

151
2ej.



UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTÓNOMA DE
MÉXICO

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
FACULTAD DE INGENIERÍA

DISEÑO DEL SISTEMA DE PRODUCCIÓN DE UNA MICROEMPRESA
DEDICADA AL MONTAJE DE EQUIPO PARA TELECOMUNICACIONES

TESIS

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:
INGENIERO MECÁNICO ELECTRICISTA

ÁREA INDUSTRIAL

PRESENTA:

SOLARES ÁLVAREZ LARISSA

DIRECTORA DE TESIS:
ING. PERLA J. FERNÁNDEZ REYNA (U.N.A.M.)

Y

CODIRECTORA DE TESIS:
ING. BEATRÍZ JUNQUERA CIMADEVILLA (E.U.I.T.I.)



TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

MÉXICO, D.F.

199

8

268737



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

AGRADECIMIENTOS

A mi mamá por absolutamente todo.

A Manuel, a Sergio y a mi papá.

A todas las personas significativas con las que he convivido desde agosto de 1989 y con las que conviva hasta la presentación de éste trabajo.

A Perla y a Marco por la oportunidad y por todo el apoyo recibido.

A Eduardo, Javier, Stephen, Connie y Regina por ayudar a cerrar el ciclo.

LARISSA

A mi familia, a mis amigos y a mi esposo que me han apoyado durante toda mi carrera.

Al pequeño que viene en camino.

NURIA

DISEÑO DEL SISTEMA DE PRODUCCIÓN DE UNA MICROEMPRESA DEDICADA AL MONTAJE DE EQUIPO PARA TELECOMUNICACIONES

OBJETIVO:

Diseñar una distribución de planta de un proceso y llevar a cabo el proyecto de instalación del sistema de producción.

INDICE TEMÁTICO

INTRODUCCIÓN	1
1. Sistema de producción	2
1.1. Definición	2
1.2. Planta ubicada en Brasil	2
1.2.1. Descripción del sistema de producción	2
1.2.1.1. Descripción del producto	2
1.2.1.2. Descripción del proceso	3
1.2.2. Visita a la planta	4
1.2.2.1. Propósito de la visita	4
1.2.2.2. Preparación para la visita	4
1.2.2.3. Bitácora del viaje	5
2. Distribución de planta	35
2.1. Definición	35
2.2. Situación actual en Brasil	35
2.2.1. Localización	35
2.2.2. Descripción del local	35
2.2.3. Plano de distribución de planta	36
2.2.4. Proceso de producción	36
2.2.4.1. Materiales	36
2.2.4.2. Maquinaria y equipo	38
2.2.4.3. Mano de obra	39

2.2.4.4. Descripción del proceso	39
2.2.4.4.1. Utilizando un diagrama de operaciones del proceso	40
2.2.4.4.1.1. Definición	40
2.2.4.4.1.2. Diagrama	41
2.2.4.4.2. Utilizando un diagrama de flujo o curso del proceso	45
2.2.4.4.2.1. Definición	45
2.2.4.4.2.2. Diagrama	46
2.2.4.4.3. Utilizando un diagrama recorrido de actividades	53
2.2.4.4.3.1. Definición	53
2.2.4.4.3.2. Diagrama	54
2.3. Propuesta para México	55
2.3.1. Localización	55
2.3.2. Descripción del local	55
2.3.3. Manejo de materiales	55
2.3.3.1. Definición	55
2.3.3.2. Materiales	56
2.3.3.3. Maquinaria y equipo	57
2.3.3.4. Mano de Obra	62
2.3.4. Plano de distribución de planta	62
2.3.5. Proceso de producción	64
2.3.5.1. Diagrama de operaciones del proceso	65
2.3.5.2. Diagrama de flujo o curso del proceso	69
2.3.5.3. Diagrama de recorrido de actividades del proceso	75
2.3.6. Medidas de seguridad	76
2.3.6.1. Equipo de protección personal	76
2.3.6.2. Recomendaciones para seguridad del operador en este proceso	76

2.3.6.3. Recomendaciones para el local de la planta de trabajo de este proceso	77
2.3.6.4. Recomendaciones durante la instalación de los bancos de baterías	78
2.4. Cuadro sinóptico de resultados.....	79
3. Instalación eléctrica de la distribución de planta propuesta para México	81
3.1. Previsión de cargas	81
3.2. Empresa suministradora y tipo de suministro	81
3.3. Clasificación de la instalación	82
3.4. Circuitos	82
3.4.1. Circuitos alimentadores	82
3.4.2. Circuitos derivados	82
3.5. Conductores	82
3.5.1. Caída de tensión	82
3.5.2. Identificación de los conductores	83
3.6. Canalizaciones, cajas y accesorios	83
3.7. Tableros de control, maniobra y distribución	84
3.7.1. Tablero general	84
3.7.2. Tableros de fuerza y alumbrado	84
3.7.3. Tablero para equipo de medición	85
3.8. Condiciones particulares de la instalación interior	85
3.9. Alumbrado de emergencia y señalización	85
3.10. Protecciones adoptadas	86
3.10.1. Protección contra sobrecorrientes	86
3.10.2. Protección contra contactos directos	86
3.10.3. Protección contra contactos indirectos	86
3.11. Sistema de puesta a tierra	87
3.11.1. Tomas de tierra	87
3.11.2. Elementos a conectar a tierra	88

3.12. Dirección técnica de las obras	88
3.13. Instalador autorizado	88
3.14. Prescripciones técnicas reglamentarias y condiciones generales	88
3.15. Pruebas reglamentarias a realizar	89
3.15.1. Prueba de resistencia de aislamiento	89
3.15.2. Deslizamiento de los conductores	89
3.15.3. Medida de la resistencia de puesta a tierra	89
3.15.4. Comprobación de las protecciones	90
3.15.5. Comprobación de las caídas de tensión	90
3.15.6. Comprobación de la instalación de receptores instalados en forma fija	90
3.16. Medidas de seguridad para la instalación eléctrica	90
3.16.1. Trabajo en instalaciones de baja tensión	90
3.16.2. Trabajo en instalaciones de baja tensión que se efectúen sin carga	90
3.16.3. Trabajos en instalaciones de baja tensión que se efectúen con carga	91
3.16.4. Protección personal contra descargas eléctricas	91
3.16.4.1. Prendas de protección	91
3.17. Cálculo de líneas eléctricas	91
3.17.1. Fórmulas utilizadas	91
3.17.1.1. Sistema monofásico	92
3.17.1.2. Sistema trifásico	92
3.18. Equipo y aparatos eléctricos	93
3.19. Cálculos	94
3.19.1. Rectificador de 200 Amperes	94
3.19.2. Rectificador de 5 Amperes	95
3.19.3. Bomba de llenado de ácido	96
3.19.4. Polipasto	97

3.19.5. Bomba de succión de ácido escurrido	98
3.19.6. Equipo de cómputo	99
3.19.7. Alumbrado y contactos	100
3.19.8. Derivación individual	102
3.19.9. Canalización de los conductores	104
3.19.10. Diagrama unifilar	105
3.19.11. Planta de instalación eléctrica	106
CONCLUSIONES	107
BIBLIOGRAFÍA	109

INTRODUCCIÓN

Este proyecto se debe a la expectativa de conseguir en México baterías estacionarias de recombinación de gases, para dejar de adquirirlas en el extranjero. La planta proveedora de celdas es una compañía americana que permite la formación de baterías en México a condición de ser siempre la única proveedora.

Fue necesario visitar la planta de Acumuladores Industriales Fulguris de Brasil con el propósito de observar cómo se desarrolla el proceso de formación de las baterías estacionarias, con el fin de llevar a cabo el proyecto de instalación del proceso en México. En el Capítulo I se menciona que hubo una preparación previa por parte de la empresa interesada en llevar a cabo el proyecto de instalación, la cual consistió en la entrega de un breve diagrama de flujo del proceso (punto 1.2.1.2.), a partir del cual se prepararon los pasos necesarios para obtener la mayor información posible concerniente al proceso (punto 1.2.2.2). Las actividades diarias de la visita se describen una bitácora de viaje (punto 1.2.2.), en la cual se narran detenidamente las impresiones de la visita, ilustrando las diferentes partes del proceso con fotografías. En este Capítulo también se describe qué son las celdas estacionarias.

A lo largo de este trabajo de investigación se utilizan las denominaciones: ensamblar baterías y formar baterías. En realidad éste es un proceso tanto de ensamblaje como de formación de baterías, ya que primeramente se unen en bloques para ser llenadas de ácido y posteriormente ser formadas (esto es, enviarles por medio de rectificadores regulados por un equipo de cómputo cargas y descargas de corriente), y después se procede a ensamblar las celdas ya formadas para ser finalmente bancos de baterías. Esto se explica en el Capítulo 2 en la parte que corresponde a descripción del proceso (punto 2.2.4.4.). En éste capítulo también se describe la situación actual en Brasil: cómo está distribuida la planta, cuáles son los diferentes materiales del proceso, qué equipos se emplean y qué cantidad de gente se requiere para realizar las operaciones.

En el Capítulo 2 también se hace la propuesta de la instalación del proceso en México, la cual incluye las mejoras sugeridas sobre el proceso de Brasil, que consisten en cambios de algunos de los equipos, lo que trae en consecuencia la disminución de los eventos de transporte, y una mejor distribución del área de trabajo (punto 2.3.).

En el Capítulo 3 se hará el cálculo de todos los elementos eléctricos requeridos para el correcto funcionamiento del proceso industrial objeto de estudio, garantizando su continuidad y evitando a su vez riesgos de índole eléctrico para equipos y personal.

Para finalizar, se hace constar que el haber realizado este proyecto de investigación ha supuesto una experiencia gratificante porque se han enriquecido los conocimientos sobre los temas tratados en el mismo.

1. Sistema de producción

1.1. Definición

Un sistema de producción es el proceso específico por medio del cual los elementos se transforman en productos útiles.

1.2. Planta ubicada en Brasil

1.2.1. Descripción del sistema de producción

1.2.1.1. Descripción del producto

El sistema de producción que existe en la planta ubicada en Brasil produce baterías estacionarias de recombinación de gases, libres de mantenimiento; también conocidas como baterías reguladas por válvulas.

De acuerdo con el Artículo 480-ACUMULADORES de la Norma Oficial Mexicana NOM-001-SEMP-1994, Relativa a las Instalaciones Destinadas al Suministro y Uso de Energía Eléctrica, una batería o acumulador es un dispositivo electroquímico, que consiste en dos o más celdas conectadas, que convierten la energía química en energía eléctrica. La celda es la unidad de la batería o acumulador, pero a veces se usa la palabra batería para designar una sola celda.

En casi todas sus aplicaciones, los acumuladores se usan en grupos o baterías, cuyo número de celdas y tamaño dependen del servicio requerido. Son dos factores los que determinan la combinación de celdas: uno de ellos es el requerimiento de voltaje y el otro la capacidad en amperes-horas.

Los acumuladores de tipo industrial se dividen en dos grandes grupos:

- Acumuladores de fuerza motriz, los cuales son usados en montacargas, locomotoras de minas y vehículos eléctricos.
- Acumuladores del tipo estacionario para telecomunicaciones, control y UPS.

Las baterías estacionarias de recombinación de gases libres de mantenimiento consiguen la recombinación de los gases producidos por las baterías, reconstituyendo el agua en el interior de las celdas, eliminando el desprendimiento de gases y la necesidad de rellenos periódicos con agua, por ser una batería totalmente sellada y libre de mantenimiento.

Una celda sellada es aquella que no tiene previsión para la adición de agua o electrolito, o medición externa de la gravedad específica del mismo. Las partes esenciales de una celda sellada son:

- Contenedor y tapa de polipropileno
- Placa positiva de plomo
- Placa negativa de plomo-calcio
- Postes o terminales de cobre con chapa de plomo, diseñados para máxima conductividad y resistencia a la corrosión.
- Sistema de sellado contra filtraciones

- **Válvula de seguridad:** se abre cuando la presión interna de la celda alcanza un cierto nivel ya no permisible en el interior de la celda. La válvula tiene un protector de flama para prevenir la posibilidad de que chispas externas penetren a la celda.

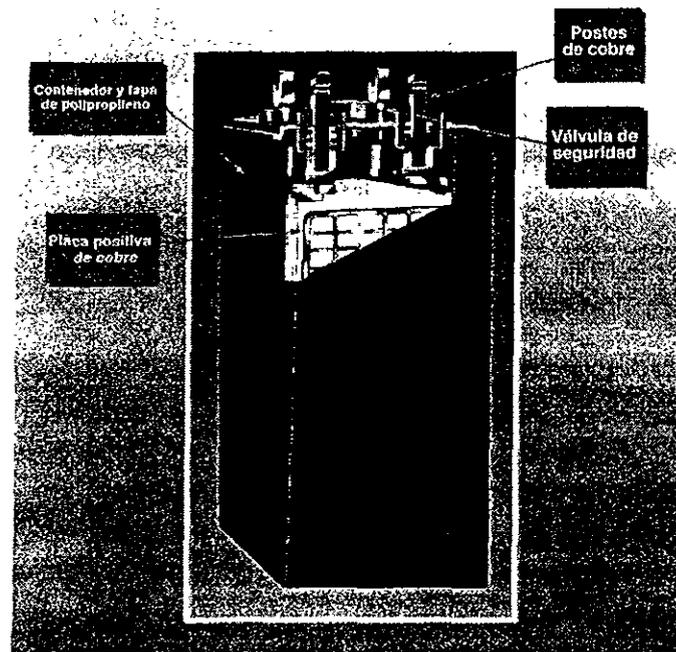


Figura 1.1. Celda estacionaria

Este tipo moderno de batería es la más adecuada para suministrar energía eléctrica ininterrumpida a UPS, centrales telefónicas, equipos de señalización, emergencia y seguridad, y para todo tipo de instalaciones que precisen una fuente de energía ininterrumpida, con la gran ventaja de ser instaladas junto al equipo de alimentación o dentro del mismo; sus características principales son las siguientes:

- No necesitan ventilación.
- Nula emisión de gases.
- Sin riesgo de fugas de electrolito fuera de la celda.
- Montaje sencillo y compacto.
- Sin necesidad de sala de baterías independiente.
- Posibilidad de conectarse en cualquier posición.
- Menor espacio y mayor capacidad.
- Menor caída de tensión en la descarga.
- Larga vida útil.
- Sin gastos de mantenimiento.
- Ahorro en espacio de instalación.
- Completamente seguras en su manejo y transportación.

1.2.1.2. Descripción del proceso

Antes de realizar el viaje, se nos entregó el siguiente diagrama de flujo (figura 1.2) del proceso de baterías reguladas por válvulas, para tener un cierto conocimiento de lo que se está realizando en Brasil.

Proceso de fabricación de baterías

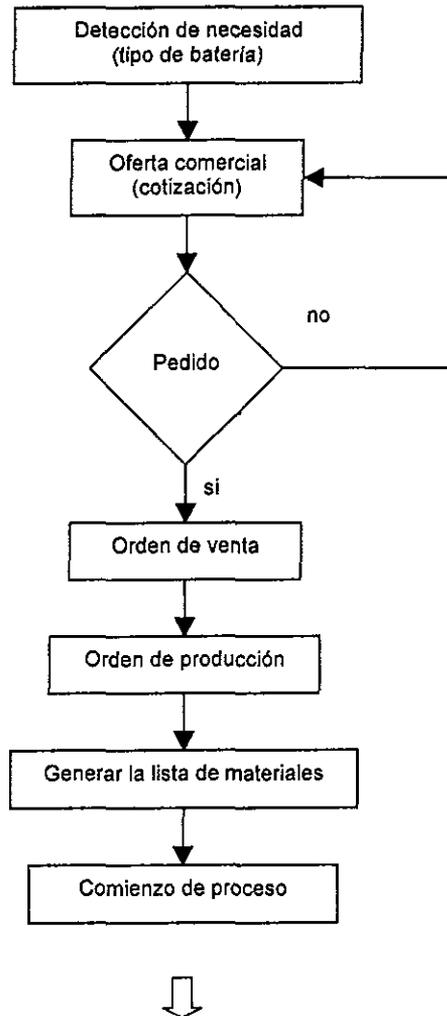


Figura 1.2.

