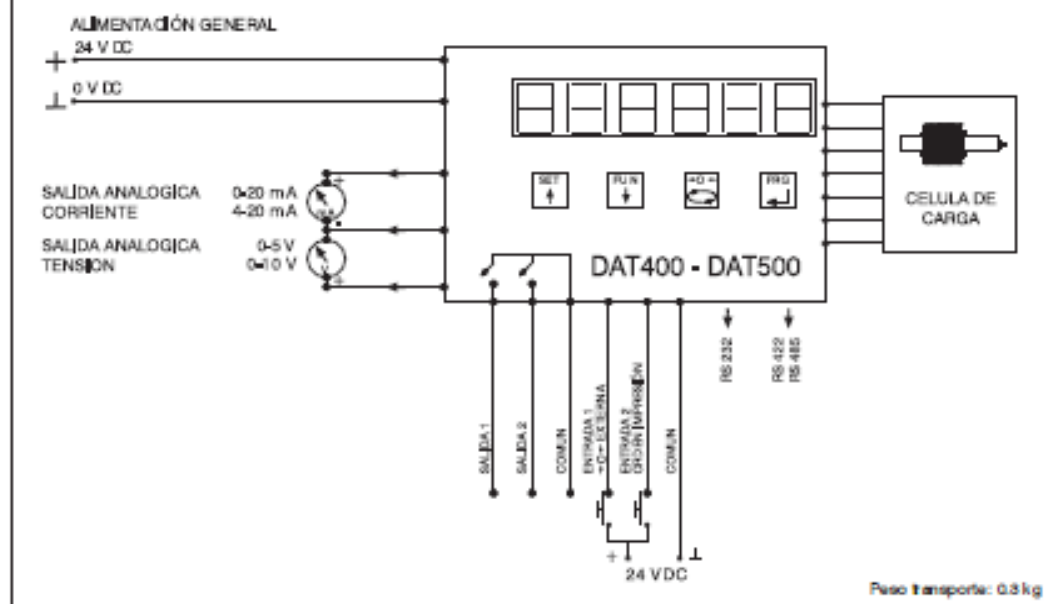
89079 DAT500
89079P DAT500 PROFIBUS
89079D DAT500 DEVICENET

■ ACCESORIO:

89077 Mod. 121 Fuente de alimentación 230V AC a 24V DC montaje en carril DIN.



DAT400 - DAT500



CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

Alimentación y consumo:

Tensión de Alimentación 24V DC \pm 15%
 Potencia consumida 7,5 W
 Aislamiento Clase II
 Categoría Categoría II

Condiciones Ambientales de Utilización:

Temperatura de Trabajo -10 a +40 °C (+14 a +104 °F)
 Temp. de Almacenamiento -20 a +50 °C (-4 a +122 °F)
 Humedad Relativa 85% sin condensación

Indicación:

Tipo 6-Dígitos LEDs Rojo,
 7 segmentos 14 mm (0,55") altura
 LEDs de estado 4 LEDs color Rojo
 Teclado 4 Teclas membrana

Salida Analógica (aislada):

Tipo Conversión D/A de 16 bits
 Tensión 0-5 y 0-10 V DC (mín. Carga 10 K Ω)
 Corriente 0-20 y 4-20 mA (máx. Carga 300 Ω)
 Linealidad < 0,012% de F.E.
 Deriva térmica < 0,001 % de F.E. / °C

Entradas y Salidas:

2 Entradas Lógicas Opto-aisladas, 24V DC PNP
 (requiere alimentación exterior)
 2 Salidas Lógicas Relé de estado sólido
 (máx. carga 24 V DC / 100 mA cada una)
 Salida Serie RS-232, RS-422 o RS-485
 Protocolo estándar ASCII, Modbus RTU según
 la guía PI-Mbus-300* de MODICON
 Velocidad comunicación 2400, 9600, 19200, 38400 y
 115200 seleccionable.

Características:

Tensión de excitación 5V DC, cortocircuitable
 Corriente de carga 85 mA (6 células de carga de 350 Ω)
 Velocidad de conversión ... 50 lecturas / segundo (sin filtraje)
 Resolución 60.000 puntos
 Sensibilidad 0,2 μ V / división
 Linealidad < 0,01 % de F.E.
 Deriva térmica < 0,001% de F.E. / °C
 Convertidor A/D 24 Bits
 Rango Señal de Entrada -0,5mV/V a +3,5 mV/V
 (-3,9mV/V a +3,9 mV/V opcional)
 Filtro 0,1 Hz a 25 Hz seleccionable
 Salto display x1, x2, x5, x10, x20, x50
 Punto Decimal 0,0, 0,00, 0,000
 Método de Calibración Desde PC o teclado frontal

Caja:	DAT400	DAT500
Dimensiones	106 x 90 x 58 mm (LxAxP)	96 x 48 x 139 mm (LxAxP)
Montaje	Carril DIN	Panel
Material	ABS	ABS
Protección (frontal)	IP20	IP20
Conexión eléctrica	Terminales (Paso = 5mm)	Terminales (Paso=5mm)
Taladro panel		92 x44 mm

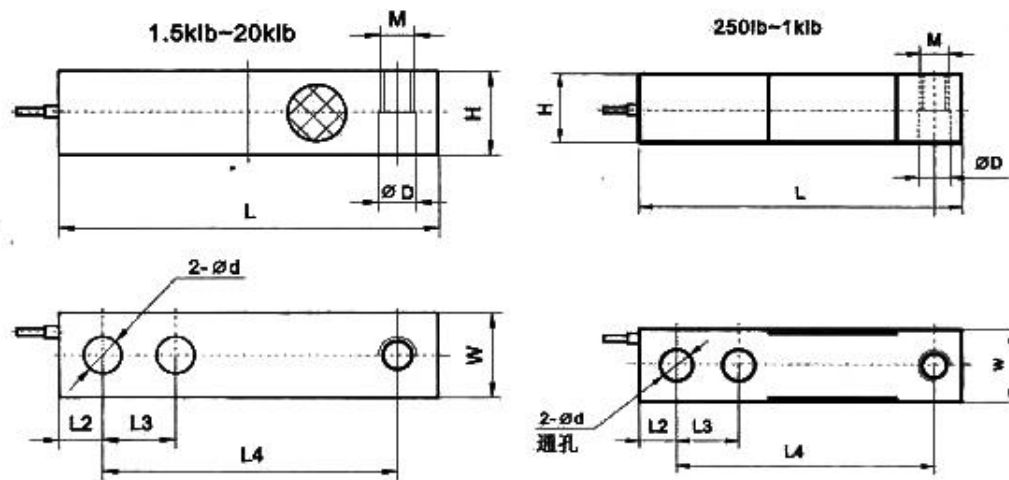
*Los Instrumentos DAT están configurados según la guía PI-Mbus-300 creado por Modicon
 (propietario de la tecnología Modbus)

ANEXO H CARACTERÍSTICAS CELDA DE CARGA

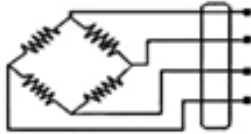
Item: Single Ended Shear Beam Load Cells

Name: SQB-H NTEP approval

Products Specification:



量程	尺 寸 (mm)								
	L	L2	L3	L4	H	W	Ø d	M	D
250、500、750 lb 1、1.5、2klb	130.5	15.75	25.4	101.6	28.45	30.73	Ø13.46	1/2-20UNF-2B	Ø13.46
2.5、3、4、5klb	130.05	15.75	25.4	101.6	31.32	31.32	Ø13.46	1/2-20UNF-2B	Ø13.46
5、7.5、10、15klb	171.45	19.05	38.1	133.35	36.83	36.83	Ø19.81	3/4-16UNF-2B	Ø19.81
20klb	222.25	25.4	50.8	171.45	49.53	49.53	Ø26.92	1-12UNF-2B	Ø26.92



+EXC:Red
+SIG:Green
-EXC:Black
-SIG:White
Shield

Application :	Floor Scales
Model :	SQB-H
Capacity	250, 500,750 , 1K, 1.5K, 2K, 2.5K, 3K, 4K, 5K, 7.5K,10K, 15K, 20KLB
Output Sensitivity	3.0± 0.003 mV/V
Nonlinearity	0.02 /0.03 %F.S
Repeatability	0.01/0.015 %F.S
Hysteresis	0.02/0.03 %F.S
Creep(30 min)	0.02/0.03 %F.S/30 Mins
Temperature effect on Sensitivity	0.0015%F.S/ ℃
Temperature effect on Zero	0.002 %F.S/ ℃
Zero Balance	±1.0 %F.S
Input Impedance	365±10Ω / 1050±10Ω
output Impedance	350±3Ω / 1000±5Ω
Insulation Resistance	5000 MΩ
Recommend Excitation Voltage	10V
Maximum Excitation Voltage	15V
Comensated Temperature Range	-10~+55℃
Operating Temperature Range	-35~+80℃
Safe Overload	150 %F.S
Ultimate Overload	300 %F.S
Protection Grade	IP67 (Alloy Steel) , IP68 (Stainless Steel)
Material	Alloy Steel / Stanless Steel

Adquisición de datos

Interruptores de posición electromecánicos

4

Interruptores de posición electromecánicos

Los interruptores de posición electromecánicos se reparten en dos grandes familias:

– interruptores de control cuyo papel, en el ámbito de los equipos de automatismo, consiste en detectar la presencia o el paso. Se conectan a las entradas de la unidad de tratamiento de datos,

– interruptores de potencia insertados en las fases de alimentación de los accionadores. Generalmente, su función se limita a la seguridad.

Los interruptores de posición electromecánicos se utilizan en variedad de aplicaciones debido a sus numerosas cualidades: seguridad de funcionamiento (fiabilidad de los contactos, maniobra de apertura positiva (1)), alta precisión (fidelidad en los puntos de accionamiento de 0,1 a 0,01 según los modelos), corriente nominal térmica de 10 A, inmunidad natural a las perturbaciones electromagnéticas, facilidad de manejo (fácil instalación y funcionamiento "transparente")...

Los principales factores que determinan la elección de un interruptor de posición de control mecánico son:

- la protección contra los golpes, las sacudidas...
- las condiciones ambientales: humedad, polvo, corrosión, temperatura...
- el espacio disponible para instalar, fijar y ajustar el aparato,
- las condiciones de uso: frecuencia de las maniobras, naturaleza, masa y velocidad del móvil que se controla, exigencias de precisión y fidelidad, posible sobrerrecorrido en uno u otro sentido, esfuerzo necesario para accionar el contacto,
- el número de ciclos de maniobra,
- el número y el tipo de los contactos: ruptura lenta o brusca, posibilidad de ajuste,
- la naturaleza de la corriente, el valor de la tensión y de la corriente que se deben controlar.

(1) En conformidad con la norma IEC 9475-1, Capítulo 3, la maniobra de apertura positiva "...asegura que todos los elementos de contacto de apertura se encuentran en la posición correspondiente a la posición de apertura del aparato".

Composición de los interruptores de posición

Los interruptores de posición constan de los tres elementos básicos siguientes: un contacto eléctrico, un cuerpo y una cabeza de mando con su dispositivo de ataque.

La mayoría de estos aparatos se componen a partir de distintos modelos de cuerpos dotados de un contacto eléctrico, de cabezas de mando y de dispositivos de ataque. Esta modularidad facilita en gran medida el mantenimiento gracias a la posibilidad de cambiar cualquier elemento con comodidad.

Contacto eléctrico

Es el denominador común de la mayoría de los aparatos. Existen versiones 1 NO/NC, 2 NO/NC simultáneos y 2 NO-NC decalados de ruptura brusca y NO+NC decalados de ruptura lenta.