Llenado de celdas

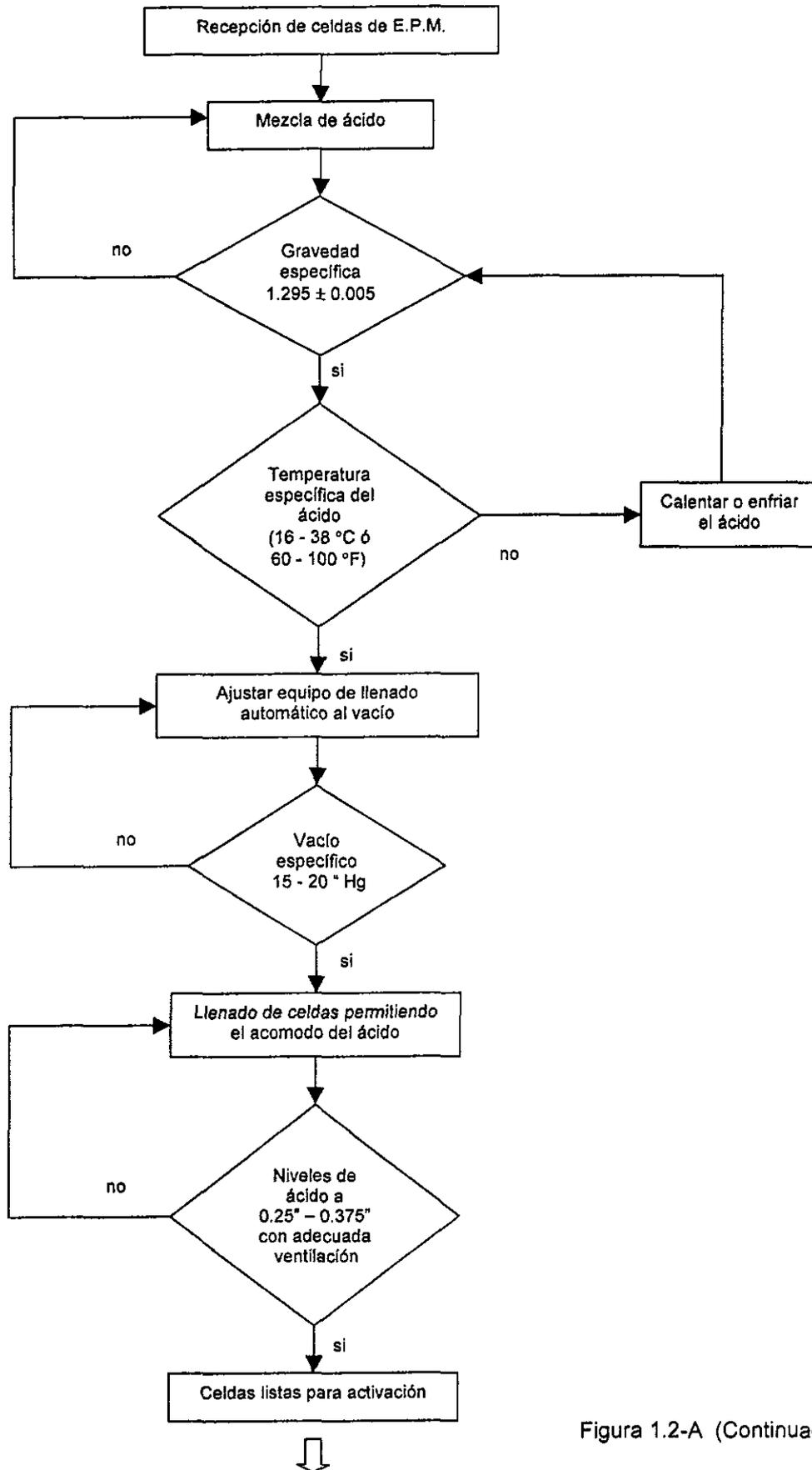


Figura 1.2-A (Continuación).

Activación de celdas

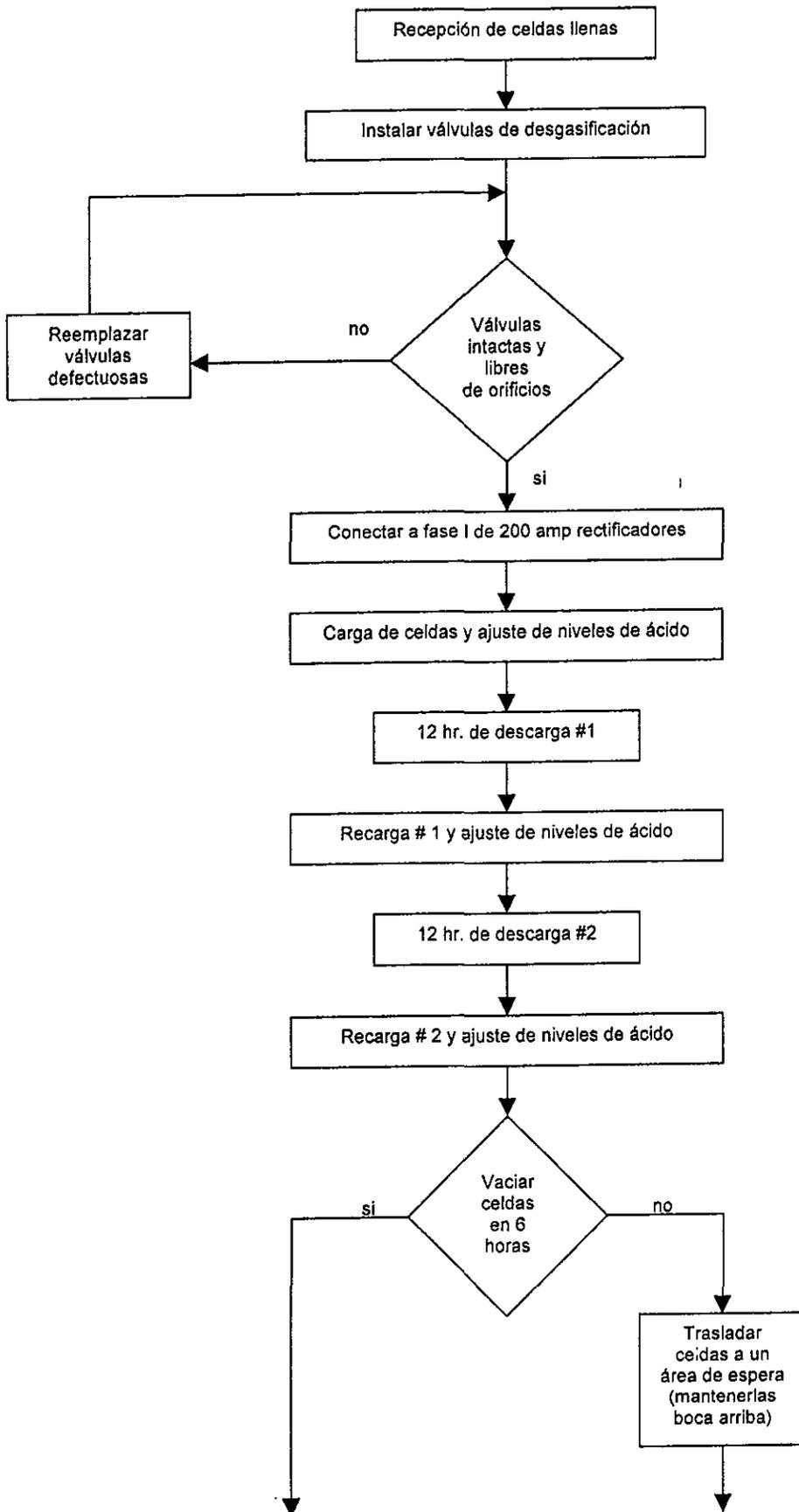


Figura 1.2-B (Continuación).

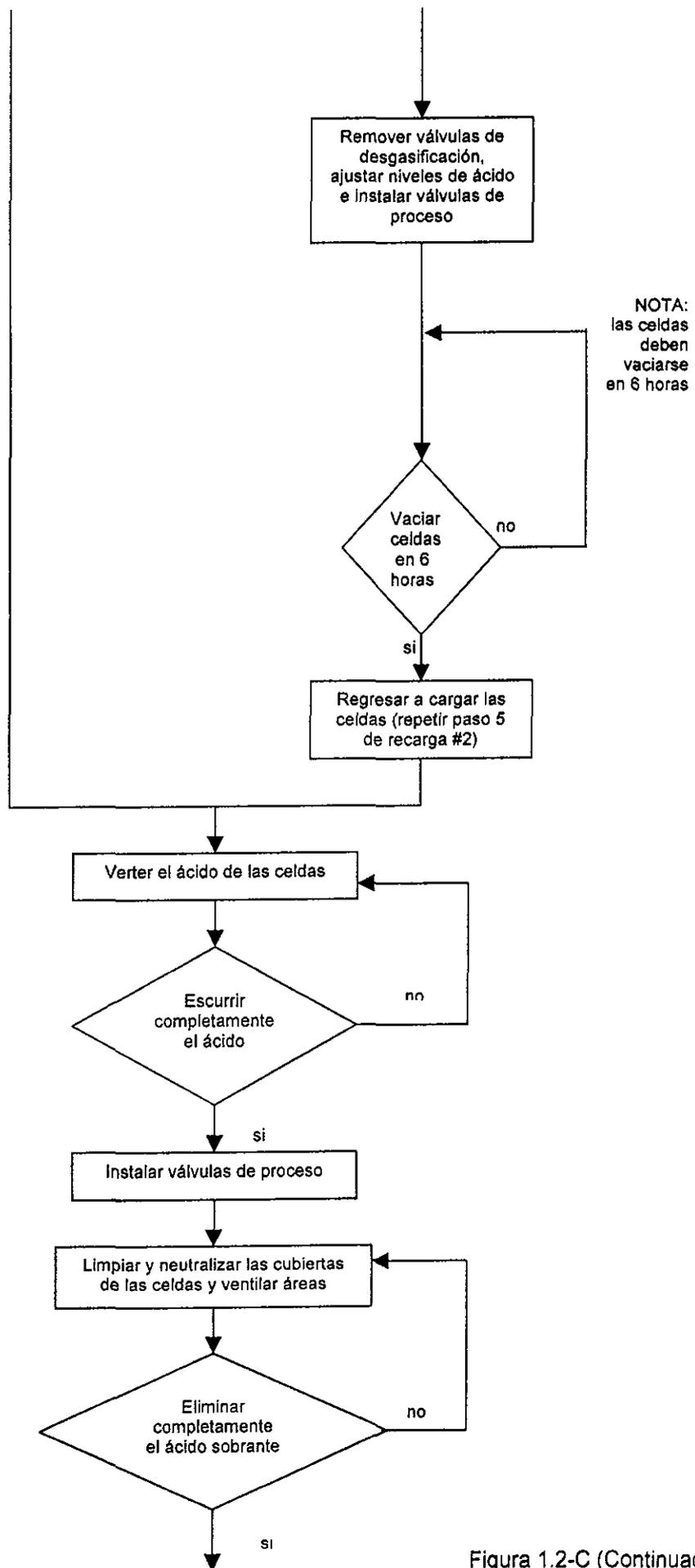


Figura 1.2-C (Continuación).

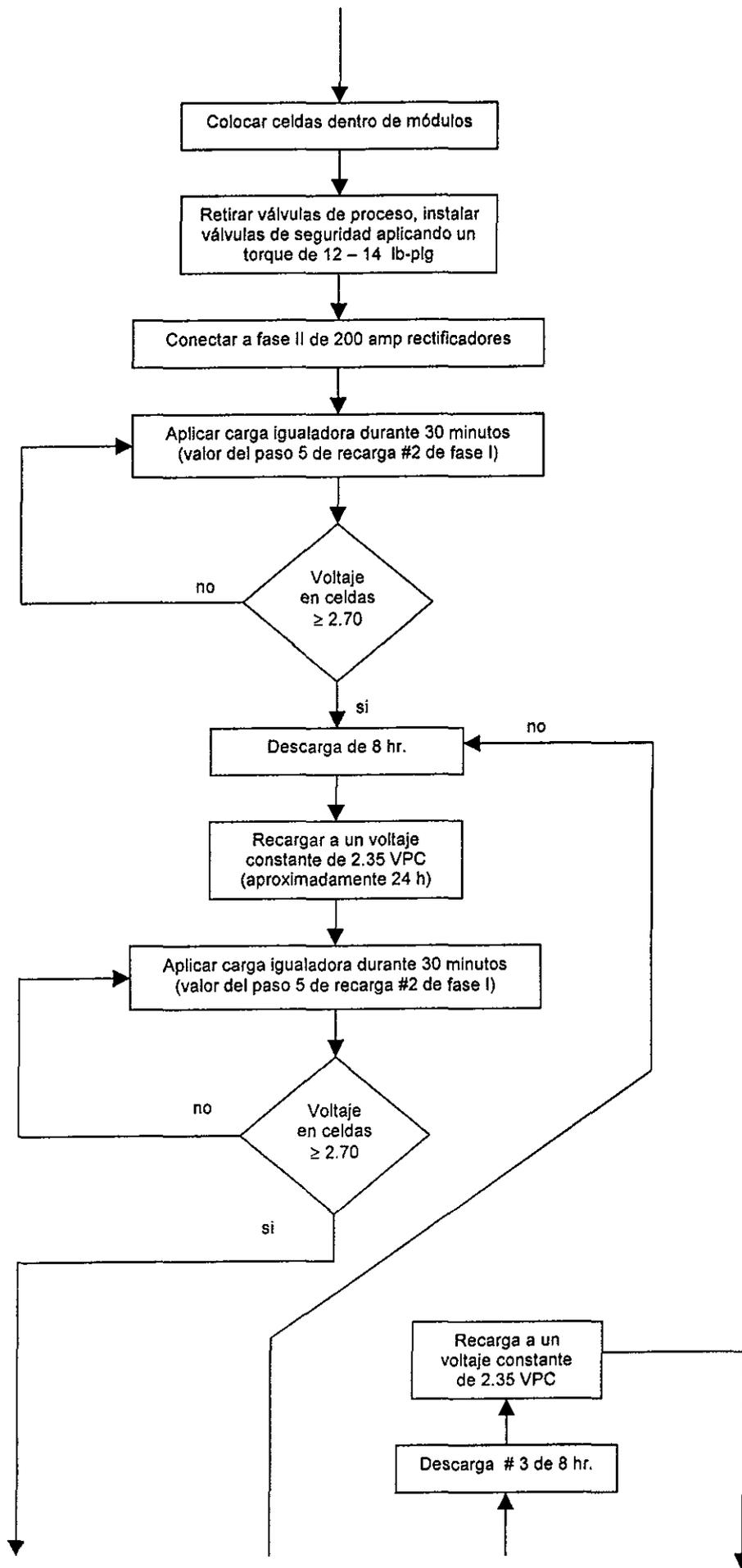


Figura 1.2-D (Continuación).

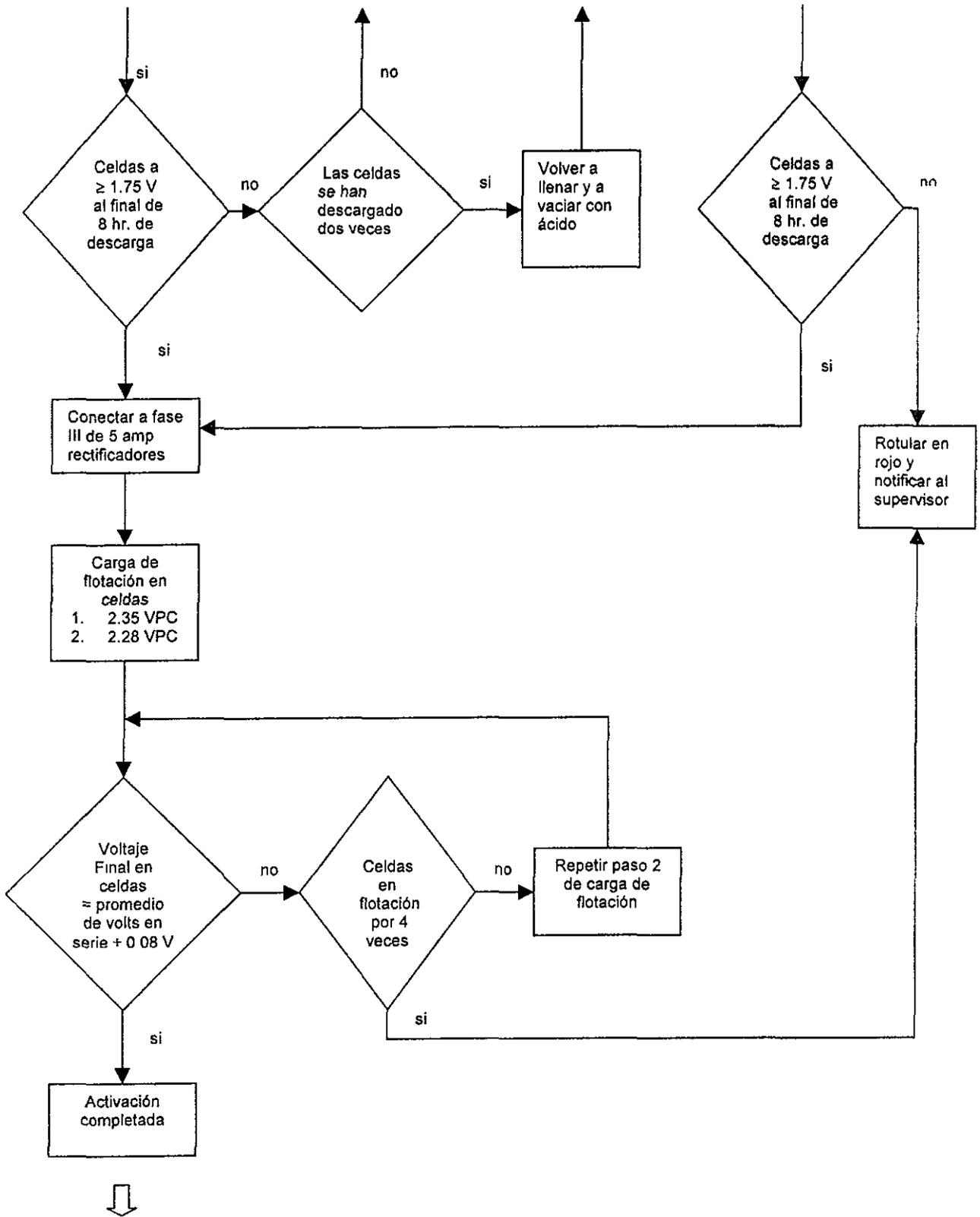


Figura 1.2-E (Continuación).

Terminación, etiquetado y empaquetado de celdas

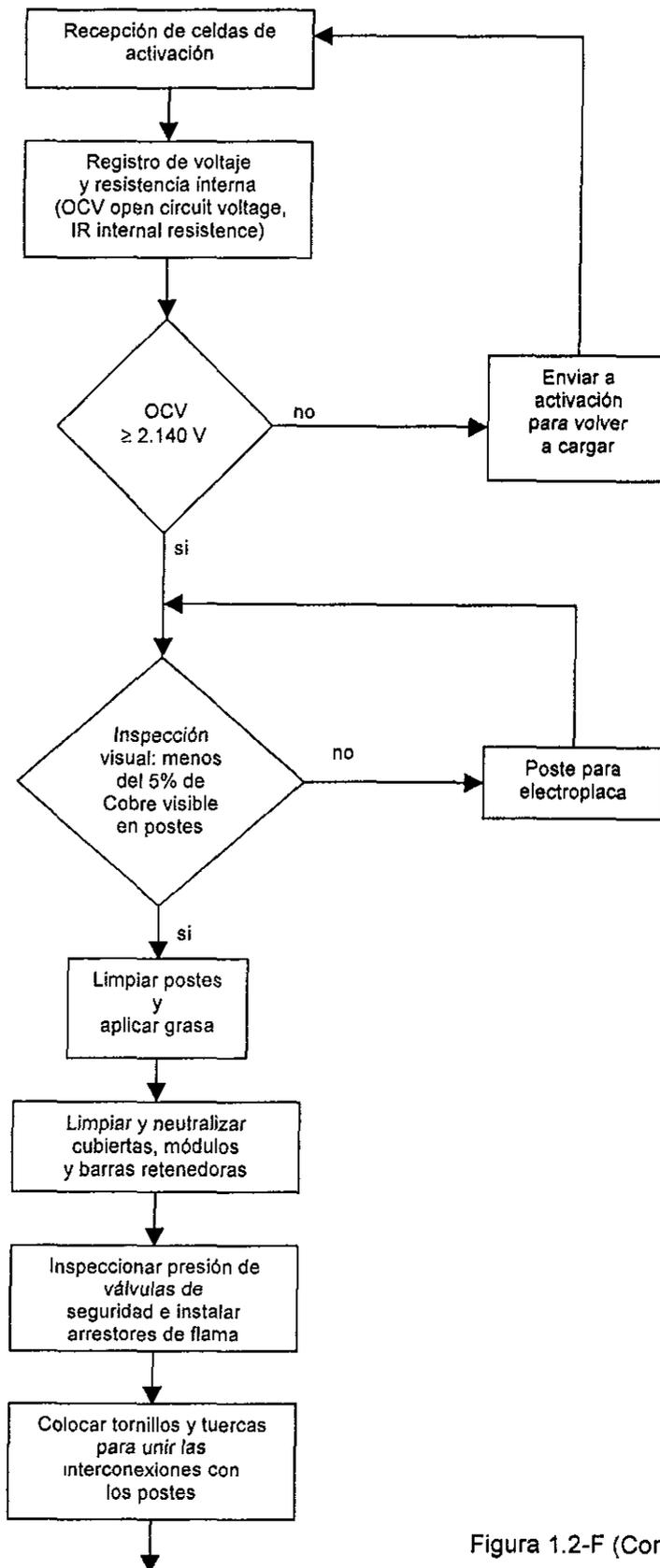
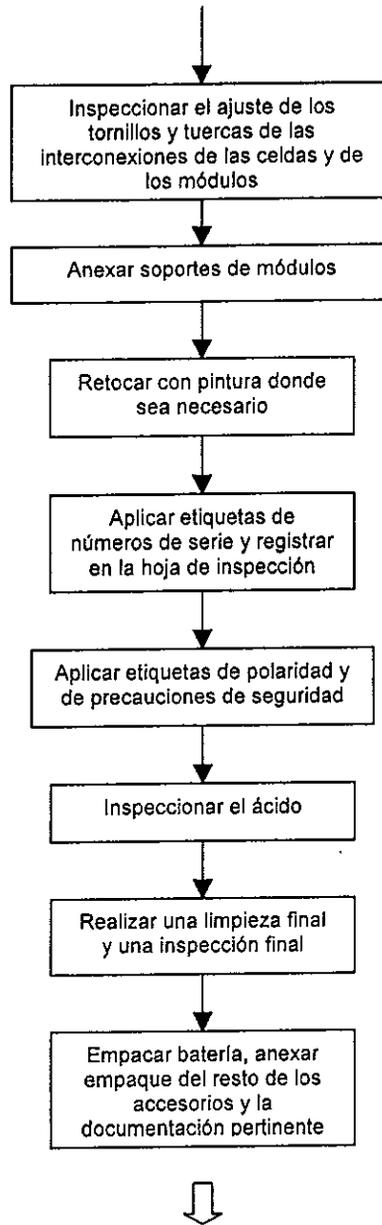


Figura 1.2-F (Continuación).



Batería como producto terminado

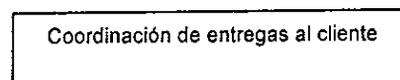


Figura 1.2-G (Continuación).

1.2.2. Visita a la planta

1.2.2.1. Propósito de la visita

Los técnicos de Brasil proporcionaron el diagrama de flujo que se muestra en la sección 1.2.1.2. (figura 1.2., 1.2. A a G), el cual describe en forma resumida el proceso de elaboración de baterías estacionarias de recombinación de gases. El propósito de la visita a la planta de Brasil, fue el de reconocer al producto y a su proceso de elaboración, en forma real, para así, diseñar una distribución de planta del mismo, y llevar a cabo el proyecto de instalación de dicho sistema de producción en México.

1.2.2.2. Preparación para la visita

La calidad del diseño de una distribución de planta dependerá básicamente de la información con que se cuente y de cómo ésta se analice, analizándola conforme se requiere y aumentándola cuando sea necesario; una vez completada, los resultados se dan por sí mismos: aparece una verdadera distribución de planta.

Antes de viajar a Brasil, para obtener la mayor información posible concerniente al proceso, y a su entorno durante la visita a la planta, para así poder instalar posteriormente el sistema de producción en México, se siguió un procedimiento. El procedimiento de distribución de planta consiste en obtener información por pasos. Los siguientes 14 pasos son los básicos para seguir adelante con el proyecto de distribución de planta, y se consultan en el libro *Plant Layout and Material Handling* de Fred E. Meyers:

1. Determinar que se produce.
2. Determinar cuanto se produce.
3. Determinar que partes se manufacturan y que partes se compran.
4. Determinar como se manufactura cada parte.
5. Determinar la secuencia de ensamble.
6. Fijar los tiempos estándares de cada operación.
7. Determinar la capacidad de producción de la planta.
8. Determinar el número de máquinas que se necesitan.
9. *Estudiar los requerimientos del flujo mediante diagramas.*
10. Seleccionar el equipo de manejo de materiales.
11. Distribuir el área.
12. Instalar.
13. Comenzar.
14. Darle seguimiento.

1.2.2.3. Bitácora del viaje

Esta bitácora presenta un resumen ejecutivo de las actividades que se realizaron diariamente durante la visita a la planta Fulguris en Brasil, y da respuesta a las siguientes preguntas:

- ¿De qué se trató el viaje?
- ¿Qué actividades se realizaron?

Las observaciones se registran a continuación.

Lunes 22 de Septiembre de 1997

Este fue el primer día de visita a la planta Fulguris en Brasil. El Gerente de Manufactura fue el encargado de recibir la visita y de presentar a los técnicos que se encargarían de contestar las preguntas o dudas concernientes al proceso durante el transcurso de la visita.

La actividad de este día fue la de obtener información mediante los 14 pasos descritos en la sección 1.2.2.2. A continuación se describe:

1. Determinar que se produce.

Se ensamblan baterías estacionarias después de haber sido cargadas mediante ciclos de carga y descarga, proporcionados por unos aparatos rectificadores.

2. Determinar cuanto se produce.

La capacidad de la planta es de cargar 384 celdas del mismo tipo durante una semana, ya que cada rectificador tiene dos salidas, cada una con capacidad para cargar y descargar 96 celdas, y la planta cuenta con dos rectificadores.

Sólo se maneja aproximadamente una producción de 1000 celdas por mes. La producción se hace en base a los pedidos que les solicitan. Cuando existe el caso de un pedido de 24 celdas, se ocupan únicamente esos 24 lugares, y se desperdician $96-24=72$ lugares.

Sus productos se venden a Teléfonos de Brasil, y a otras compañías particulares del país; también surten a Sudamérica: Argentina y Chile. Tienen planes de aumentar la producción en un 50% por medio de la compra de otro rectificador, y además de fincar nuevos promocionándose en Europa.

3. Determinar que partes se manufacturan y que partes se compran.

Todas las partes y los materiales que forman los bancos de baterías se compran, nada se manufactura en la planta. Las celdas se compran en Estados Unidos y los accesorios restantes los obtienen en Brasil, con diferentes proveedores. Para la elaboración de los módulos de los bancos, cuentan con su propio taller de manufactura, en donde los cortan, los arman y los pintan.

4. Determinar como se manufactura cada parte.

Sólo se manufacturan los módulos de los bancos. No se manufactura en la planta, únicamente se ensambla.

5. Determinar la secuencia de ensamble.

El proceso completo es una secuencia de ensamble, la cual se describe en la sección 2.2.4.4. donde se describe el proceso de producción.

6. Fijar los tiempos estándares de cada operación.

Los tiempos se describen en la sección 2.2.4.4. junto con las operaciones a las que corresponden. El tiempo de duración completo aproximado del proceso de producción es de una semana.

7. Determinar la capacidad de producción de la planta.

Se responde en el paso 2 anterior.

8. Determinar el número de máquinas que se necesitan.

La maquinaria utilizada en Brasil se lista en la sección 2.2.4.2. Los rectificadores y la computadora se compran a un proveedor específico en Estados Unidos, ya que es el único que los suministra en el mundo.

9. Estudiar los requerimientos del flujo mediante diagramas.

El proceso se describe en la sección 2.2.4.4. mediante la utilización de un diagrama de operaciones, un diagrama de curso y un diagrama de recorrido de actividades.

10. Seleccionar el equipo de manejo de materiales.

El equipo de manejo de materiales ya está contenido dentro del proceso de producción en Brasil. La selección se hará para la instalación en México.

11. Distribuir el área.

El área en Brasil ya está distribuida y se muestra en la sección 2.2.3.

Los pasos 12. Instalar, 13. Comenzar y 14. Darle seguimiento, ya se realizaron y se realizan en Brasil.

Martes 23 de septiembre de 1998

La actividad de este día fue la de recorrer detenidamente la planta, reconociendo la distribución de planta y los diferentes factores que intervienen en el proceso: mano de obra, materiales, equipos. En el punto 2.2.3 se muestra el plano de distribución de planta. En el punto 2.2.4. se listan los materiales, los equipos y la mano de obra.

Otra actividad del día de hoy fue la de tomar las dimensiones de los diferentes equipos que intervienen en el proceso de producción, las cuales se muestran a continuación:

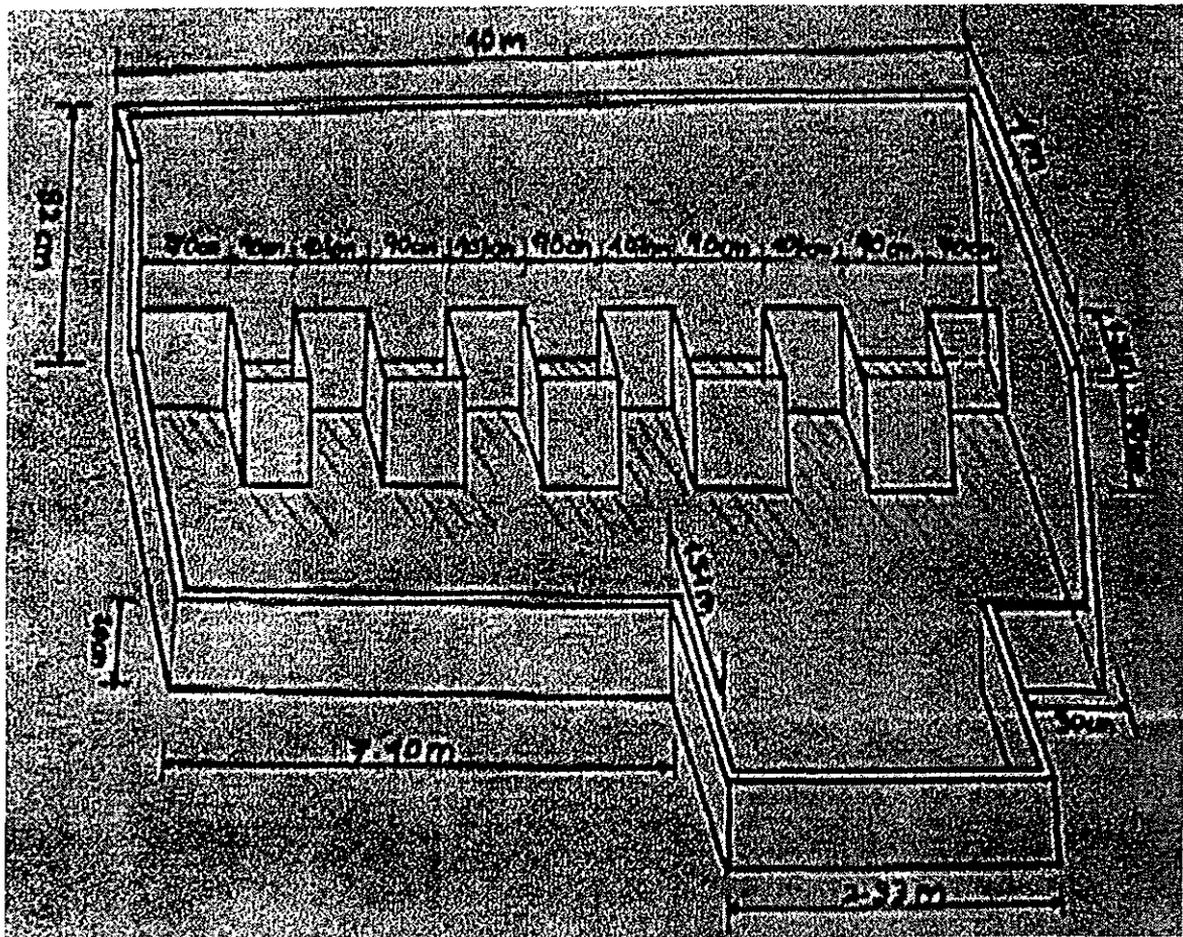


Figura 1.3.

En esta figura se muestran las dimensiones del área de escurrimiento del ácido. Los dispositivos de escurrimiento o carros viradores se trasladan sobre ésta, de la mesa con superficie de rodillos al tanque o fosa forrada de plástico donde se escurre el ácido sobrante, de ida y vuelta. En la figura se observan las dimensiones. El piso del área en general es de chapa de PVC. Las paredes del tanque de escurrimiento y las que limitan el área en general también están forradas de PVC. El diseño es de la Compañía Fulguris.