Cuerpo

Existen varias opciones: normalizado CENELEC o de dimensiones reducidas, fijo o enchufable, metálico o termoplástico, una o varias entradas de cable.

Cabezas de control, dispositivos de ataque

Pueden asociarse numerosos modelos al cuerpo que contiene el elemento de contacto:

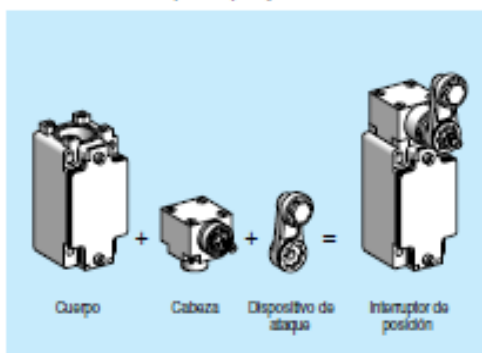
† Cabezas de movimiento rectilíneo

- pulsador de bola o con rodillo en extremo, lateral con rodillo vertical u horizontal,
- palanca con rodillo de acción horizontal o vertical.

† Cabezas de movimiento angular

- palanca con rodillo de termoplástico o acero, longitud fija o ajustable sobre 360° de 5 en 5° o cada 45° por giro de la palanca, acción en uno o ambos sentidos,
- varilla rígida de acero o poliamida, acción en uno o ambos sentidos,
- resorte o varilla de resorte, acción en uno o ambos sentidos,
- lira de una o dos pistas, con rodillos termoplásticos, de posición mantenida,
- multidirecciones, de varilla flexible con resorte o varilla rígida con resorte.

En los modelos de acción en uno o ambos sentidos, la elección del sentido se realiza por simple ajuste de la cabeza.



Composición de un interruptor de posición

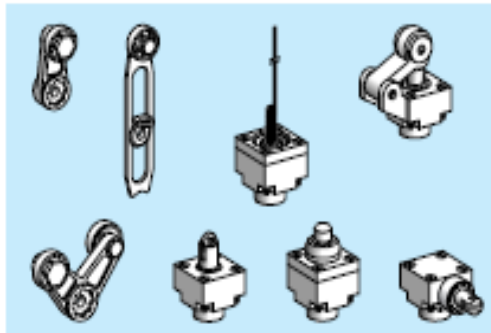
Interruptores de posición para aplicaciones comunes

Existen varios tipos de interruptores, cuyas formas y características se adaptan a la naturaleza de las aplicaciones y a su ambiente. A continuación se describen varios ejemplos representativos.

Aparatos que pueden componerse

Cuerpo metálico

Existe un primer tipo de interruptor, entrada por prensaestopa incorporado, con cuerpo metálico fijo o enchufable. Generalmente, se utiliza en los conjuntos mecánicos de tratamiento o transformación de materiales, donde su robustez y precisión son muy apreciadas. El segundo tipo de aparato, de cuerpo fijo o enchufable y con entrada roscada para prensaestopa CM12, es conforme a la norma CENELEC EN 50041 (entreejes de fijación de 30 × 60 mm). Es adecuado para las máquinas-herramienta, las máquinas transfer y otras instalaciones de mecanizado en las que la productividad obliga a trabajar con elevadas cadencias de conmutación y, por tanto, con elementos de alta durabilidad eléctrica y mecánica, gran precisión y buena resistencia a los aceites de corte.



Dispositivos de ataque y cabezas de mando



Interruptores de posición que pueden componerse XC2 y XCK de Talmecanique

Cuerpo plástico

Este tipo de interruptor también es conforme con la norma CENELEC EN 50041 (entreejes de fijación de 30 × 60 mm). Su cuerpo plástico, dotado de una entrada roscada para prensaestopa CM12, le confiere un doble aislamiento. Es adecuado para los equipos de la industria agroalimentaria y química. Por otra parte, los dispositivos de mando de palanca con rodillo de gran diámetro permiten su uso en instalaciones de mantenimiento, transporte...

Aparatos que no pueden componerse

Cuerpo plástico

Estos interruptores disponen de un cuerpo de plástico con doble aislamiento. Están disponibles con distintos dispositivos de mando (movimiento rectilíneo, angular, multidirección) y se utilizan en los sectores de fabricación y terciario.

Cuerpo metálico

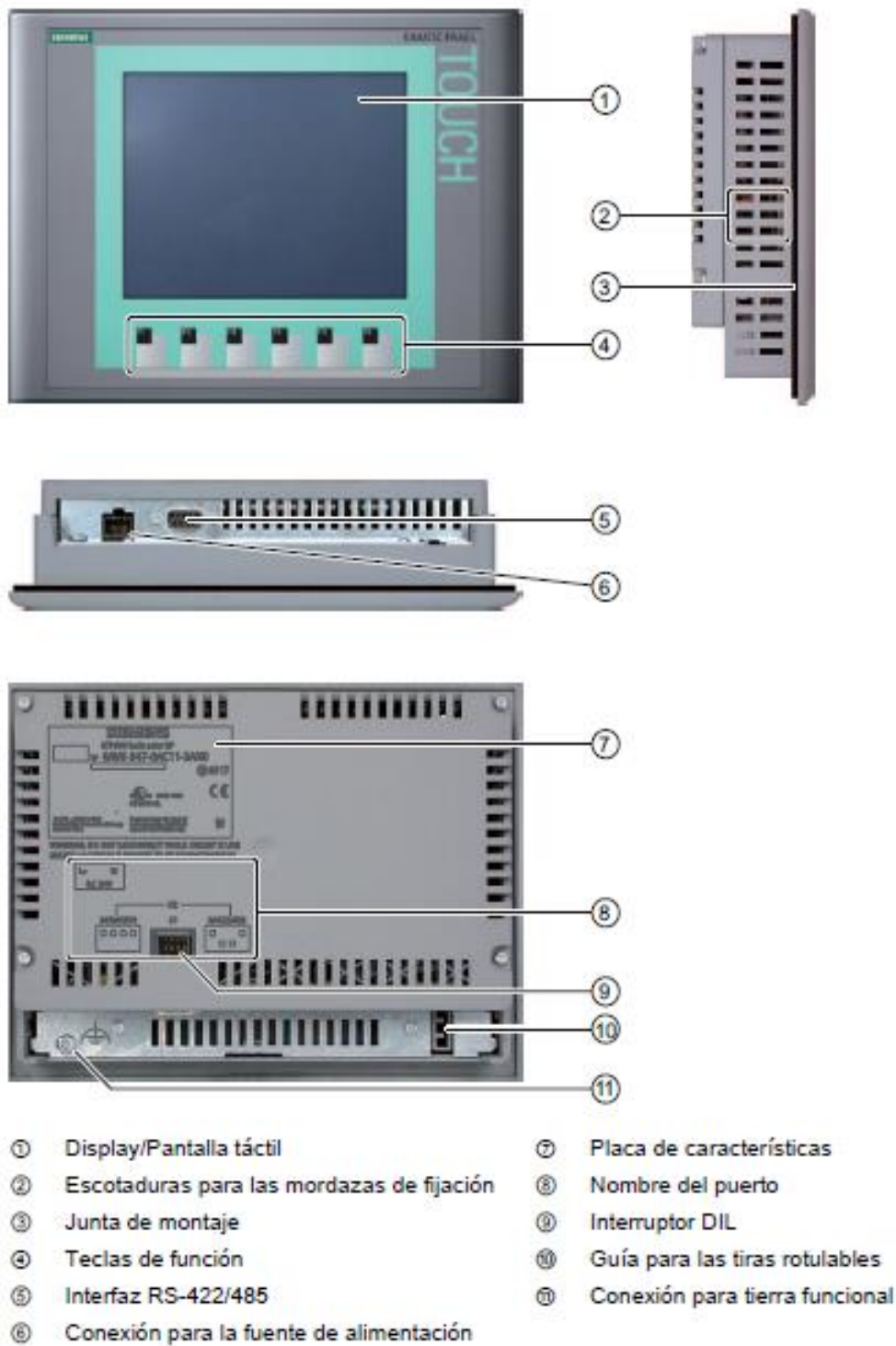
Es un aparato compacto de caja monocuerpo, con distintas longitudes de cable de salida. Su estanqueidad y su excelente resistencia mecánica lo hacen especialmente adecuado para las aplicaciones en entornos difíciles. Por otra parte, sus dimensiones reducidas permiten su integración en emplazamientos de pequeño tamaño.



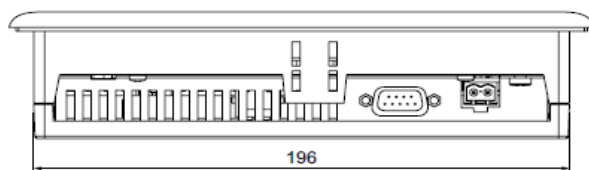
Interruptores que no pueden componerse XCM y XCK de Talmecanique

ANEXO J HMI KTP 600 DP

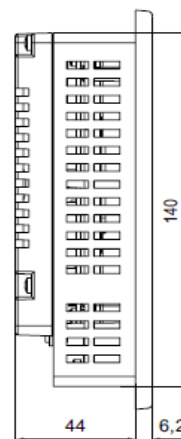
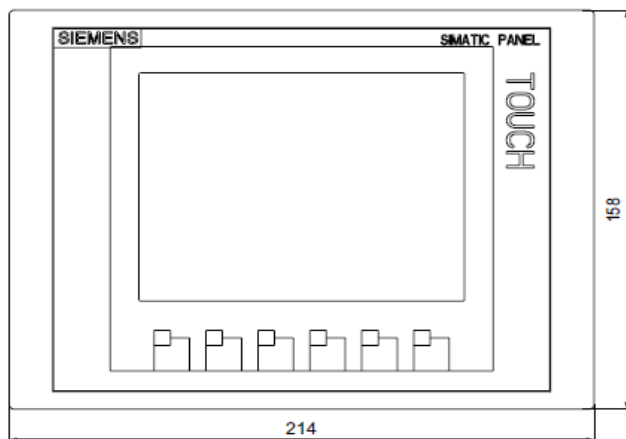
COMPONENTES HMI



CROQUIS DEL HMI KTP 600 DP



Todas las dimensiones en mm.