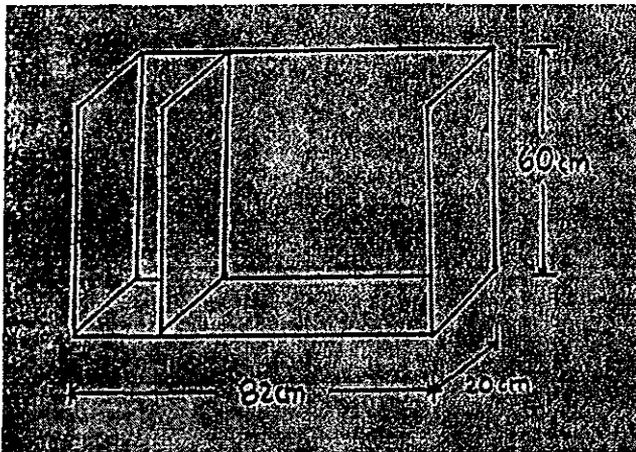


Figura 1.4.

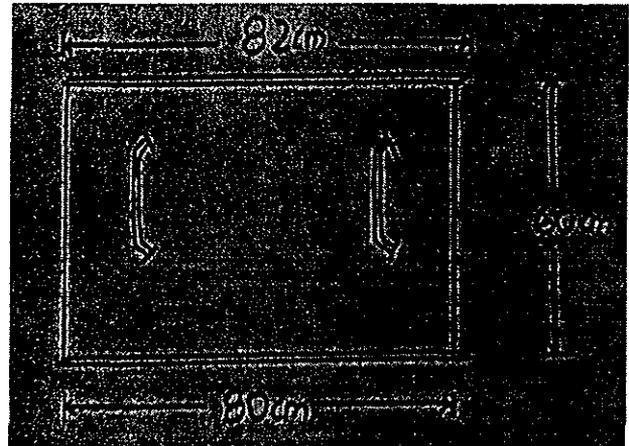


Figura 1.5.

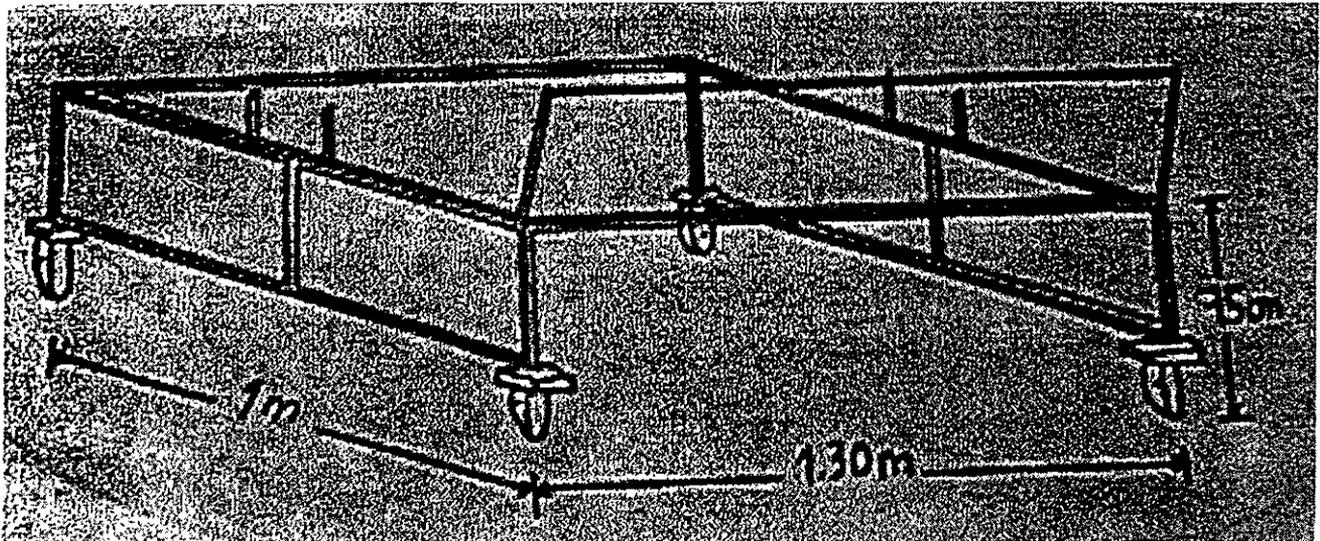


Figura 1.6.

En estas figuras se muestran las dimensiones del dispositivo de escurrimiento o carro virador. Se muestra la base del carro virador (figura 1.6.), el dispositivo donde se colocan las celdas para ser escurridas (figura 1.4.) y su tapa (figura 1.5.). Una vez que las celdas se sujetan a presión por una prensa con la que cuenta el dispositivo de escurrimiento, se pueden voltear para ser escurridas sin temor a que se caigan. La finalidad de que la base del carro virador tenga ruedas es la de transportar el dispositivo de donde se le colocan las celdas hacia el tanque donde se escurren, de ida y de regreso. Cuenta con un manubrio para su fácil manejo. El diseño es de la Compañía Fulguris.

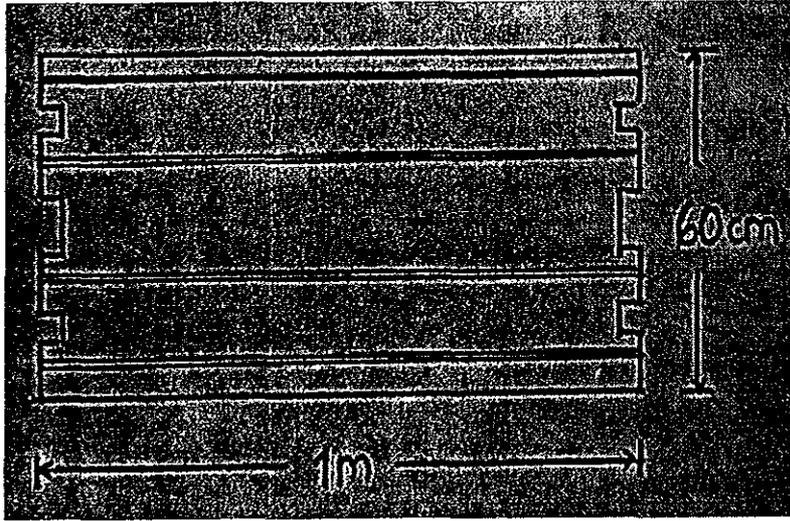


Figura 1.7.

En esta figura se muestran las dimensiones de las láminas de hierro para flejar o acorrallar a las celdas; están cubiertas con pintura a prueba de ácido y cuentan con unas ranuras en las orillas para que el fleje ejerza presión al apretarlas. El diseño es de la Compañía Fulguris.

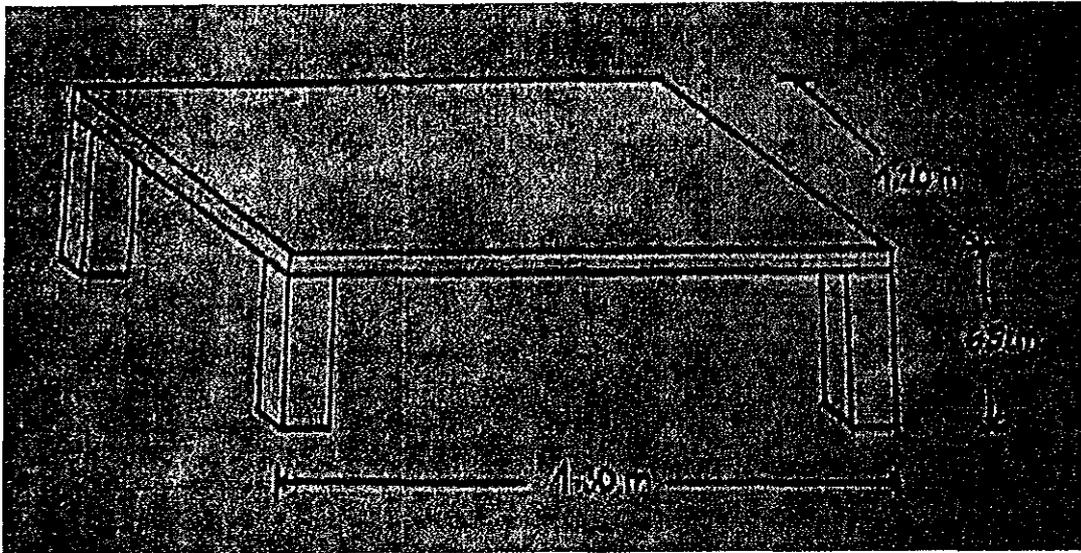


Figura 1.8.

En esta figura se muestran las dimensiones de la mesa para desflejar o desacorrallar celdas. Las celdas se suben a la mesa con la ayuda del montacargas, el cual se utiliza para colocar la tarima de las celdas flejadas sobre ésta, para que así se vaya reventando el fleje y se vayan tomando las celdas después de la primera fase de activación

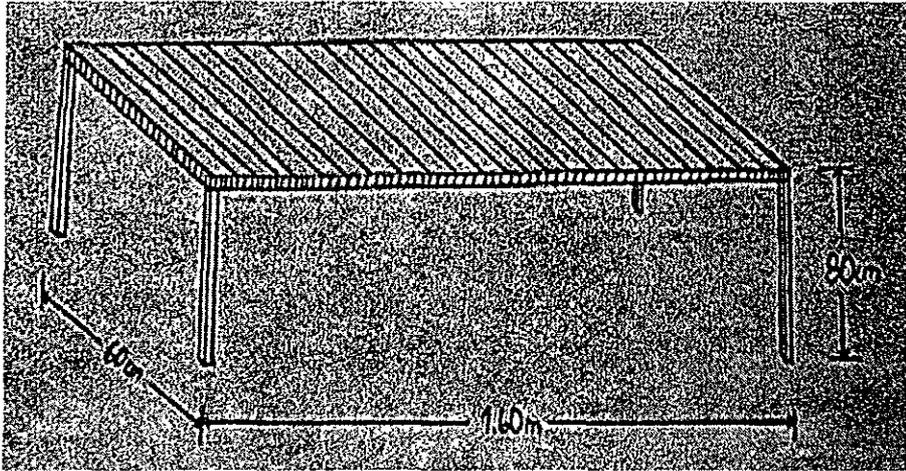


Figura 1.9.

En esta figura se muestran las dimensiones de la mesa con superficie de rodillos. El carro virador se engancha a ésta para quedar fijo, de este modo las celdas pueden introducirse y retirarse con facilidad, con la ayuda del polipastos. El diseño es de la Compañía Fulguris.

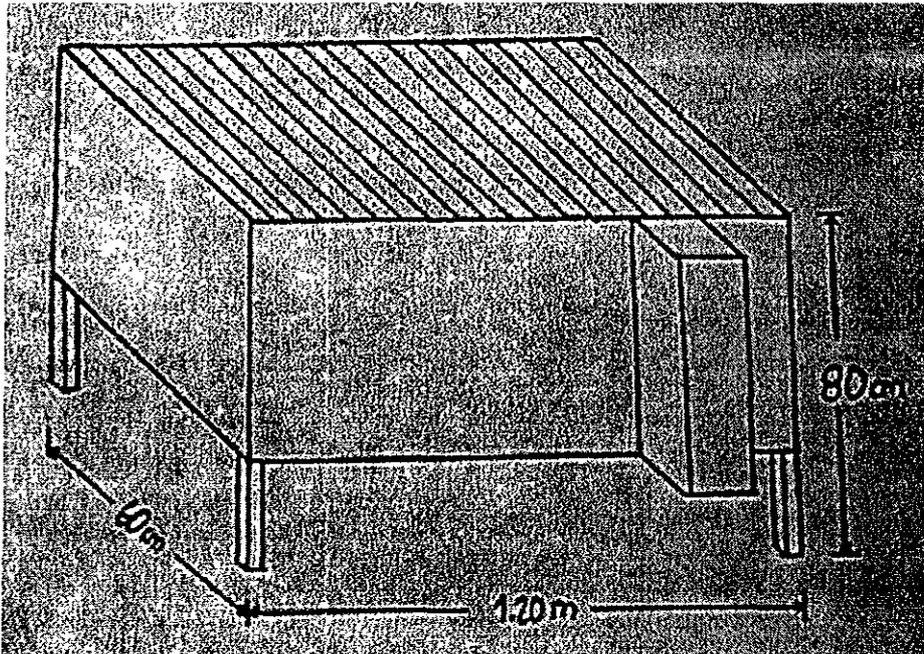


Figura1.10.

En esta figura se muestran las dimensiones del tanque de bicarbonato líquido o agua, los cuales tienen superficie de rodillos para que las celdas se desplacen fácilmente sobre esta conforme el proceso lo vaya requiriendo. Cuentan con una protuberancia para que se tenga fácil acceso a los líquidos. El diseño es de la Compañía Fulguris

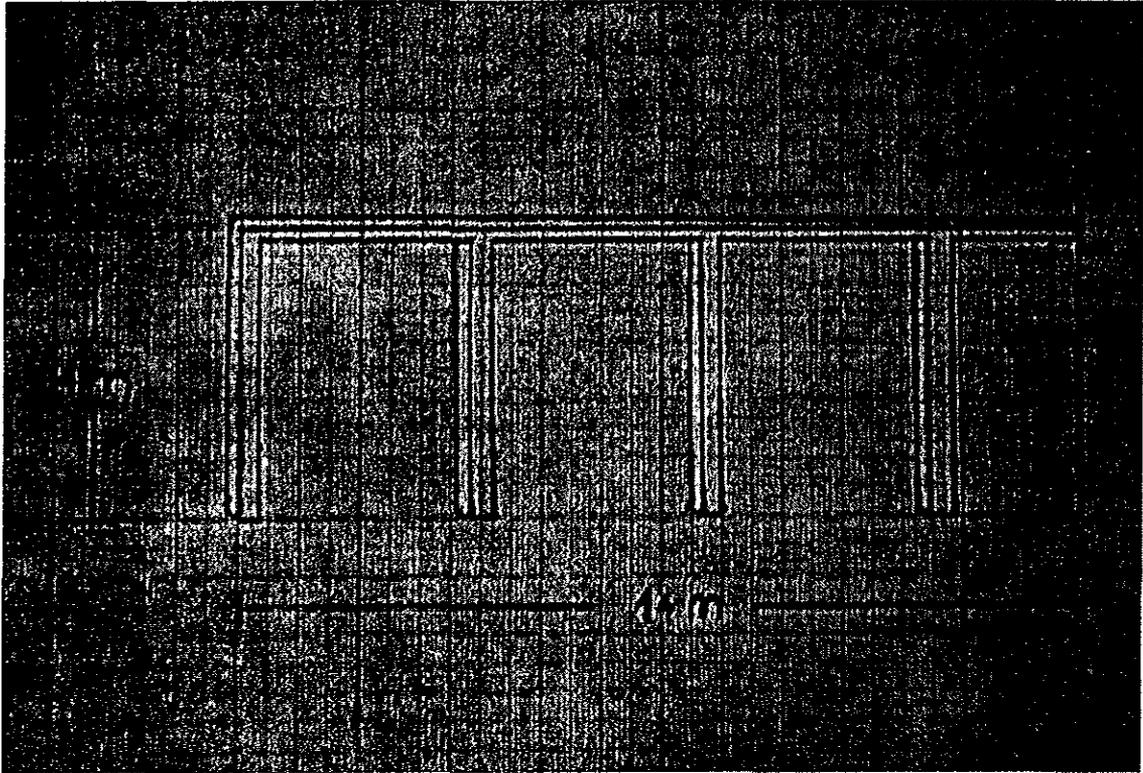


Figura 1.11.

En esta figura se muestran las dimensiones de la estructura que sostiene al polipasto que se utiliza para mover las celdas. Se encuentra empotrada a la pared. Se encuentra justamente encima de la fila que forman: la mesa para desflejar – la mesa con superficie de rodillos – el tanque de bicarbonato líquido, y – el tanque de agua.

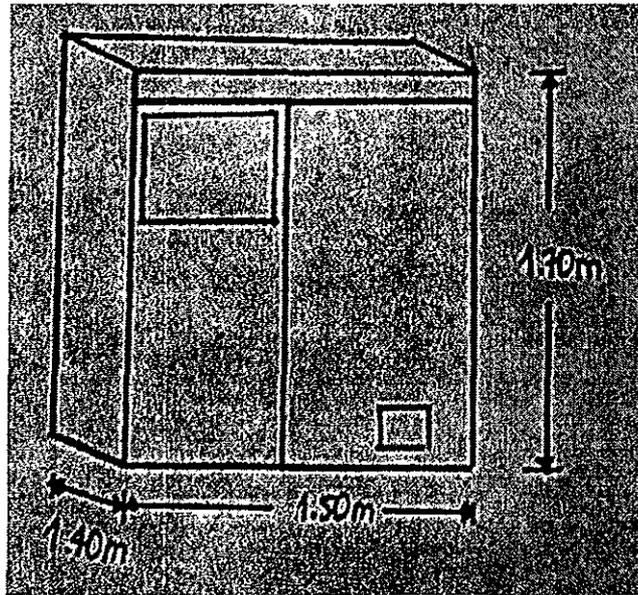


Figura 1.12.

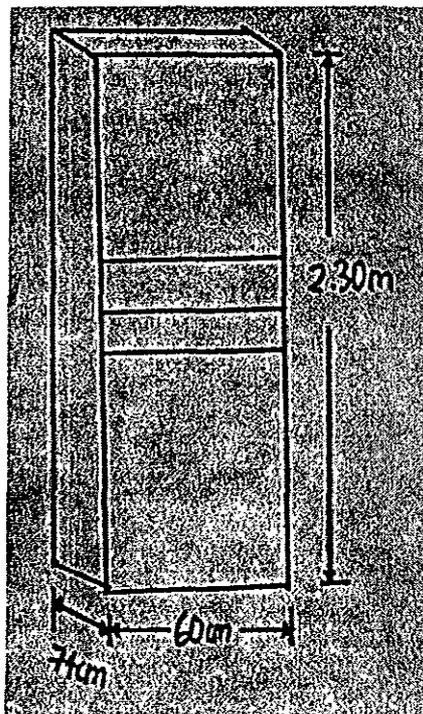


Figura 1.13.

En estas figuras se muestran las dimensiones de los rectificadores. La figura (1.12.) muestra al rectificador de 200 amperes y la figura (1.13.) muestra al rectificador de 5 amperes. Ambos aparatos se compraron a una Compañía Especializada en su fabricación, en Estados Unidos.

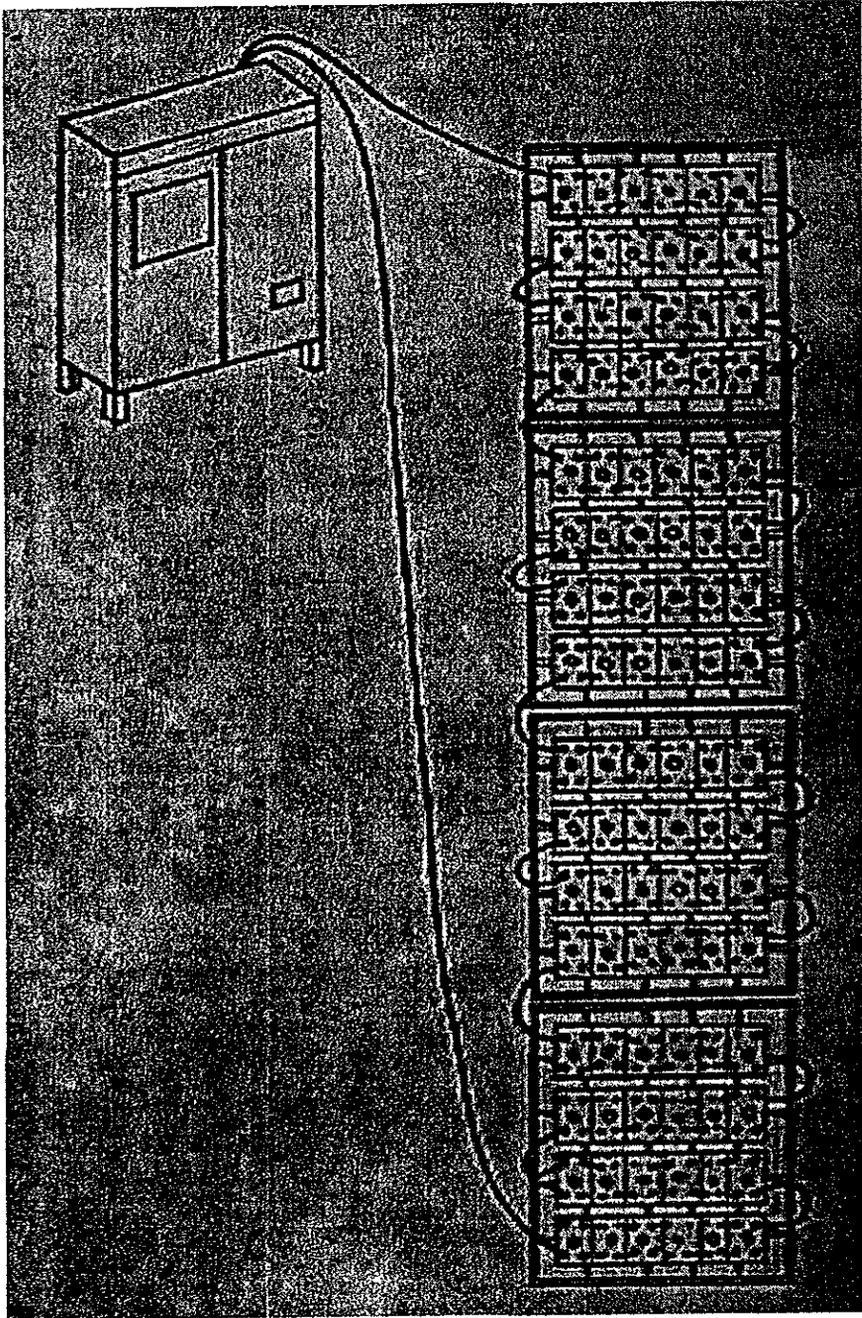


Figura 1.14.

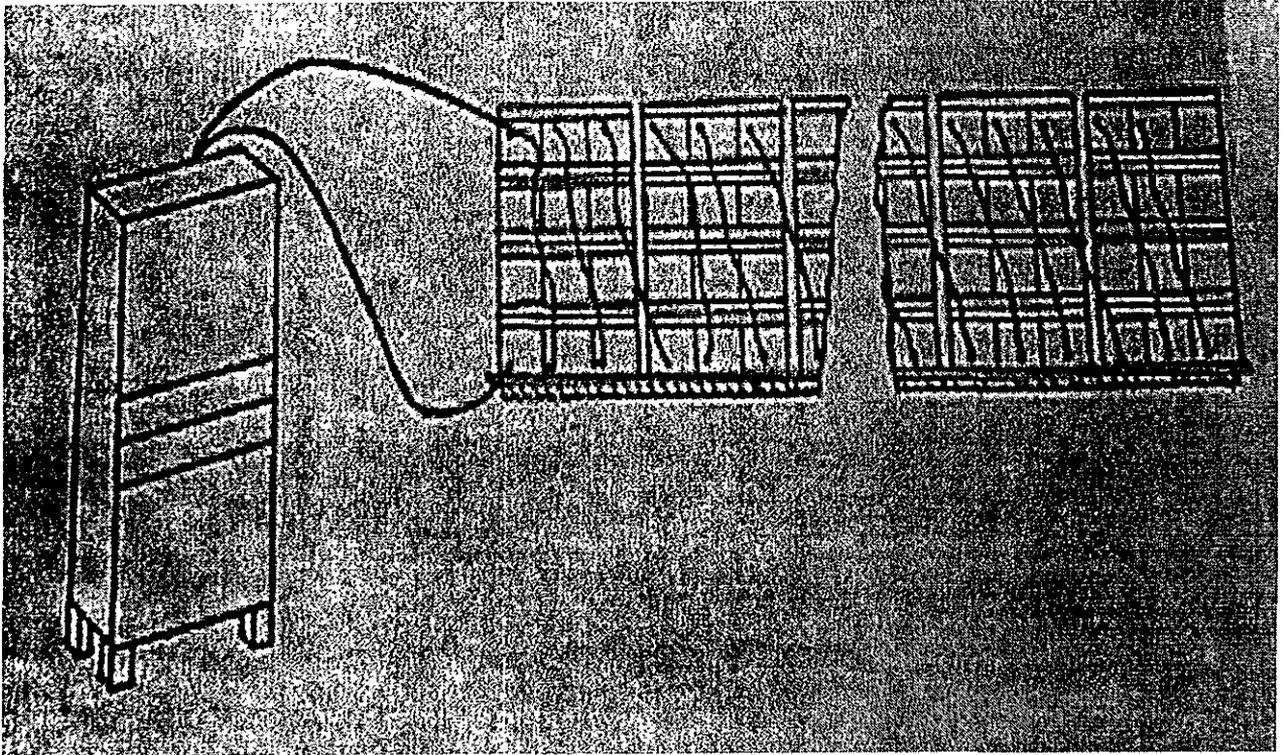


Figura 1.15.

En estas figuras se muestra como se conectan los rectificadores a las celdas. En la figura (1.14.) aparece una esquematización aproximada de cómo se conectan las celdas al rectificador de 200 amperes en la primera etapa de activación. En la figura (1.15.) aparece una esquematización aproximada de cómo se conectan los bancos de baterías al rectificador de 5 amperes en la tercera etapa de activación. La segunda etapa de activación es de éste mismo modo: los bancos de baterías se conectan en serie al rectificador de 200 amperes.

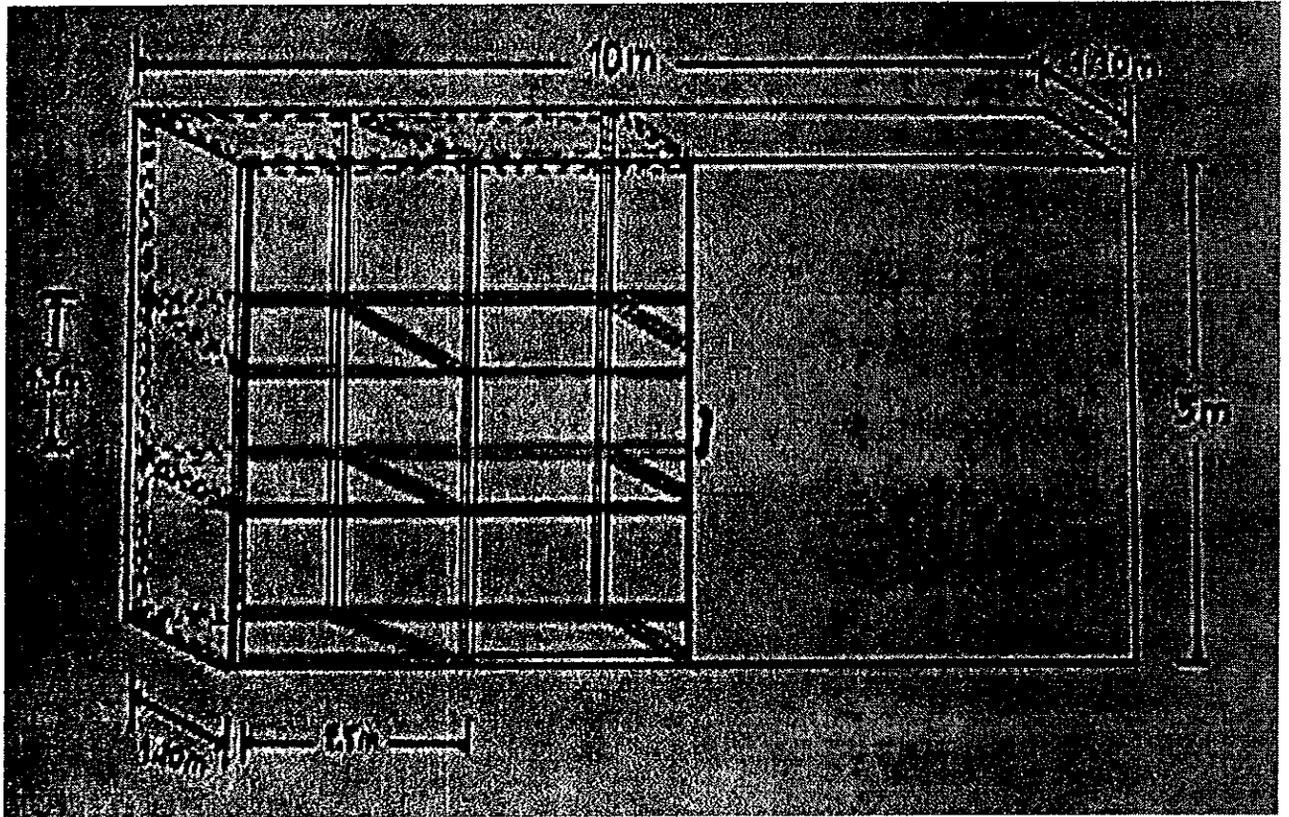


Figura 1.16.

En esta figura se muestran las dimensiones del closet de producto terminado. Consta de un rack de tres niveles dentro de un closet de plástico. En el interior del closet se regula la temperatura mediante un sistema de aire acondicionado. Los bancos de baterías terminados deben de mantenerse a una temperatura de 20 grados centígrados antes de entregarse al cliente. Este sistema de regulación de temperaturas se debe a las altas temperaturas de Brasil. El diseño es de la Compañía Fulguris.

Miércoles 24 de Septiembre de 1997

La actividad de este día fue la de obtener información en general concerniente a los equipos, al proceso, etc., ya que se observó la planta en general. Las anotaciones son las siguientes:

Respecto a la planta se observó lo siguiente:

- Se dibujó el plano de distribución de planta del proceso el cual aparece en la sección 2.2.3. (figura 2.1). En éste plano se identifican las posiciones de los equipos. Se tomaron la altura y las medidas longitudinales del área de la superficie que ocupa el proceso, las cuales aparecen en la sección 2.2.2.
- Se observó que el almacén de materia prima consta de un rack, el cual carece de un orden de distribución, ya que algunas de las tarimas que de celdas vacías están esparcidas sobre el suelo, mientras que otras se encuentran instaladas en el rack; los muebles que contienen los accesorios se encuentran en la misma área, y estos si están debidamente organizados.
- Se observó que el closet que emplean como almacén de producto terminado contiene un sistema de aire acondicionado interior para que las baterías permanezcan a una temperatura de 25 grados centígrados. El aire acondicionado sirve para proporcionar la temperatura correcta a la cual deben permanecer los bancos terminados, la cual es muy diferente a las elevadas temperatura que existen en Brasil.
- Se realizó un conteo de las instalaciones del proceso, a continuación se describen:
 - Los cables se extienden por charolas pegadas al techo de acuerdo al acomodo que se le da a los aparatos eléctricos, y se dejan caer, por lo que quedan colgados, arrastrándose en el suelo, lo que resulta verdaderamente peligroso. Se observó que los cables que penden para ciclos de carga son de mayor grosor que los cables destinados a flotación, los de carga son de calibre 2/0 y los de flotación son de 12 AWG.
 - Existe un interruptor trifásico para encender la bomba de llenado automático al vacío.
 - La grúa viajera para mover las celdas cuenta con un interruptor trifásico para mover el polipastos.
 - Para secar la superficie de las celdas se enciende una compresora que acciona una pistola de aire comprimido.
 - Se tiene un interruptor trifásico para encender la bomba que succiona el ácido que ya se vertió de las celdas, y que permanece en el tanque de escurrimiento.
 - El closet que sirve como almacén de producto terminado, y que opera como refrigerador de las baterías terminadas debido a las altas temperaturas de Brasil, cuenta con un interruptor trifásico para accionar el aire acondicionado.
 - La planta cuenta con ventiladores en el techo debido a las altas temperaturas que hay.

- Se observaron las siguientes medidas de seguridad:
 - Existen dos salidas de seguridad para evacuación en caso de siniestros, la salida principal se encuentra cerca del closet de producto terminado y la más chica se encuentra del lado del almacén de materia prima.
 - Cuentan con extintores en toda la planta.

- Se observaron los siguientes puntos inseguros:
 - Existe un gran manejo de ácido que está esparcido por todo el suelo, y allí permanece siempre. Se observó que el piso de PVC siempre tiene charcos de ácido, y en toda la semana de visita, no se observó que los limpiaran alguna vez.
 - Se observó que durante toda la semana, no respetaron las líneas de seguridad para trabajar con las celdas, y que en el caso de los rectificadores no están señaladas, de hecho faltan líneas de seguridad para dividir las áreas de trabajo de los pasillos.
 - Los operadores no utilizan ninguna protección para llenar las celdas de ácido y para escurrirlas.
 - Los cables de los rectificadores penden desde el techo hasta el suelo sin ningún aviso de corriente. Se observó que los cables que salen de los rectificadores, penden sin seguridad alguna de escalerillas que están en el techo; se preguntó al respecto al técnico encargado y respondió que solo son peligrosas las puntas de los cables cuando los programas están mandando los ciclos de carga.