DATOS TÉCNICOS HMI

Peso

	KTP400 Basic Mono PN	KTP600 Basic Mono PN	KTP600 Basic Color DP	KTP600 Basic Color PN
Peso sin embalaje	aprox. 320 g	aprox. 1070 g		

Pantalla

	KTP400 Basic Mono PN	KTP600 Basic Mono PN	KTP600 Basic Color DP	KTP600 Basic Color PN
Tipo	LCD mono FSTN		LCD-TFT	
Área activa del display	76,79 mm x 57,59 mm (3,8")	115,2 mm x 86,4 mm (5,7")		
Resolución, píxeles	320 x 240			
Colores representables	4 niveles de gris		256	
Regulación de contraste	Sí		No	
Categoría de error de píxel según DIN EN ISO 13406-2	-		II	
Retroiluminación	LED	CCFL		
Half Brightness Life Time, típico	30.000 h	50.000 h		

Memoria

	KTP400 Basic Mono PN	KTP600 Basic Mono PN	KTP600 Basic Color DP	KTP600 Basic Color PN
Memoria de aplicación	512 kBytes			

Interfaces

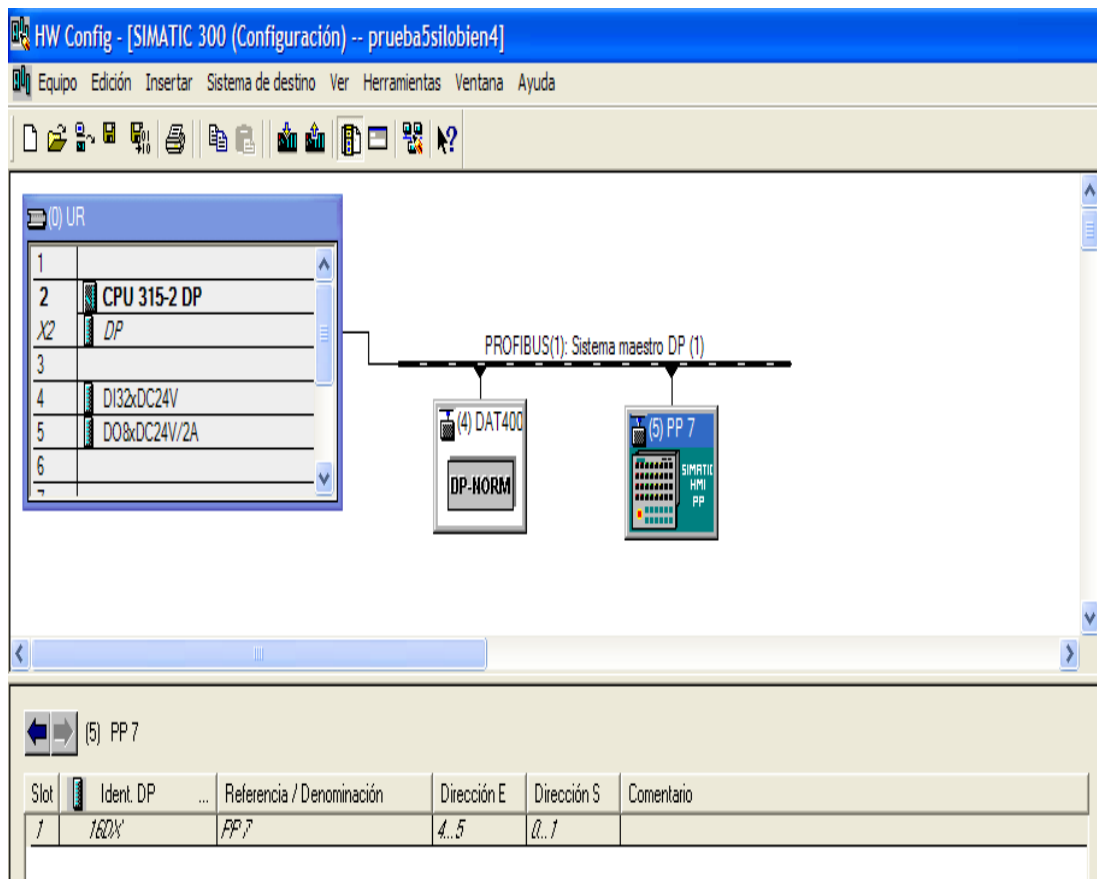
	KTP400 Basic Mono PN	KTP600 Basic Mono PN	KTP600 Basic Color DP	KTP600 Basic Color PN
1 x RS 422/RS 485	-	-	Máx. 12 Mbit/s	-
1 x Ethernet	RJ45 10/100 Mbit/s	RJ45 10/100 Mbit/s	-	RJ45 10/100 Mbit/s

Tensión de alimentación

	KTP400 Basic Mono PN	KTP600 Basic Mono PN	KTP600 Basic Color DP	KTP600 Basic Color PN
Tensión nominal	+24 V DC			
Rango admisible	de 19,2 V a 28,8 V (-20 %, +20 %)			
Transitorios, máximo admisible	35 V (500 ms)			
Tiempo entre dos transitorios, mínimo	50 s			
Consumo <ul style="list-style-type: none"> • Típico • Corriente continua máx. • Corriente transitoria de conexión I^2t 	aprox. 70 mA aprox. 150 mA aprox. 0,5 A ² s	aprox. 240 mA aprox. 350 mA aprox. 0,5 A ² s	aprox. 350 mA aprox. 550 mA aprox. 0,5 A ² s	
Fusible interno	electrónico			

ANEXO K PROGRAMA DEL PLC, REALIZADO EN STEP 7

Configuración red Profibus en el PLC



En la configuración de la red Profibus se asignan las direcciones de cada uno de los elementos componentes de la red.

En este caso el PLC estará con la dirección 2, la pantalla HMI con la dirección 3; y el convertor A/D con la dirección 4.

Además de los módulos de entradas y salidas digitales, se asignan automáticamente las direcciones de memoria correspondientes a cada módulo.

Pantalla principal donde se encuentran los data blocks y function blocks

SIMATIC Manager - [prueba5silobien4 -- C:\Archivos de programa\Siemens\Step7\proj\prueba_4]

Archivo Edición Insertar Sistema de destino Ver Herramientas Ventana Ayuda

< sin filtro >

Nombre del objeto	Nombre simbólico	Lenguaje	Tamaño en la memoria de trabajo	Tipo	Versión (...)
Datos de sistema	SDB	...
OB1		AWL	98	Bloque de organización	0.1
FB1	Dosificación_Silo	KOP	422	Bloque de función	0.1
FC1		KOP	146	Función	0.1
FC33	GEN_MOVE_DB	AWL	284	Función	0.0
FC162	CLT_FC_WGT	KOP	238	Función	0.1
DB1		DB	42	Bloque de datos	0.1
DB2	Dosificación_Silo	DB	46	DB de instancia del FB 1	0.0
DB70	HMI_CW_DB	DB	1036	Bloque de datos	0.0
DB72	HMI_SW_DB	DB	1036	Bloque de datos	0.0
DB160	CLT_DB_MAIN	DB	120	Bloque de datos	0.1
DB162	CLT_DB_WGT	DB	152	Bloque de datos	0.1

OB1 Bloque de organización.

Es en donde está el main del programa en donde se llama y se organiza los demás bloques

KOP/AWL/FUP - [OB1 -- prueba5silobien4\SIMATIC 300\CPU 315-2 DP]

Archivo Edición Insertar Sistema de destino Test Ver Herramientas Ventana Ayuda

Contenido de: 'Entorno\Interface'

Nombre
TEMP

OB1 : "Main Program Sweep (Cycle)"

Comentario:

Segm : Título:

Comentario:

```

CALL FC 1

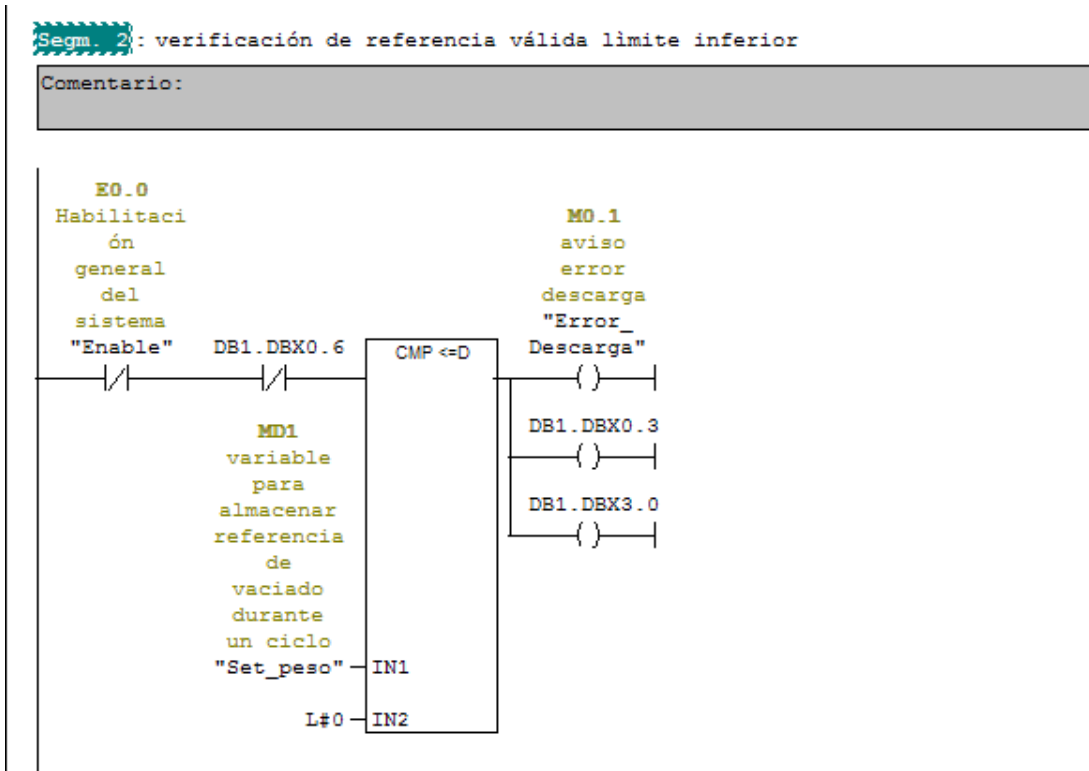
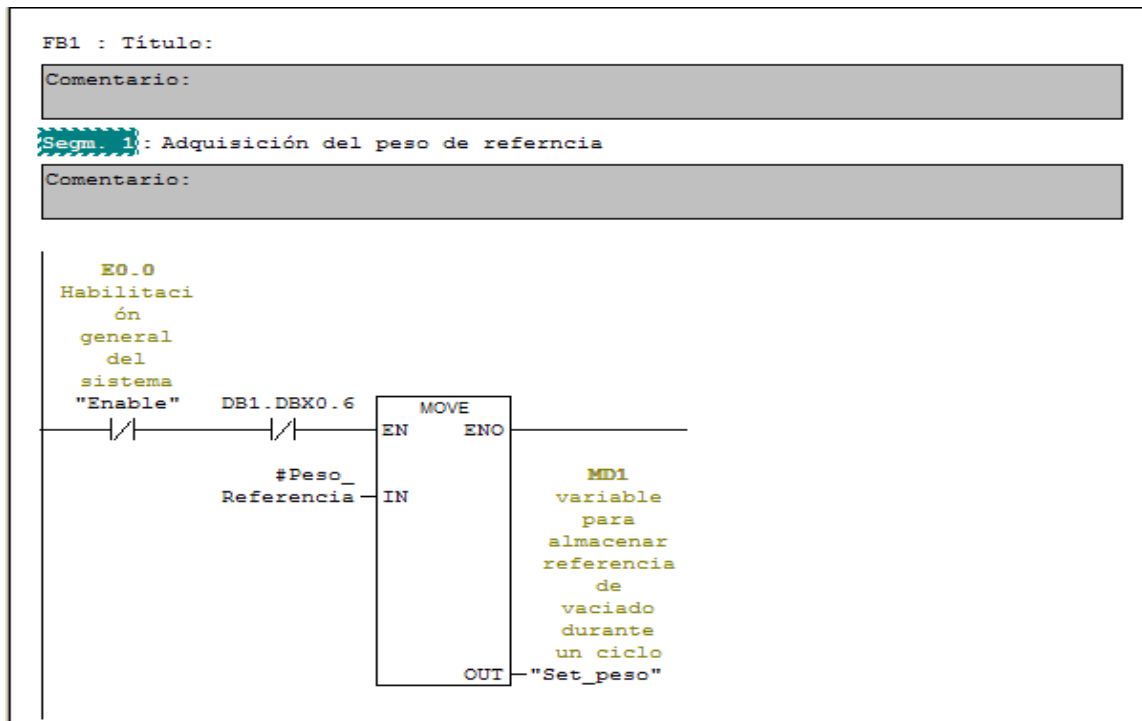
CALL "CLT_FC_WGT" FC162 -- PESO DEL SILO

CALL "Dosificación_Silo" , "Dosificación_Silo" FB1 / DB2 -- Programa principal de dosificación / variables_silo
PesoReferencia :=
LimiteReferencia :=
ALARM_RANG_DESC :=

```

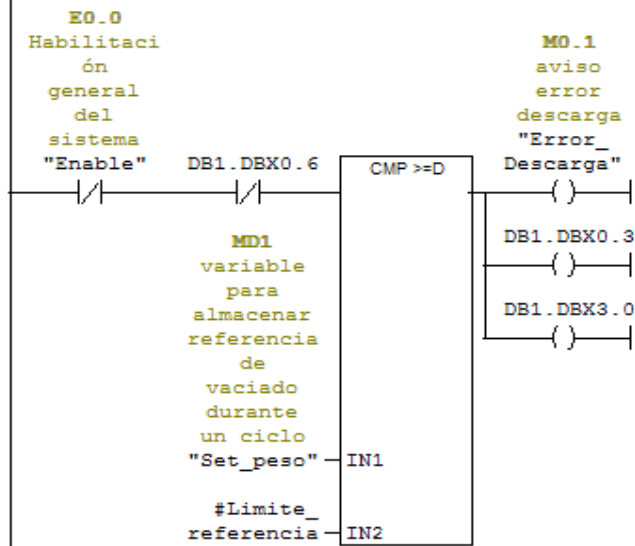
Función par la dosificación del silo automático.