Respecto al proceso se observó lo siguiente:

- Se observó una fila ya formada de flejes que contiene 96 celdas conectadas en serie, las cuales están conectadas al rectificador de 200 amperes mediante dos cables que provienen de éste; cada uno de estos cables se conecta a la terminal positiva y a la terminal negativa del rectificador, y a su vez al extremo positivo y al negativo de la fila en serie de celdas. Una vez que se termina el programa de carga del rectificador se desconectan los cables, para lo cual ya pasaron más de tres días.
- Poco después de la desconexión, las tarimas que soportaban los flejes, fueron transportadas con patín al área del virador, y cada fleje se subía a la mesa de desflejado, donde se trozaron las cintas de fleje y se retiraron las láminas, con lo cual las celdas quedaron libres, y se empujaron a la mesa con superficie de rodillos que está de lado de la mesa de desflejado; de allí, los trabajadores, utilizando el polipastos, colocaron las celdas dentro de los carros viradores, asegurándolas debidamente con el propio mecanismo del virador, y transportando el virador al tanque de escurrimiento, donde empujan las celdas para que el ácido sobrante, se pueda escurrir; el ácido se debe retirar, porque la composición de estas baterías no permite exceso de ácido, únicamente permite en su interior, el ácido que chupan las esponjas que contiene. Posteriormente, el virador se regresa a la mesa de desfleje, y las celdas que se escurrieron, se retiran del virador, con la ayuda del polipastos y se colocan en la mesa de rodillos, donde se tapan, y se empujan sobre los rodillos, a la superficie de los tanques que están al lado; el primero es el tanque de bicarbonato y el segundo de agua; rociando la superficie de las celdas con estos líquidos, se logra que ésta se neutralice, lo cual es lo más conveniente para evitar riesgos de "toques".

- Con la ayuda del polipastos, la celda se coloca dentro de los módulos que les sirven de protección, y que forman el banco de baterías. Una vez dentro, con la ayuda de un torquímetro, se les aplica un torque definitivo en los tapones para seguridad, y se les colocan arrestores de flama y tapas; los módulos se aseguran con barras de sustentación y se montan de acuerdo al número de módulos que el banco requiera conforme al diseño. Como cada celda es de 2 volts, por ejemplo, cuando se requiera un banco de baterías de 24 volts, se montarán 4 módulos, ya que cada módulo contiene 3 celdas, lo que da un total de 3 (celdas/ módulo) X 4 (módulos) X 2 volts/celda = 24 volts.
- Una vez que está montado el banco, se observó que lo transportan a un área donde penden los cables del rectificador de 200 amperes; dependiendo del número de bancos que sean, los conectan en serie entre ellos, y a las dos terminales que quedan libres les conectan nuevamente la terminal correspondiente del rectificador, ya sea la positiva o la negativa; enseguida conectan la carga o fase II de 200 amperes rectificadores, y dura día y medio.
- Debido a que éste día las celdas ya se encontraban en un ciclo de carga que duraría todo un día, se comenzó con un nuevo lote de producción de 96 celdas, por lo cual, las tarimas que contienen las celdas vacías, se acercaron al área de flejado, frente al tanque y a la bomba de ácido; las celdas se desempacaron y se flejaron de 6 en 6 celdas, acomodándose en tarimas, cada tarima contiene 4 flejes de 6 celdas cada uno. Flejar es similar a empaquetar o acorralar, se juntan las celdas, y se amarran con cinta de fleje, y para que no existan pandeos se encinchan junto con dos láminas de fierro cubiertas con pintura a prueba de ácido.
- Se observó que una vez que las celdas se encuentran flejadas, los operarios llenan las celdas con la pistola que contiene el equipo de llenado automático al vacío; este equipo contiene un indicador de que la celda se ha llenado. Un detalle importante que se debe notar es que las celdas no se llenan en un solo instante, porque las esponjas que están en su interior, van absorbiendo poco a poco el ácido, hasta absorberlo completamente. El indicador que contiene el equipo es otra manguera, la cual deja observar el ácido que pasa por ella, y es el ácido que ya está rebotando de la celda, es decir, es el ácido que ya está sobrando.
- Una vez que se llenan las 96 celdas, se conectan en serie y se les conectan a los extremos terminales los cables del rectificador de 200 amperes para la fase I de carga; antes de que esto suceda, se les enroscan unas válvulas de desgasificación en los orificios de las celdas, las cuales tienen una manguera como punta terminal; estas mangueras se depositan en contenedores con agua, para que las celdas, al momento de ser cargadas, puedan liberar los gases en el interior del recipiente con agua, y no contaminen.
- Se observó como empaquetaban bancos de baterías de otro lote que se inició antes de que se visitara la planta; revisan minuciosamente el banco de baterías, y lo limpian, y a veces le aplican un retoque de pintura. Los accesorios que lleva el banco de baterías se empacan por separado, y lo anexan al banco cuando éste se empaca para ser entregado, para formar un solo bulto. De allí lo transportan al closet de producto terminado. Los bancos de baterías nunca se estancan debido a que los fabrican por pedido, por lo que una vez terminados, no tardan más de dos días en ser entregados.

Respecto a los equipos se observó lo siguiente:

Se preguntó acerca de los programas que utilizaban en este proceso, y se investigó lo siguiente:

- Las baterías reguladas por válvulas se cargan a través de un software especial. El programa se encuentra en el disco duro de una computadora que tenga la suficiente capacidad para almacenar toda la información que manejará; la computadora envía señales a los rectificadores de 200 y 5 amperes. Estas señales son ciclos de carga debidamente programados y funcionan automáticamente. Una breve descripción acerca de los programas es la siguiente:
 - El programa de carga de la fase I funciona como formador de batería; en esta parte, las celdas contienen ácido de más y se encuentran en posición vertical; los ciclos de carga funcionan para que el ácido se pueda “acomodar” dentro de la celda y pueda cumplir con su función química.
 - El programa de carga de la fase II emite una descarga y una recarga que son necesarias para los bancos de baterías; en esta etapa, el ácido que sobra de las celdas, es decir, el que no queda absorbido por las mismas, ya fue escurrido y las celdas se colocaron dentro de los módulos y se acomodan en posición horizontal definitiva; es en esta posición como entregan la batería como producto terminado.
 - El tercer programa, conocido como fase III, emite una carga de flotación; esta carga de flotación ayuda a que la batería siempre tenga disponible su voltaje, es decir, que pueda funcionar desde el momento en que la adquiere el cliente hasta después de casi 20 años (para este tipo de baterías en especial).

Al final de cada programa, se inspeccionan las celdas para verificar que se estén cumpliendo los objetivos de los programas, que son los de transmitir un cierto valor de carga y de tensión a las celdas.

Respecto a los desechos de ácido, se maneja lo siguiente:

- Después de estar en el tanque de escurrimiento, el ácido ya escurrido se reutiliza en baterías para motores, cuando el laboratorio químico de calidad lo aprueba, realizando sobre éste unas pruebas de resistencia y dureza; si el resultado es aprobatorio, se reutiliza, si no lo es se neutraliza y se deshacen de éste como desechos químicos.
- El ácido escurrido no puede reutilizarse para llenar las celdas de este proceso, ya que pierde propiedades necesarias para funcionar estando sellada, lo que disminuiría su calidad.

Jueves 25 de septiembre de 1997

Este fue el último día de visita a la planta Fulguris. Al haber observado el día de ayer las operaciones del proceso de producción que realizaron los trabajadores, y al haber observado diferentes eventos durante el transcurso de la semana de visita, y además, al utilizar de guía el diagrama de flujo de la sección 1.2.1.2. (figura 1.2.), se pueden obtener detalles de las operaciones del proceso, y por consiguiente, éste se puede describir. La forma más conveniente en que se puede realizar esto es mediante la utilización de diagramas, ya sea de operaciones, de curso, o de recorrido de actividades. El proceso de producción de baterías estacionarias de recombinación de gases se describe en la sección 2.2.4.4. Siempre hubo oportunidad de pedir a los técnicos una explicación de los diferentes eventos del proceso de producción, con lo cual se pudieron describir fielmente las operaciones, el listado de las mismas se muestra en el punto 2.2.4.4.1.2.

Este día también se realizó una entrevista al proyectista que realiza los diseños de los bancos de baterías en Auto Cad; los diseños se entregan al cliente cuando se entrega el producto porque sirven como referencia para poder armar los bancos, o en su defecto, para ver cuando algo falla. Proponen con estos diseños el mejor acomodo de los bancos de baterías, para que los clientes obtengan el máximo aprovechamiento de los bancos de baterías. Pero también, el diseño depende mucho de las requisiciones del cliente.

Se entrevistó al departamento de calidad para preguntar ¿qué sucede con la auditoría ISO9000?, ¿cómo va?, ¿cómo fue entrar en esa área?, ¿bajo qué normas verifican el proceso?, ¿si tienen el procedimiento evaluado por ISO9000 certificado? ¿si manejan algún procedimiento de inspección del producto terminado?, y se obtuvo lo siguiente:

- Dos consultores encargados de realizar una preauditoría a la planta acerca de la situación de la misma frente a ISO9000, informaron que la planta se estaba preparando para obtener la certificación, y que con esta preauditoría, ellos estaban verificando el procedimiento, para encontrar errores en los procedimientos y corregirlos a tiempo, cambiando lo necesario. La auditoría posiblemente ocurriría en noviembre según sus comentarios, por lo que aún no cuentan con el procedimiento evaluado ISO9000 certificado. Posiblemente ya estén certificados en estas fechas.
- Los consultores de ISO9000 proporcionaron el cuestionario de preauditoría ISO9001 de desarrollo de proyectos en portugués, el cual fue solicitado en el transcurso de la semana; este cuestionario sirve de ensayo ó preauditoría para prepararse a la auditoría ISO9000.
- El encargado de control de calidad del proceso proporcionó el procedimiento de inspección del producto a lo largo de cada operación del proceso; después de cada operación realizan una inspección.
- Las normas bajo las cuales verifican el proceso y el producto terminado son las que impone Telebrás (Teléfonos de Brasil), por ser la que ocupa los bancos de baterías en su servicio de Telecomunicaciones. Esta compañía es de gobierno, y se deben cumplir estrictamente sus normas.

Durante el transcurso de la semana se tomaron fotos del proceso, con el propósito de presentar de una mejor manera las anotaciones de ésta bitácora. Las fotos ilustran cómo son los equipos y cómo están distribuidos en el área de la planta. A continuación aparecen acompañadas de una breve descripción:



Figura 1.17.

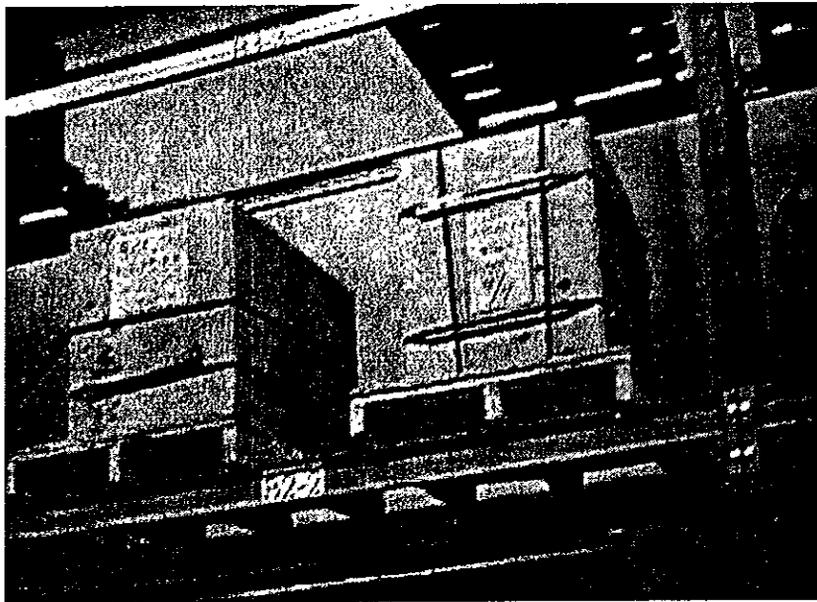


Figura 1.18.

Almacén de celdas. Las celdas llegan a Brasil, procedentes de la planta proveedora de Estados Unidos, ya sea por barco (figura 1.17.) o por avión (figura 1.18.). Las celdas que llegan por barco se empacan con mayor cuidado que las que llegan por avión, a consecuencia de que el transporte por barco dura más tiempo y la mercancía está más propensa a ser maltratada por el movimiento del barco. El modo de traerlas depende del tiempo de entrega que el cliente exija

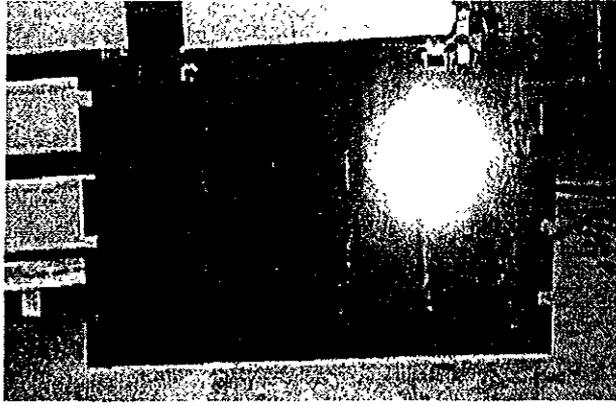


Figura 1.19.

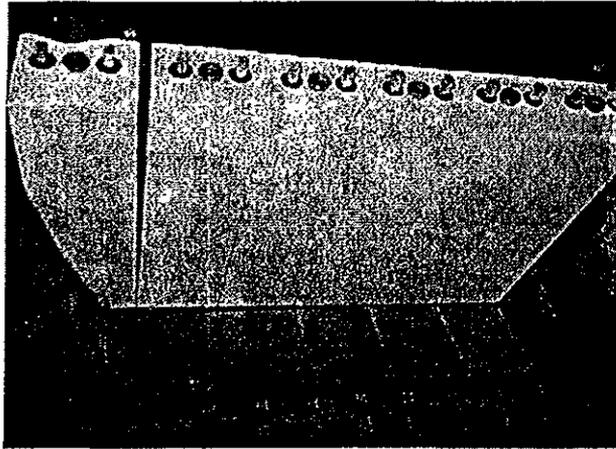


Figura 1.20.

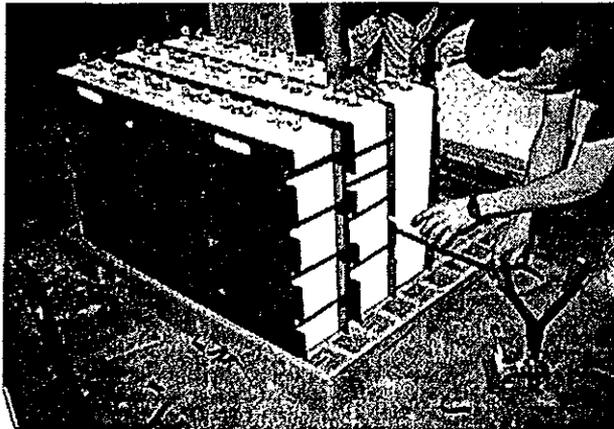


Figura 1.21.

Área de fleje. Un ejemplo de las láminas de fierro que son parte del equipo para flejar ó acorralar a las celdas (figura 1.19.); están cubiertas con pintura a prueba de ácido; nótese a sus lados los cortes destinados para que la cinta de fleje sujete con presión a las celdas. Las celdas se flejan o se acorralan de seis en seis, entre dos láminas de fierro sobre tarimas de plástico (figura 1.20.). La cinta de fleje sirve para sujetar a las celdas dentro de las láminas de fierro, ejerciendo una presión que evita que las celdas se desacomoden (figura 1.21.). Es importante que las celdas queden fijas e inmóviles debido a la constitución interior de las mismas.



Figura 1.22.

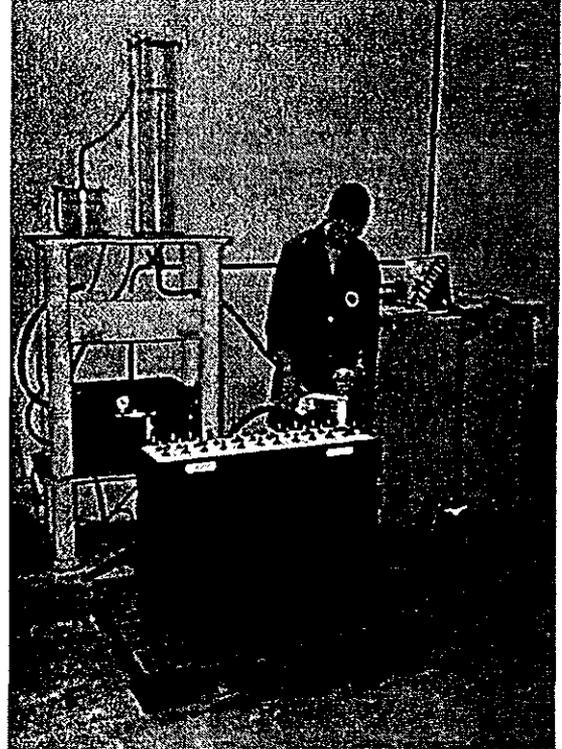


Figura 1.23.

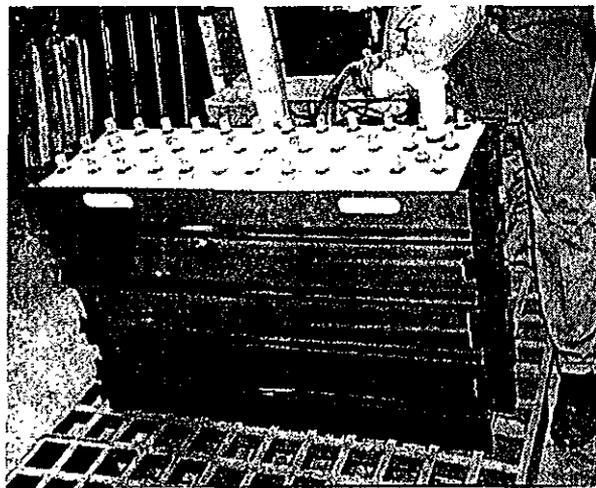


Figura 1.24

Área de llenado de ácido. Con el equipo de llenado automático al vacío se llenan las celdas de ácido; el operador se dispone a realizar dicha operación, y se cubre con el equipo de seguridad: guantes de hule resistentes al ácido, delantal protector y lentes de seguridad (figura 1.22.). En ésta operación, las celdas se llenan hasta el tope con electrolito ó ácido sulfúrico de 1.300 g/dm^3 de densidad a 25°C (temperatura ambiente); éste proceso termina cuando ya no existe variación de volumen de ácido dentro de las celdas, es decir, cuando el cojín interior de las celdas ya succionó el ácido suficiente (figura 1.23.). Detalle de la pistola de llenado de ácido que penetra y se ajusta en el orificio destapado de las celdas, provocando un vacío para suministrar ácido al interior (figura 1.24.).

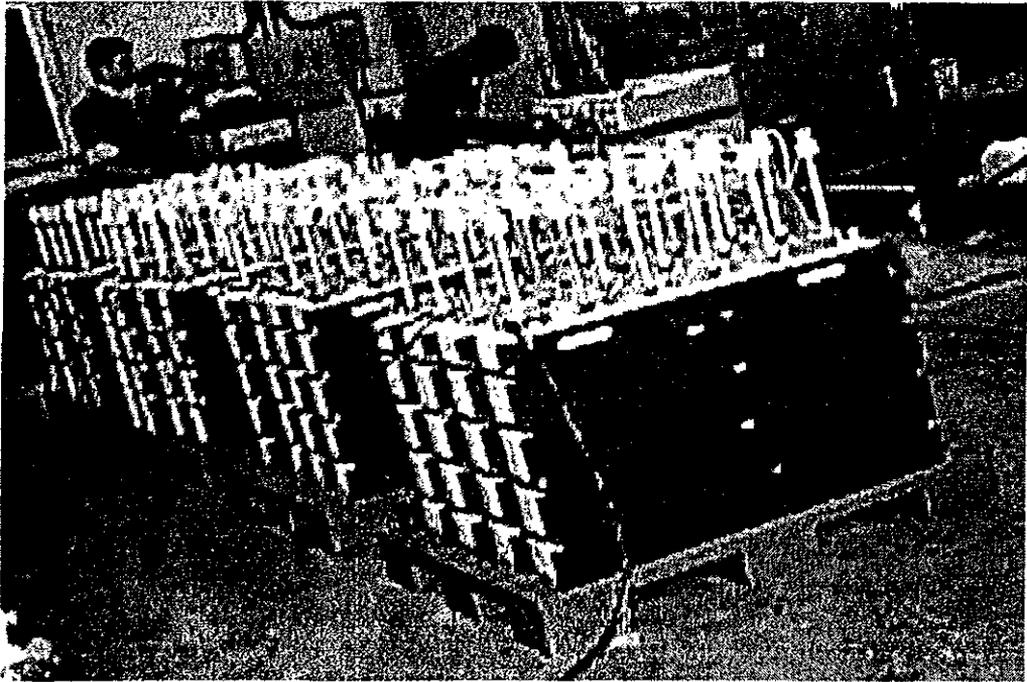


Figura 1.25.



Figura 1.26.

Área para fase I. Las Celdas se conectan en serie con conectores y cables de cobre entre ellas, y a sus terminales positiva y negativa se conectan los cables del rectificador de 200 amperes (figura 1.25.). Se observan las válvulas desgasificadoras enroscadas a las celdas, con mangueras que salen de las mismas, y se introducen dentro de un recipiente con agua para liberar gases (figura 1.26.).

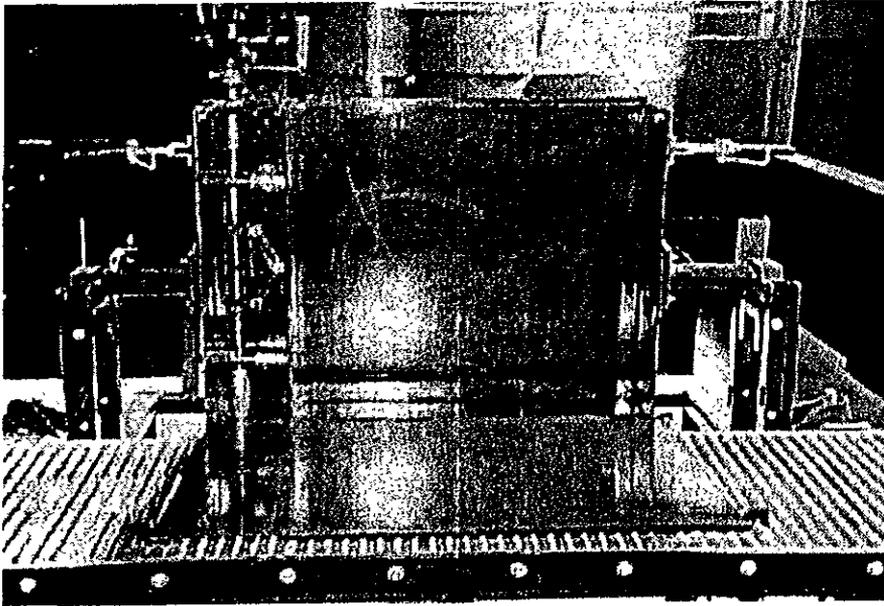


Figura 1.27.

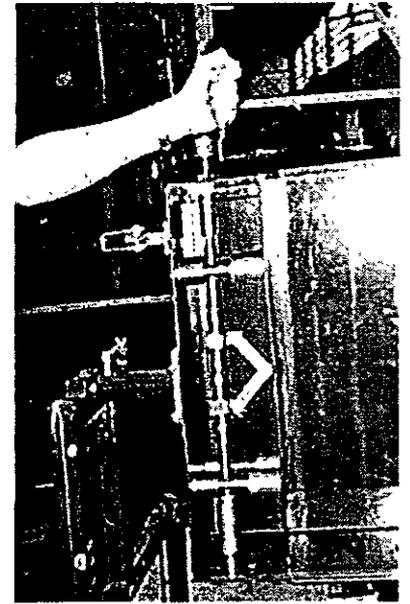


Figura 1.28.



Figura 1.29.

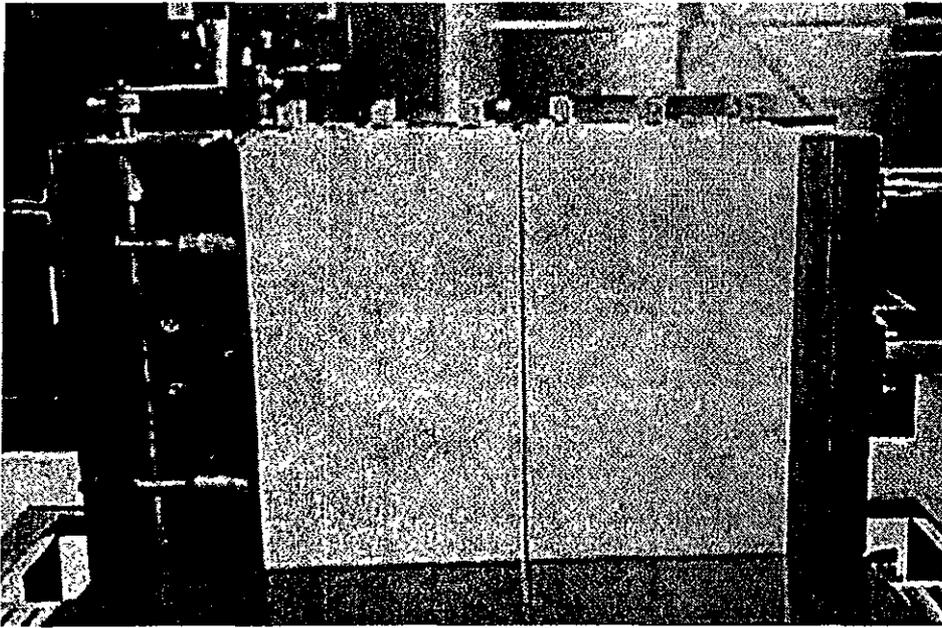


Figura 1.30.

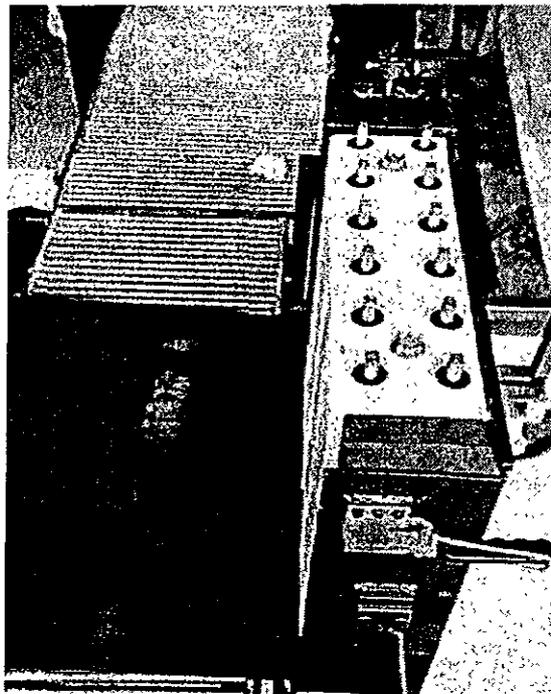


Figura 1.31.

Dispositivo de escurrimiento o carro virador de frente con la puerta abierta, la cual se apoya sobre la mesa con superficie de rodillos (figura 1.27.). Manija que presiona a las celdas para apretarlas dentro del virador (figura 1.28.). Acomodo de las celdas dentro de los carros viradores utilizando el sujetador de celdas y el polipasto, el empuje se hace manualmente (figura 1.29.). Se observan las celdas prensadas dentro de los carros viradores por la manija; se aprietan perfectamente dentro del virador; vista frontal (figura 1.30.) y vista lateral (figura 1.31.).

El carro virador es una especie de carretilla compuesta por una estructura con ruedas y por un dispositivo especial que sirve para cargar a las celdas, apretarlas, y voltearlas 180 grados para escurrirles completamente el ácido sobrante. La estructura con ruedas cuenta con un manubrio para que se pueda transportar a donde se requiera.

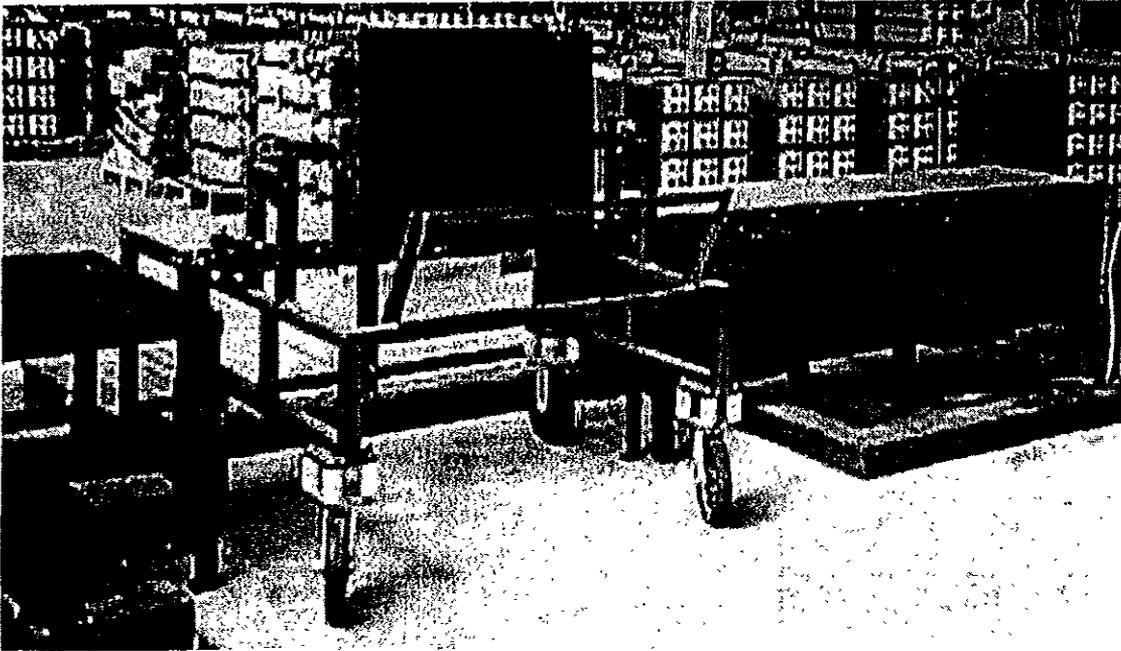


Figura 1.32.

Se aprecian de izquierda a derecha, vistos desde atrás: la mesa de desfleje, la mesa con superficie de rodillos, el carro virador junto a la mesa con superficie de rodillos (siempre se coloca junto a ésta), y los tanques de bicarbonato líquido y de agua respectivamente; ambos tanques cuentan también con superficie de rodillos, con el propósito de que la celda pueda deslizarse manualmente sobre los rodillos desde que sale del virador y se coloca sobre la mesa, hasta que pasa sobre el último tanque, evitando así que sea cargada manualmente.

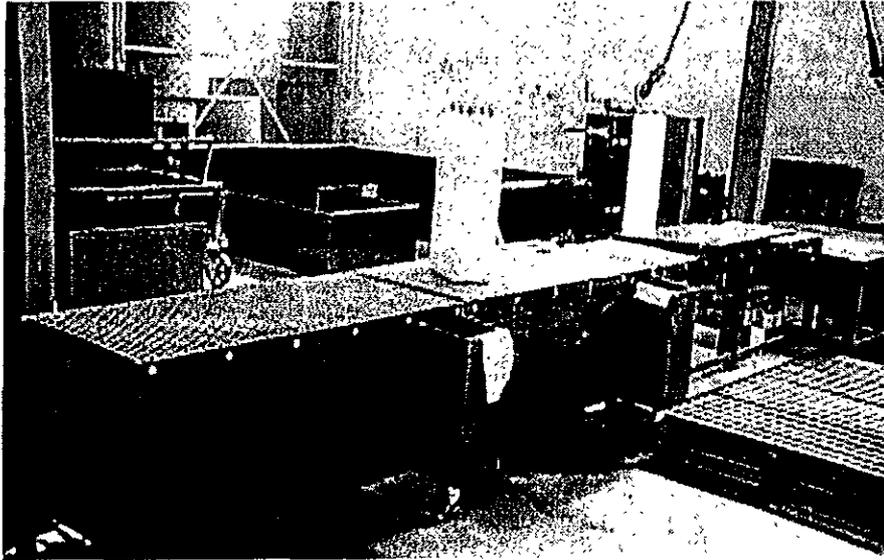


Figura 1.33.

Se aprecia una vista general del área de escurrimiento; se pueden ver ahora de frente y de derecha a izquierda: la mesa de desfleje, la mesa con superficie de rodillos, el carro virador junto a la mesa con superficie de rodillos, y los tanques de bicarbonato líquido y de agua respectivamente. Al fondo se aprecia el tanque donde se escurre el ácido. Pueden verse también la cadena y el gancho del polipasto, empleados para sacar a las celdas del virador, después de haberse escurrido.