En este bloque se toma los valores de referencia desde el hmi para la descarga automática o manual



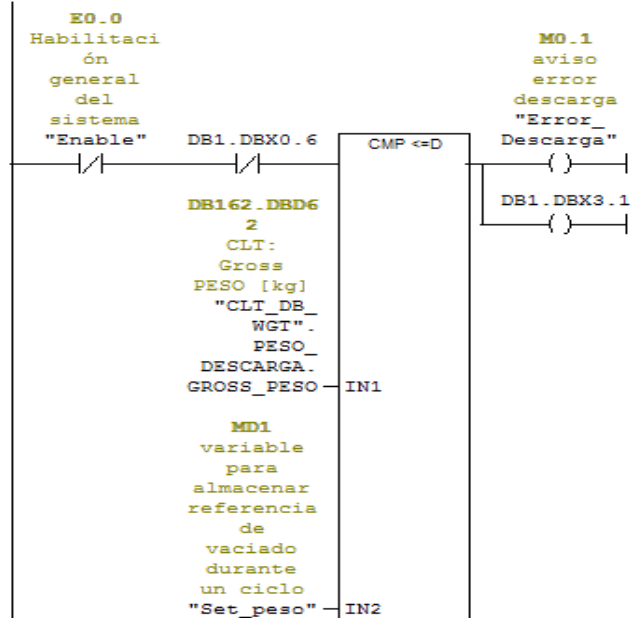
Segm. 3: verificación de referencia válida limite superior

Comentario:



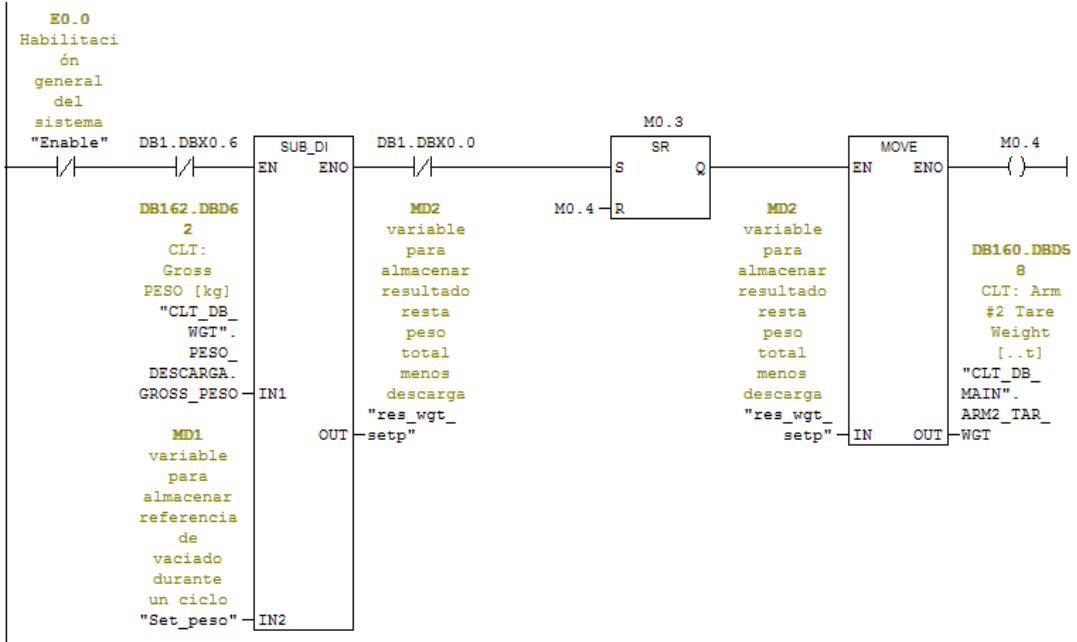
Segm. 4: aviso error descarga

Comentario:



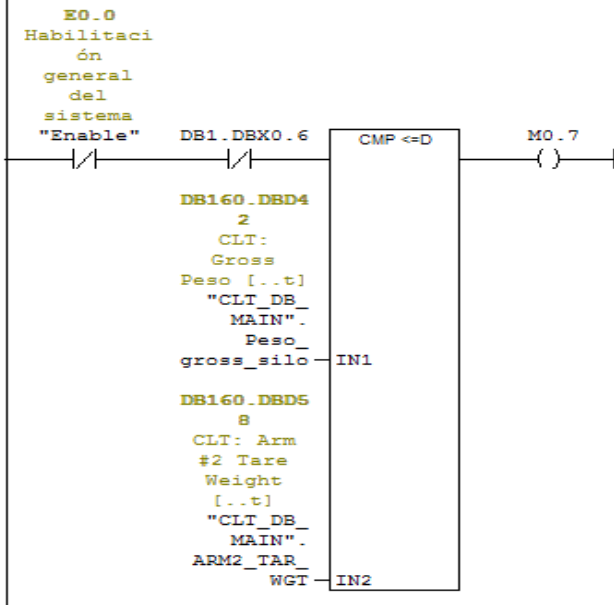
Segm 5: Operacion de calculo de descarga

Comentario:



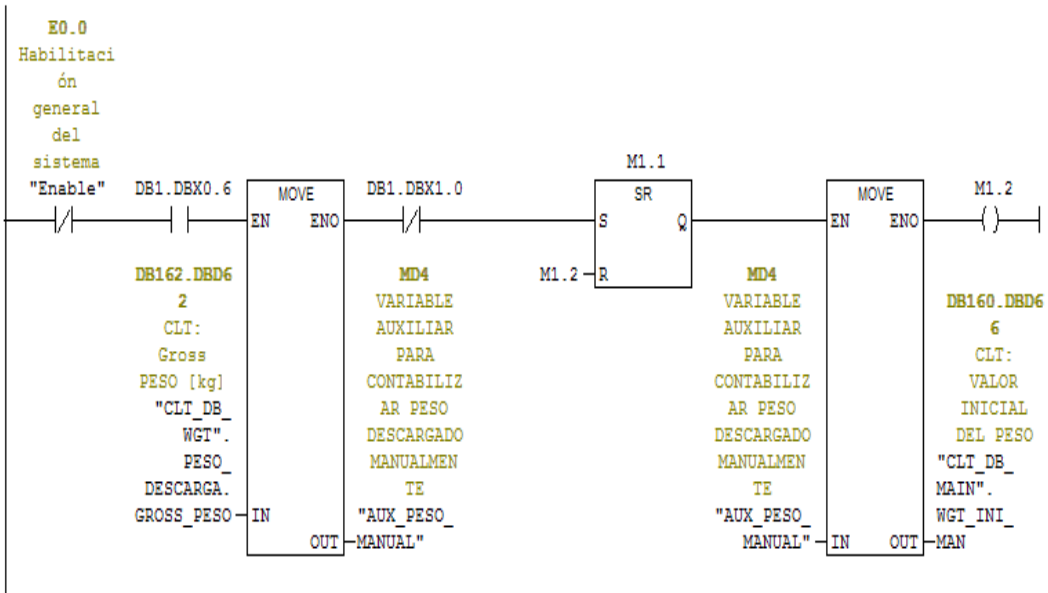
Segm 6: terminacion de ciclo

Comentario:



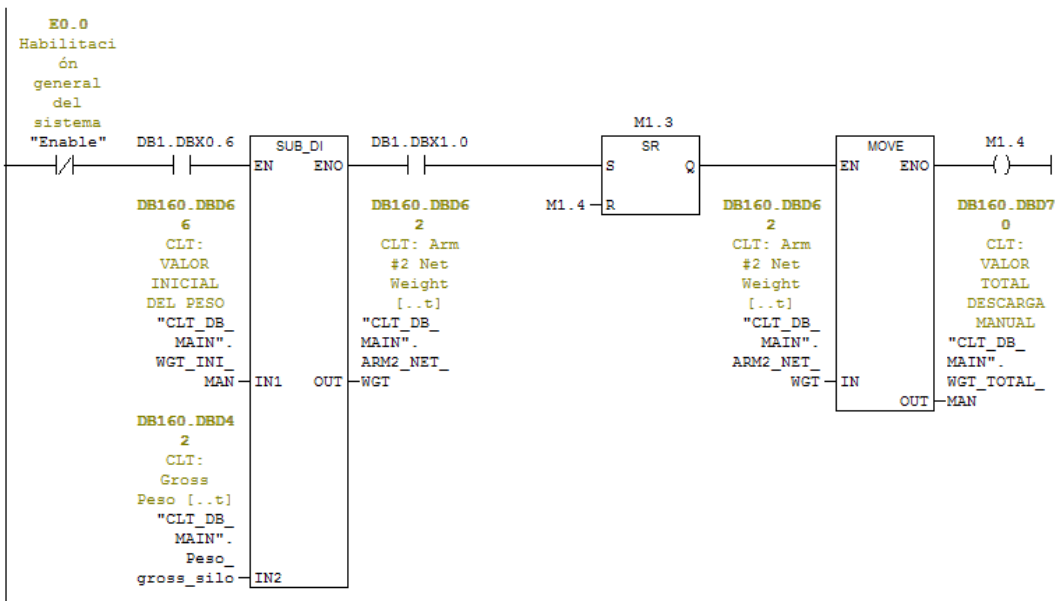
Segm. 7: proceso de descarga manual

Comentario:



Segm. 8: contabilización de peso descargado en forma manual

Comentario:



Programa de control de la electroválvula

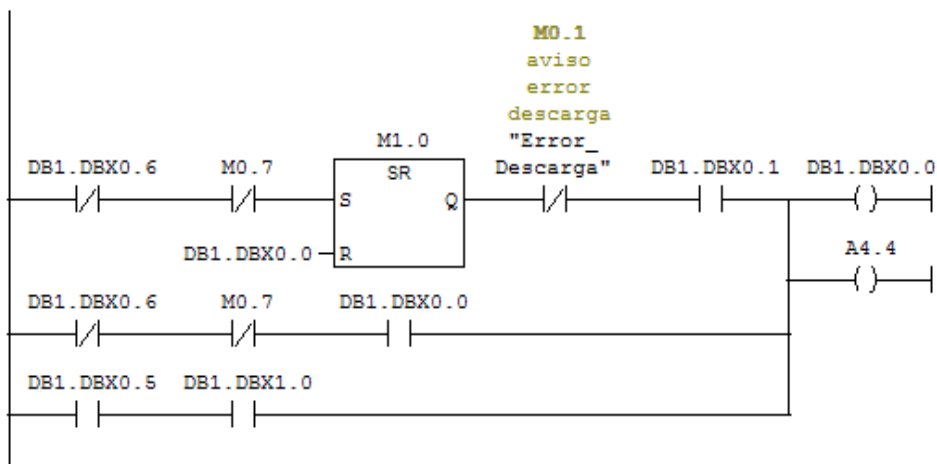
Es el programa de control para apertura compuerta del silo

FC1 : activacion de electrovalvulas y alarmas del sistema

Comentario:

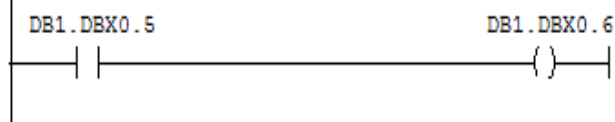
Segm. 1: activacion de apertura de valvula

programacion en la cual se revisa las condiciones para poder activarce la electrovalvula



Segm. 2: manual automatico

seleccion de modo de trabajo del silo en forma manual o automatico



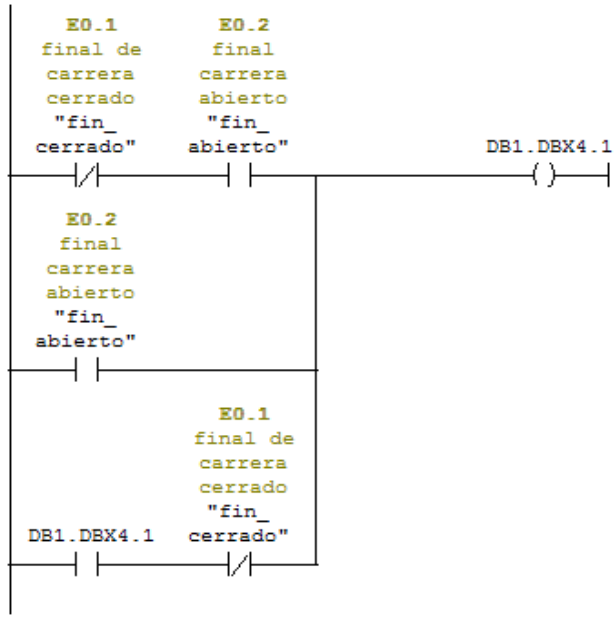
Segm. 3 : Título:

Comentario:



Segm. 4: posicionamiento de la valvula del silo

Comentario:



Bloque de función para la lectura y adquisición de datos

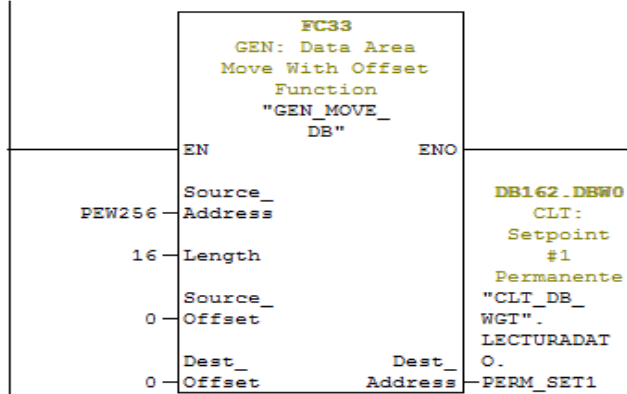
Segm. 1: BLOCK INFORMATIONS

```

*****
# SISTEMA PROGRAMACION DEL SILO #
*****
  
```

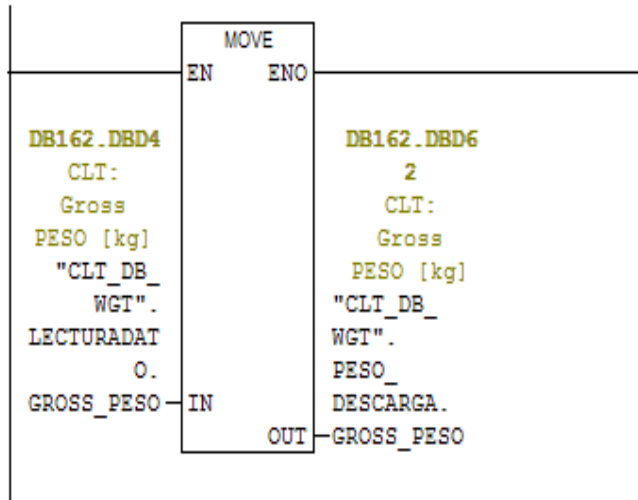
Segm. 2 : Lectura de datos desde dat 400 Precise DP

mediante esta funcion se realiza la lectura de la informacion otorgada por dat 400 precise



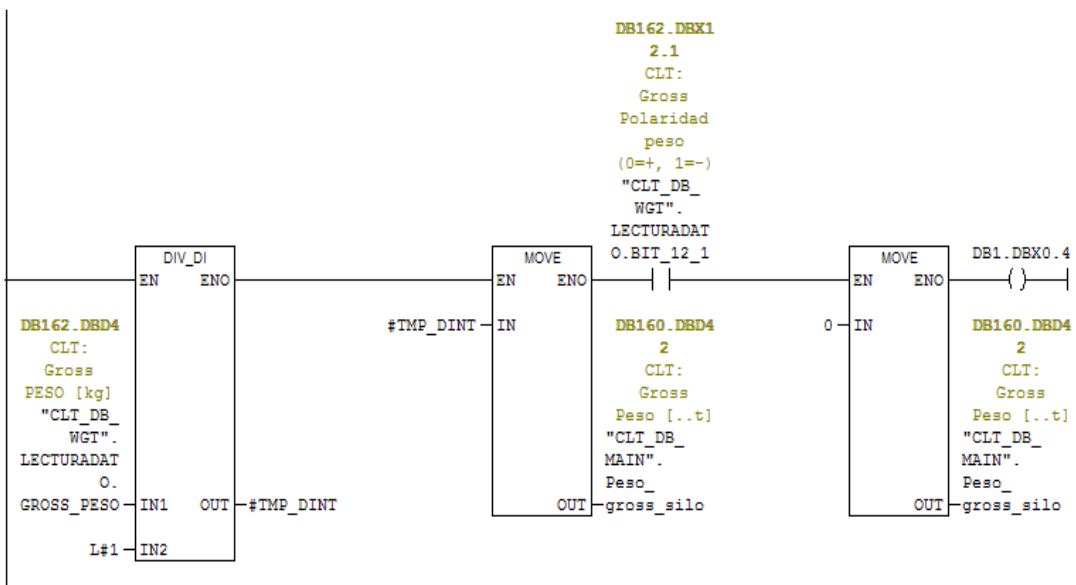
Segm. 3: Salvado de informacion en variable

se traspassa la informacion de una variable a otra para su respectivo tratamiento



Segm. 4: lectura del peso gross del silo

lectura del peso gross del silo y verificacion si es positivo o negativo



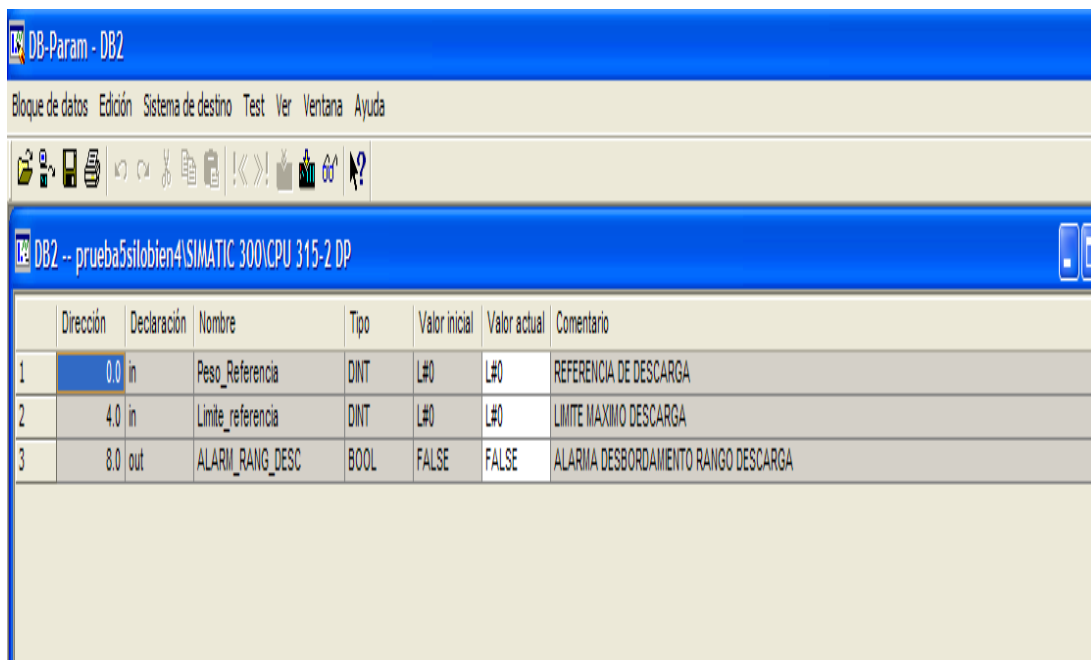
Db1 Bloque de datos.

Es donde se almacena el estado de las variables

Dirección	Nombre	Tipo	Valor inicial	Comentario
0.0		STRUCT		
+0.0	led	BOOL	FALSE	Variable provisional
+0.1	boton	BOOL	FALSE	
+0.2	reset	BOOL	FALSE	
+0.3	ALARMA	BOOL	FALSE	DESBORDAMIENTO LIMITE DESCARGA
+0.4	ALARM_WGT_NEGATIVE	BOOL	FALSE	PESO NEGATIVO SILO FUERA DE CELDAS DE CARGA
+0.5	MOD_AUTO	BOOL	FALSE	MODO AUTOMATICO O MANUAL (0=AUTO;1=MANUAL)
+0.6	MOD_AUTO_AUX	BOOL	FALSE	SALIDA SELECCION MODO OPERACION
+0.7	DESACTIVAR_VALVULA	BOOL	FALSE	DESACTIVA ELECTROVALVULA
+1.0	STAR_STOP_MANUAL	BOOL	FALSE	DESCARGA MANUAL
+2.0	alarma_peso	INT	0	alarma de descarga erronea
+4.0	fin_carrera_cerrado	BOOL	FALSE	indica final de carrea cerrado silo
=6.0		END_STRUCT		

Db2 bloque de datos

Almacena las variables de referencia para la descarga silo



The screenshot shows the SIMATIC Manager interface for editing a data block (DB2). The window title is "DB-Param - DB2". The menu bar includes "Bloque de datos", "Edición", "Sistema de destino", "Test", "Ver", "Ventana", and "Ayuda". The toolbar contains various icons for file operations and navigation. The main area displays the data block configuration for "DB2 -- prueba5silobien4SIMATIC 300\CPU 315-2 DP".

	Dirección	Declaración	Nombre	Tipo	Valor inicial	Valor actual	Comentario
1	0.0	in	Peso_referencia	DINT	L#0	L#0	REFERENCIA DE DESCARGA
2	4.0	in	Limite_referencia	DINT	L#0	L#0	LIMITE MAXIMO DESCARGA
3	8.0	out	ALARM_RANG_DESC	BOOL	FALSE	FALSE	ALARMA DESBORDAMIENTO RANGO DESCARGA

ANEXO L MANUAL DE USUARIO DEL SILO DE PESAJE



UNIVERSIDAD TECNICA DEL NORTE

FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS APLICADAS

CARRERA DE INGENIERÍA EN MECATRÓNICA

**MANUAL DE OPERACIONES DEL SILO DE PESAJE PARA
MINERALES, UTILIZADOS EN EL PROCESO DE FUNDICION DE
CHATARRA EN LA EMPRESA ADELCA C.A.**

Autor: Edgar Omar Taimal Jiménez

Director: Ing. Diego Terán

ALOAG - ECUADOR

Mayo 2014

1.1 INTRODUCCION

Este manual está encargado de dar una guía de funcionamiento, sobre el sistema de pesaje automatizado, al señor operador encargado del manejo del dispositivo.

Mediante este manual se conocerá de manera general las partes y componentes de las cuales se encuentra conformado el sistema de pesaje, lo cual es importante tener conocimiento, por si en alguna ocasión se requiere realizar un cambio o reposición de algún elemento, ya sea por avería o por mejora del dispositivo.

Además de detectar los posibles problemas y errores que pueden generar cada una de las partes del dispositivo de pesaje automatizado.

1.2 Objetivo.

Informar e instruir el proceso de operación del silo de pesaje, mediante la implementación del manual de operación, para obtener resultados favorables y de provecho para la empresa del sistema de pesaje.

1.3 Vista general del silo automatizado

En las siguientes figuras se podrá observar las partes generales del sistema de pesaje, en donde encontramos la tolva del silo donde se almacena el material a descargar, las celdas de carga, las mismas que son las encargadas de brindar la señal de peso, el tablero de control, el mismo que cuenta con un interfaz de operación, y el soporte del sistema de pesaje.

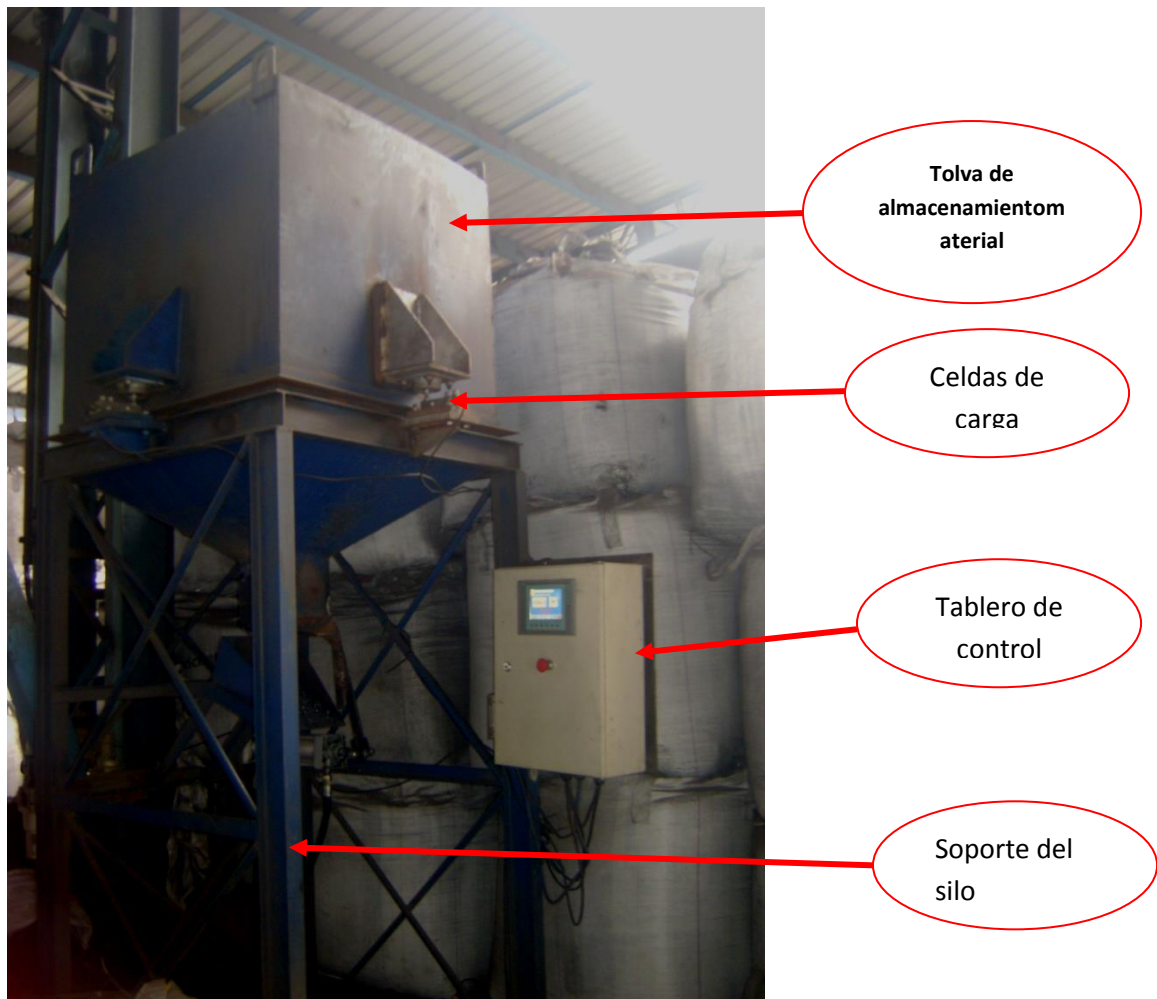


Figura a Componentes del silo de pesaje



Cilindro
Neumático

Control
neumático

Figura b Sistema de neumático



Pantalla HMI
touch

Botón de
parada de
emergencia

Figura c Tablero de control.

1.4 Vista parte interior del tablero de control

En la parte del tablero de control tenemos el cpu de la serie S300 de siemens, con sus respectivos módulos de entradas y salidas digitales, un conversor análogo digital, para la lectura de señales de las celdas de carga, llamado dat 400

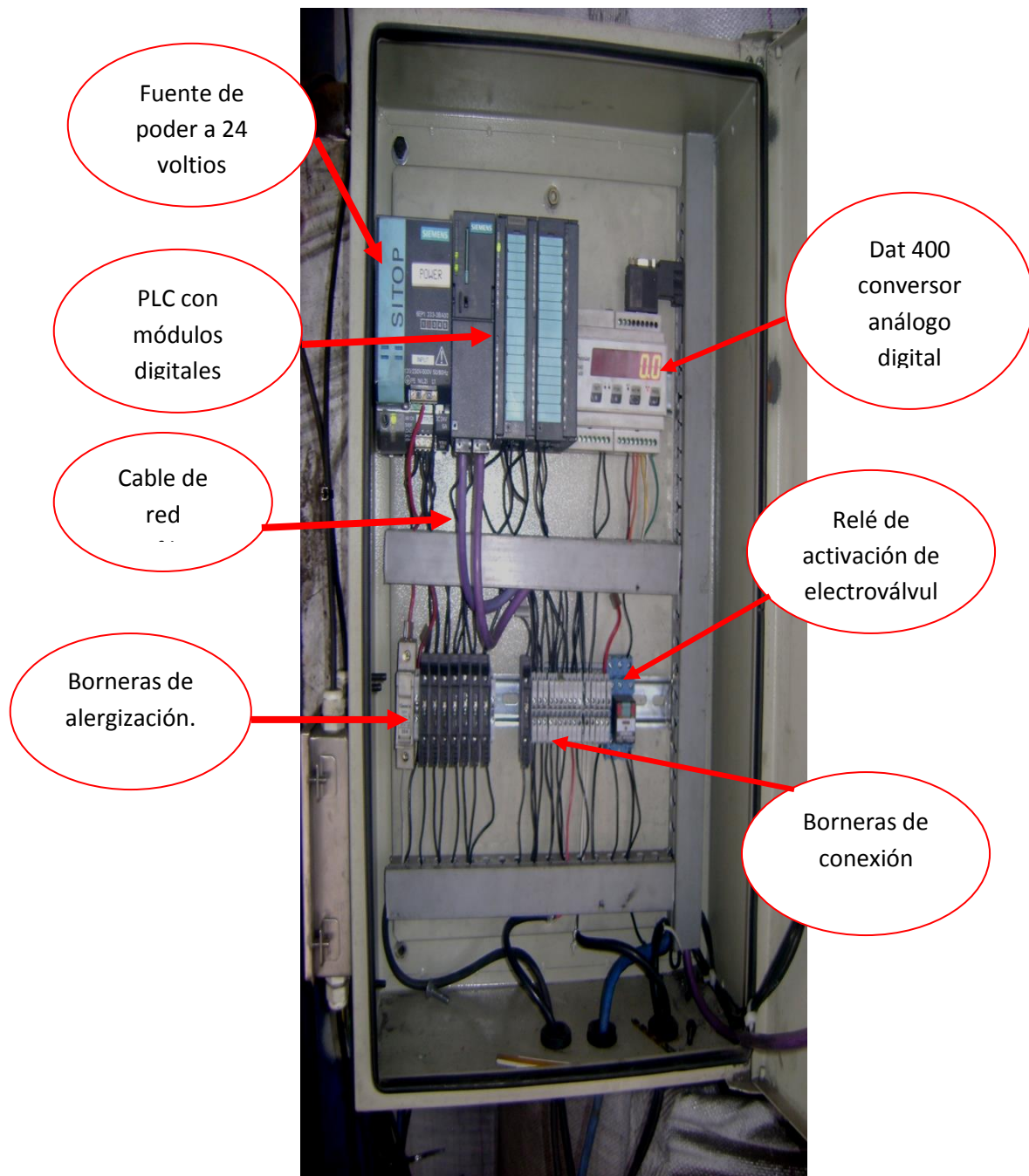


Figura d Componentes internos, tablero de control

1.5 VISUALIZACIÓN Y MODO OPERACIÓN DEL SISTEMA DE PESAJE

El sistema de control y visualización de pesaje automático, va a ser operado de forma intuitiva, ya que todo el control se basa en una interfaz táctil, que nos permite navegar por las diferentes pantallas de información y de llenado de datos requeridos para el sistema.

Por lo tanto el presente manual está disponible básicamente como es el funcionamiento del proceso de pesaje basado desde la interfaz HMI táctil.

1.5.1 Pantalla Principal

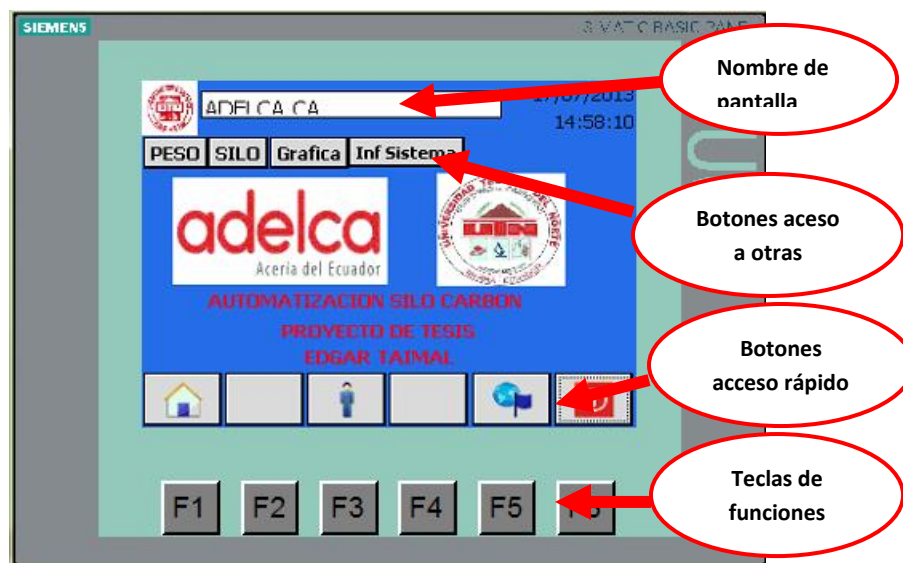


Figura e Referencia Grafica Pantalla

En la pantalla principal se tiene información general del sistema de pesaje automático, en donde se puede observar una barra de título de pantalla, es la que nos sirve para saber en qué pantalla estamos actualmente, en el caso del silo se encuentran las pantallas llamadas:

1. peso, con una pantalla secundaria receta,
2. pantalla silo automático, con una sub pantalla descarga manual,
3. pantalla grafica, y
4. pantalla información del sistema

1.5.2 Pantalla peso



Figura f Pantalla De Pesos A Descargar

Los valores reflejados como peso máximo, peso neto, son los valores, obtenidos desde las celdas de carga. Y están dadas en kilogramos.

1.5.3 Pantalla secundaria Peso- Receta

En esta pantalla se va observar variables como materia o material a descargar, el valor del peso a ser descargado, y además un límite máximo de descarga.

La variable peso a descargar es dada por el operador mediante ingreso en el casillero del valor, a través de un simple toque. Nos aparecerá una pantalla en forma de teclado, con la cual podemos dar el valor del peso que queremos descargar.

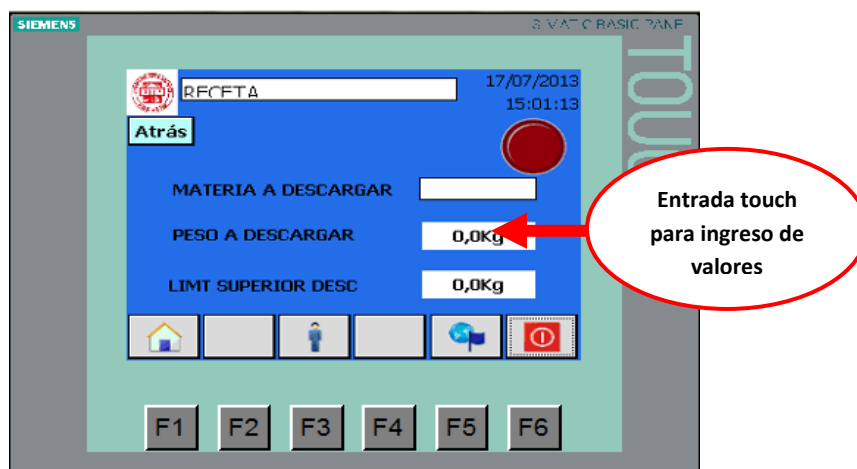


Figura g Pantalla para ingresar los valores a descargar

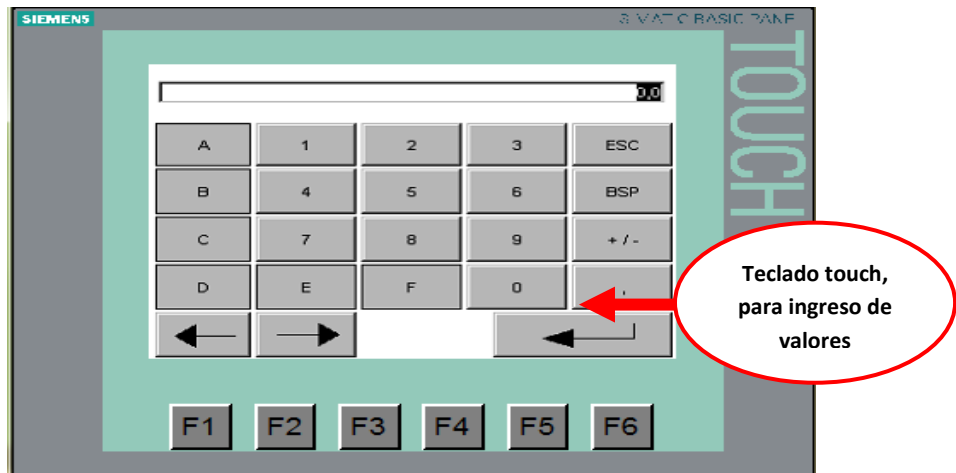


Figura h Teclado touch para ingresar valores

A lo referente al límite superior de descarga, es el valor máximo de descarga, es decir que si el valor de descarga rebasa el límite superior, simplemente da alarma de descarga fuera de rango, y el silo no puede realizar descarga alguna.

1.5.4 Modo de Descarga

El sistema de descarga del silo tiene dos modos principales.

- **Modo de descarga manual**

En este modo el procedimiento es muy simple simplemente se basa en pulsar un botón descargar el peso deseado y pulsar nuevamente el pulsador para cerrar la compuerta de salida del material.

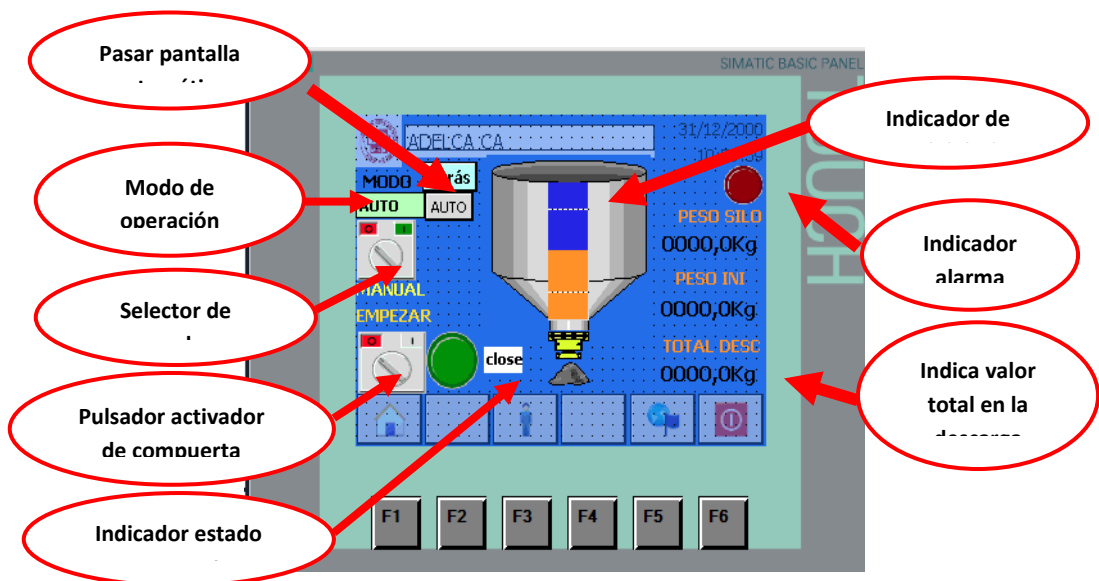


Figura i Pantalla descarga Manual

Mediante la pantalla podemos obtener datos visuales muy importantes como peso actual del silo, valor total de descarga, estado compuerta (abierta/cerrada), si existe alguna alarma, y principalmente el modo de operación en ese instante del silo.

Básicamente cuando el silo esta en modo manual, el operador decide cuando abrir y cuando cerrar la compuerta. Y visualizar cuanto es el valor de la descarga.

- **Modo de descarga automática.**

Para el modo de descarga automática, el silo opera casi de una manera similar a la manual, con la diferencia que los valores de peso a descargar están dados en la receta, es decir que el operador ingresa un valor predeterminado, en los casilleros de la receta. Estas variables son las que se toman en cuenta para el accionamiento de la compuerta del silo.

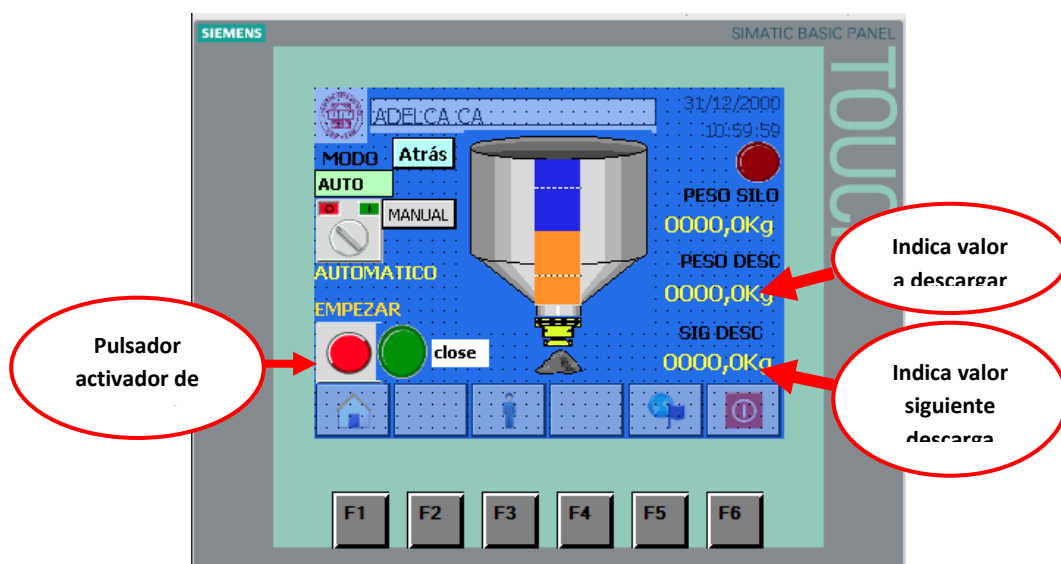


Figura j Pantalla de descarga Automática

A diferencia del modo manual el funcionamiento en modo automático el operador da la pulsación de inicio de la descarga, la compuerta se abre, el material sale por compuerta, y esta se cerrara cuando el peso del silo sea igual al valor de la variable siguiente descarga. Y el silo queda listo para un nuevo ciclo de descarga.

1.5.5 Pantalla grafica

En esta pantalla vamos obteniendo los cambios de peso del silo, básicamente esta pantalla tiene la finalidad de darnos información sobre los cambios que ha obtenido el silo a lo referente al peso en función del tiempo.

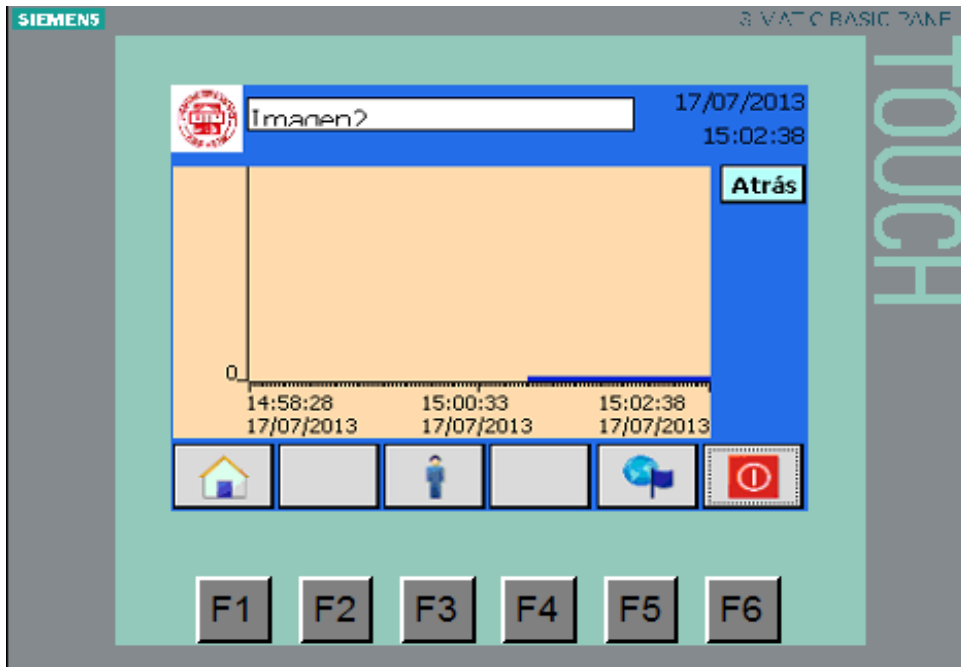


Figura k Pantalla de grafica del historial

Pantalla sobre la información del sistema

En esta pantalla se obtendrán diferentes sub menús que nos otorgaran información variada sobre el sistema de pesaje.

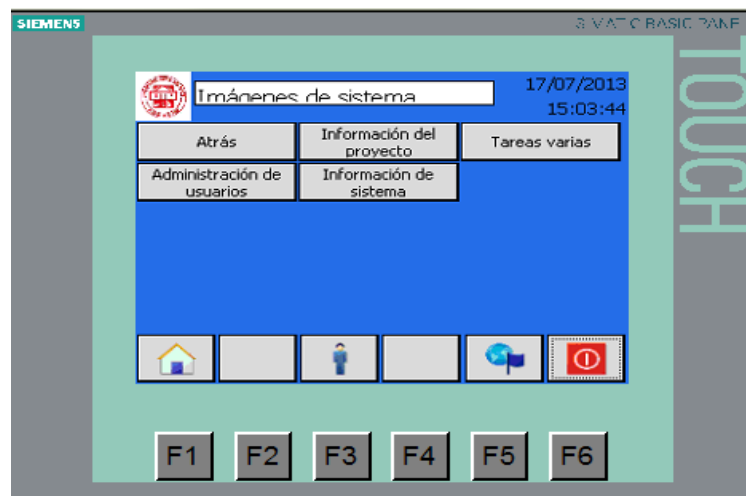


Figura l Pantalla de información del sistema

1.5.6 Pantalla sobre información general del proyecto

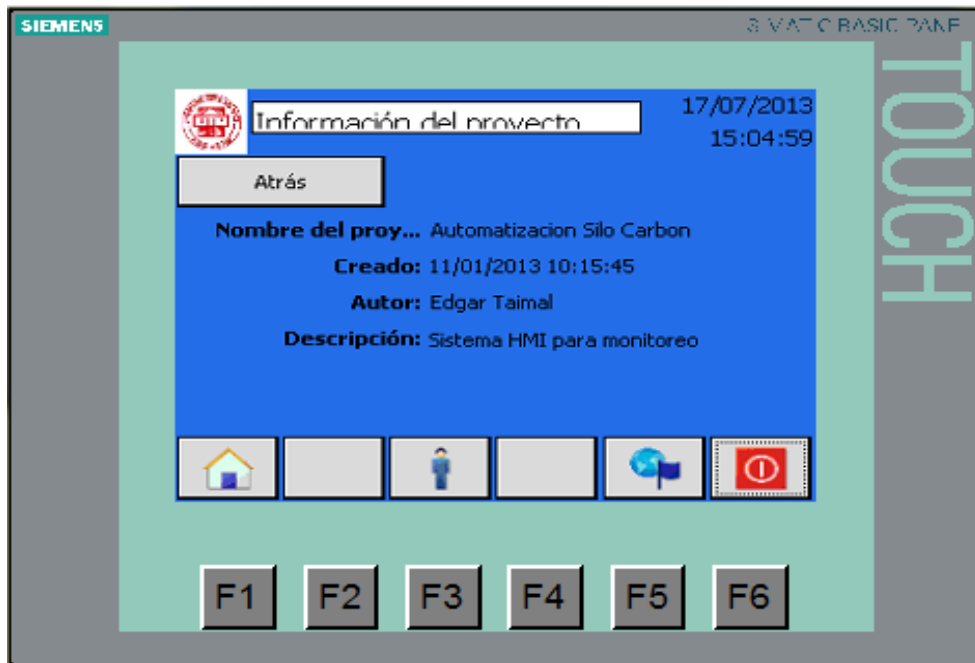


Figura m Pantalla información del proyecto

En caso de tener usuarios en esta pantalla se tendrá el listado de usuarios del sistema.

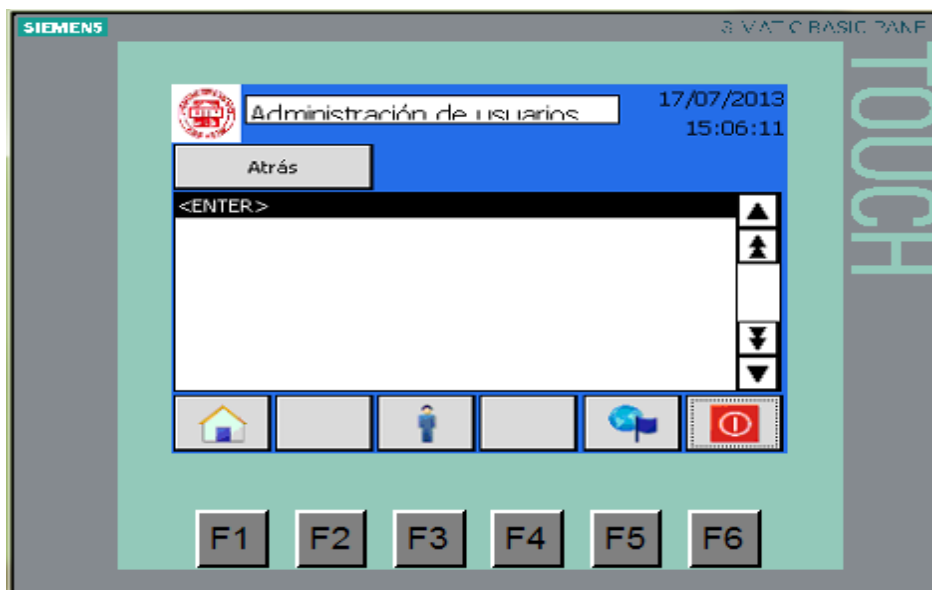


Figura n Pantalla de usuarios

Pantalla sobre las características específicas del proyecto, es decir qué tipo de pantalla es, modo de conexión con el PLC y qué PLC se está utilizando

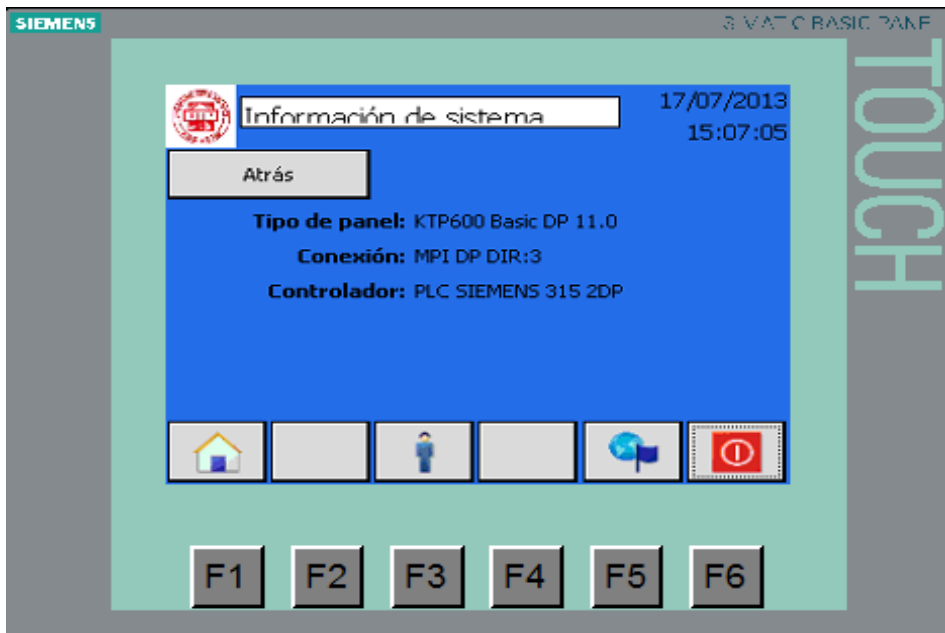


Figura o Pantalla de configuración

1.6 Sistemas de alarmas

En esta pantalla se reflejan las alarmas generadas por errores del proceso, es donde nos saltara los mensajes de las alarmas y su posible causa.



Figura p Pantalla para visualizar las alarmas

1.7 Encerado del sistema

Además de conocer el modo de operación desde el HMI, también es muy importante la manera de poder encerar el sistema, para esto es necesario abrir el tablero de control y dirigirnos hacia el elemento llamado dat 400 y simplemente pulsar el botón de encerado.



Figura q Dispositivo para encerar

El proceso de encerado es muy importante en los sistemas de pesaje, debido a que cuando el silo se encuentre vacío puede marcar valores, mismos que se pueden encerar para que marque el valor real del mineral a ser pesado.

Esto quiere decir que cuando el sistema de pesaje está completamente vacío, y las celdas de carga solo soporten el peso del silo contenedor, se procede a encerar, para que el sistema me indique únicamente el valor de peso del mineral a ser pesado.

Hay que prestar mucha atención cuando se vaya a realizar el encerado del sistema, verificando siempre físicamente que el silo se encuentre completamente vacío, ya que si se encuentra con algo de material extra al peso del contenedor, podría ocasionar algún error en las dosis de pesaje.

Gracias a este pequeño instructivo el operador ya podrá realizar tareas de pesaje de carbón, de una manera más organizada, sin complicaciones a lo referente al esfuerzo físico.

1.8 Mantenimiento del silo de pesaje

A continuación se detallara una serie de actividades para un mantenimiento preventivo de Silo de pesaje, estas actividades pueden ser realizadas una mínimo una vez por semana debido a las condiciones ambientales donde el silo va a estar instalado.

1. Realizar limpieza general del dispositivo mecánico
2. Realizar limpieza del tablero de control.
3. Verificar estado físico del silo de pesaje.
4. Verificar estado de los cables de las celdas de carga.
5. Controlar que la temperatura ambiente no sea excesiva.
6. Verificar que el manual de usuario y planos eléctricos se encuentren en su lugar.
7. Verificar que el silo se encuentre en un sitio plano.
8. Verificar la presión de aire este en el rango de 4.5 a 6 bar.
9. Realizar la purga de la unidad de mantenimiento.
10. Verificar que no exista fugas de aire en el cilindro neumático.

1.9 ANEXOS MANUAL USUARIO

REFIÉRASE ANEXO A PLANOS MECÁNICOS

REFIERASE ANEXO B PLANOS ELECTRICOS

ÍNDICE DE MANUAL DE USUARIO

Contenido

1.1	INTRODUCCION	132
1.2	Objetivo.	132
1.3	Vista general del silo automatizado.....	132
1.4	Vista parte interior del tablero de control.....	135
1.5	VIZUALIZACION Y MODO OPERACIÓN DEL SISTEMA DE PESAJE.....	136
1.5.1	Pantalla Principal	136
1.5.2	Pantalla peso	137
1.5.3	Pantalla secundaria Peso- Receta	137
1.5.4	Modo de Descarga.....	138
1.5.5	Pantalla grafica	140
1.5.6	Pantalla sobre la información del sistema	140
1.6	Sistemas de alarmas	142
1.7	Encerado del sistema	143
1.8	Mantenimiento del silo de pesaje	144
	ANEXOS.....	145
	ANEXO A PLANOS MECANICOS	145
	ANEXO B PLANOS ELECTRICOS	146