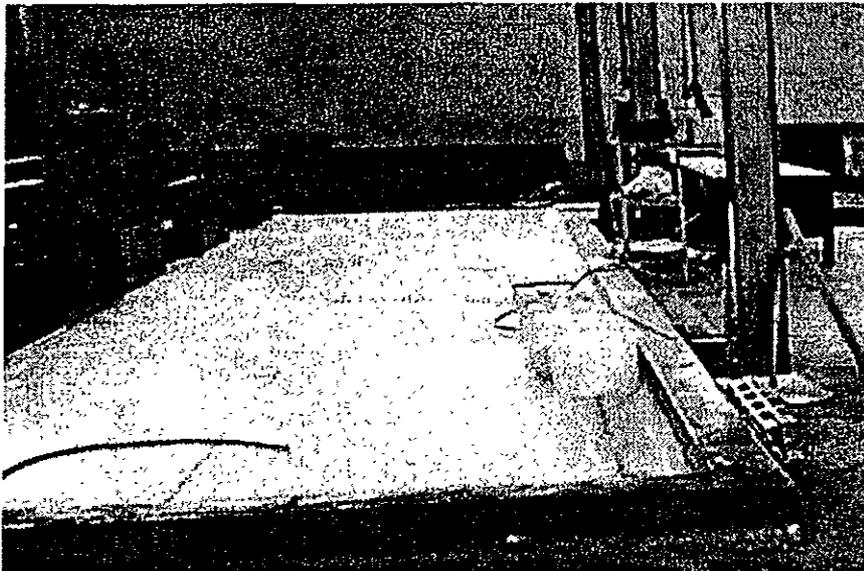


Figura 1.34.

Se aprecia el área de escurrimiento desde un costado; se observan: del lado izquierdo, el tanque donde se escurre el ácido; en medio, el piso cubierto de PVC (sobre este se transportan los carros viradores, desde la mesa con superficie de rodillos hasta el tanque donde se escurre el ácido, y de regreso); y del lado derecho, los tanques de escurrimiento y la estructura que detiene al polipasto.

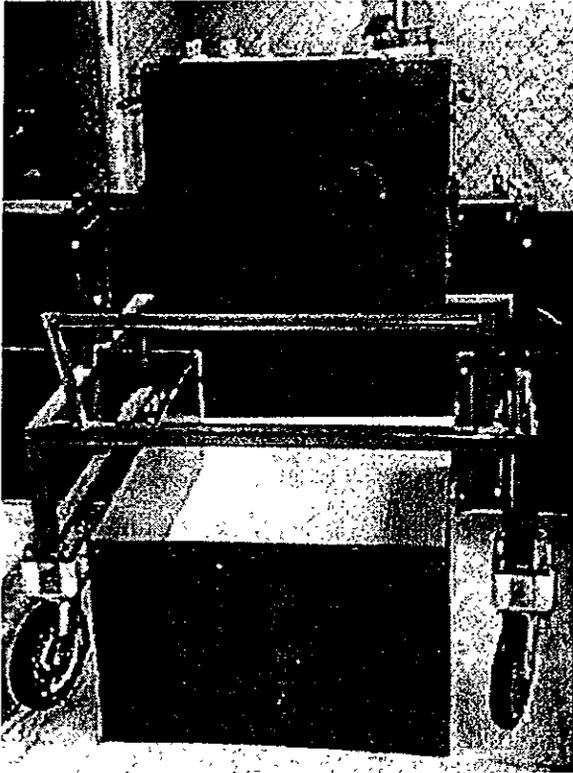


Figura 1.35.

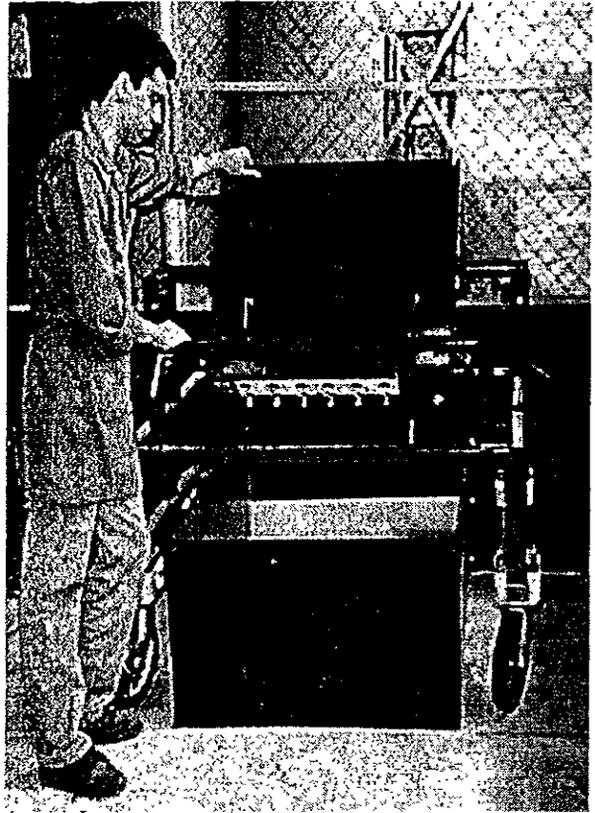


Figura 1.36.

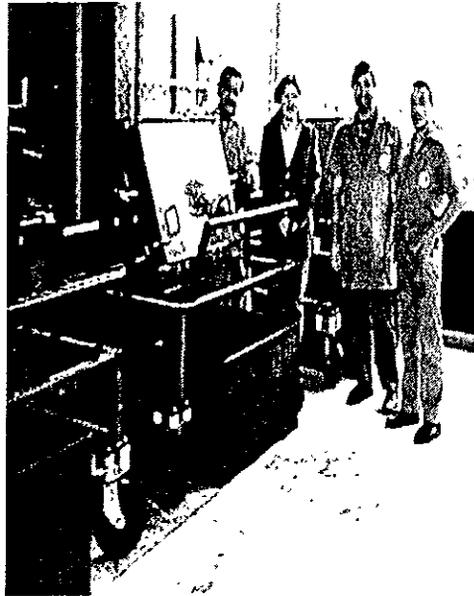


Figura 1.37.

El carro virador se transporta al tanque donde se escurre el ácido, y se coloca encima de éste (figura 1.35.). El operario gira el virador de modo que las celdas quedan boca abajo para escurrir el ácido sobrante; se acciona el cronómetro y se dejan escurriendo de 15 a 30 minutos, que es el tiempo necesario para que se escurra completamente el ácido (figura 1.36.). En la figura 1.37. se observan los carros viradores sobre los tanques de escurrimiento en el momento de verter el ácido (aparecen en la foto los técnicos encargados del proceso).

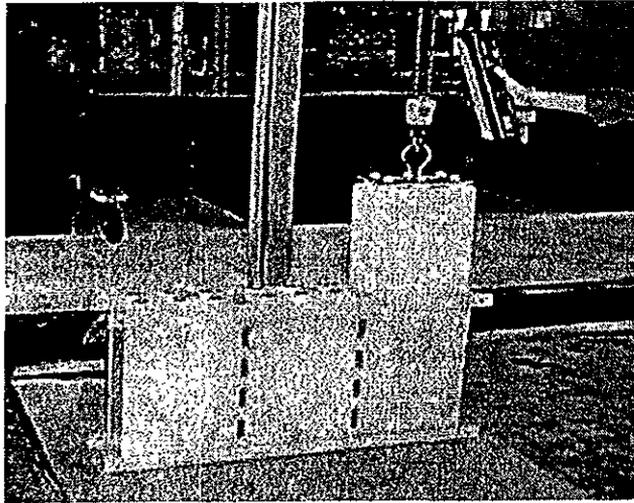


Figura 1.38.

Con la ayuda del polipasto se insertan las celdas dentro de los módulos conforme al diseño del tipo de banco de baterías; la celda debe colocarse lentamente en el módulo para evitar el desgarre de la jarra de plástico de la celda; el módulo debe ponerse siempre encima de una tarima de madera para evitar que se maltrate.

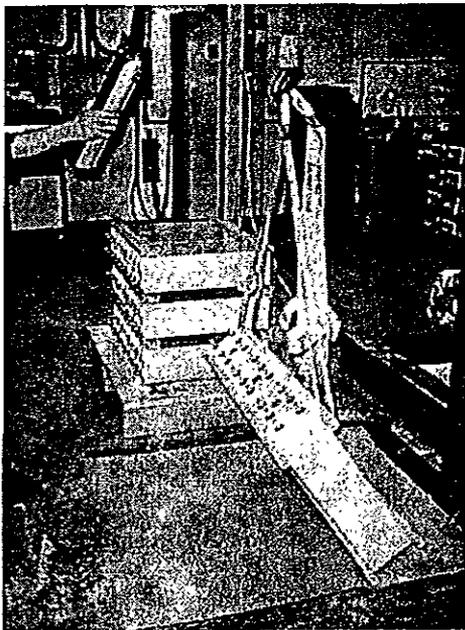


Figura 1.39

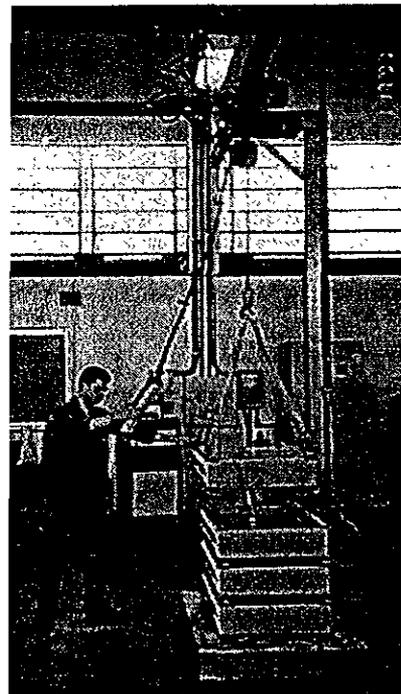


Figura 1.40.

Se utiliza el polipasto para ir acostando a los módulos horizontalmente sobre una tarima de madera, una vez que contienen el número de celdas conforme al diseño del tipo de banco de baterías; el siguiente módulo que se monta, se coloca encima del anterior, y así sucesivamente hasta completar el número de módulos necesario (figura 1.39.). Esta operación continua hasta que el banco queda completamente montado, dependiendo del diseño del tipo de banco de baterías que se esté produciendo; los módulos se atornillan perfectamente entre ellos (figura 1.40.).



Figura 1.41.

Área para las fases II y III. Los bancos de baterías se encuentran en el ciclo de carga – descarga – recarga ó fase II de 200 amperes rectificadores. También en esta posición entran en la fase III de 5 amperes rectificadores. Las celdas están conectadas en serie dentro de los bancos, y los bancos también están conectados en serie entre ellos, para así tener solamente dos terminales, una positiva y una negativa, a las cuales se conectan, primero en la fase II, los cables del rectificador de 200 amperes, y después, en la fase III, los cables del rectificador de 5 amperes.

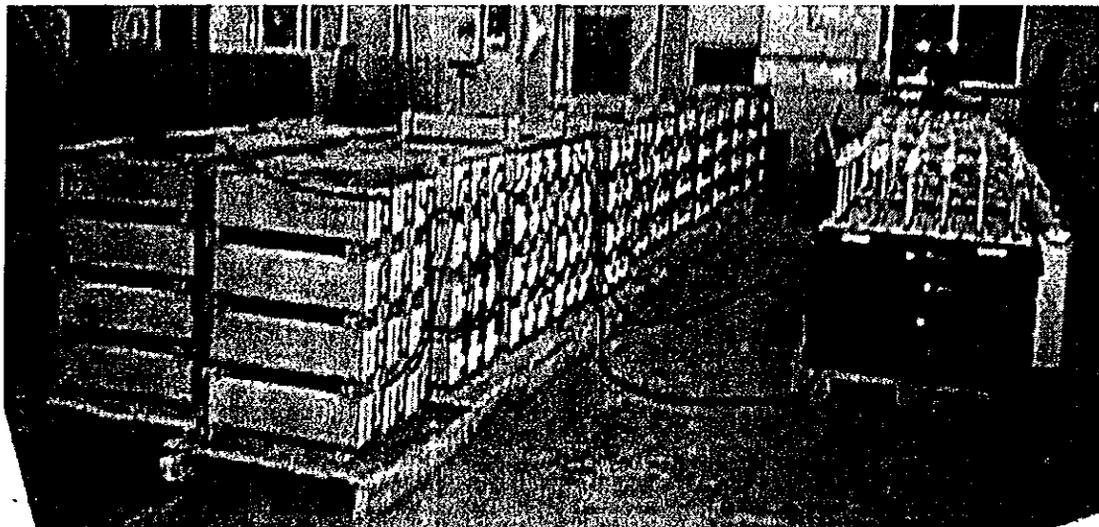


Figura 1.42.

Área para las fases I, II y III. Se pueden observar en ésta foto las tres fases del proceso, del lado derecho se perciben las celdas en la fase I de 200 amperes de carga de activación y del lado izquierdo los bancos de baterías en las fases II y III de 200 y 5 amperes rectificadores respectivamente.

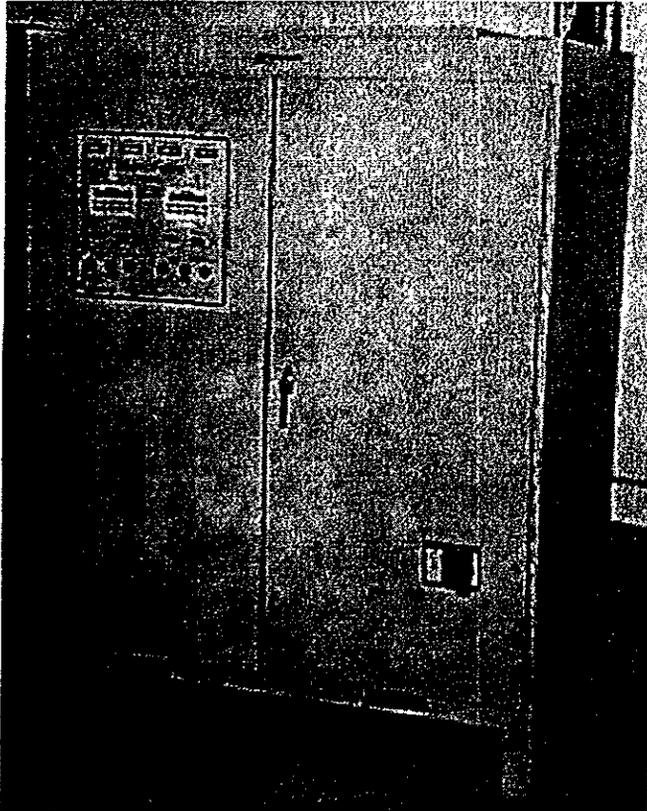


Figura 1.43.

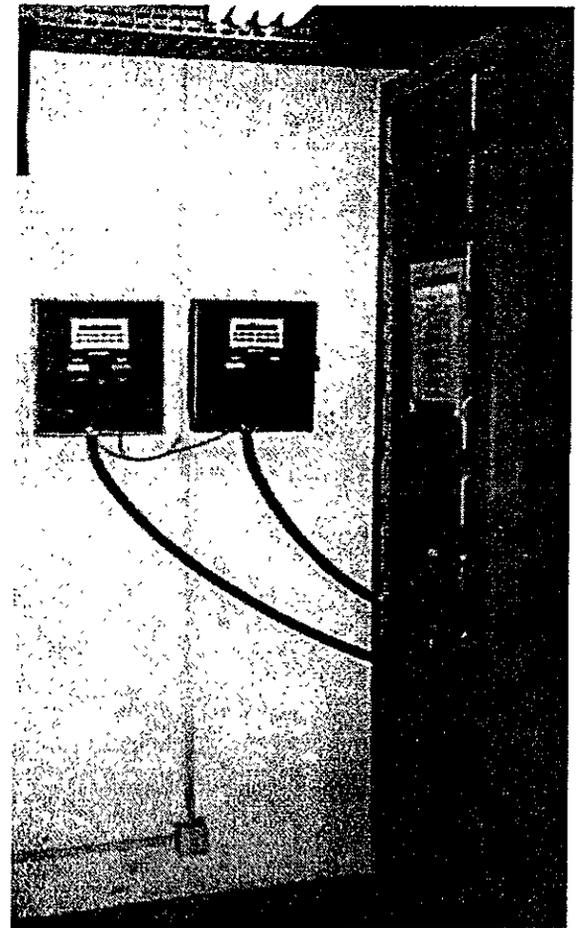


Figura 1.44.



Figura 1.45.

Rectificador de 200 amperes (figura 1.43.). Rectificador de 5 amperes (figura 1.44.). Ambos aparatos envían ciclos de carga, descarga y flotación a las celdas para energizar las baterías; ambos aparatos son controlados por el equipo de cómputo (figura 1.45.), desde el cual, los programas regulan los ciclos de carga, descarga y flotación.



Figura 1.48.

Los bancos de baterías terminados se almacenan en el closet de producto terminado, el cual está bajo techo en un lugar fresco, limpio, seco y nivelado, ya que los bancos se deben almacenar a temperaturas que oscilen entre los -18°C y los 32°C (temperatura ambiente), y deben permanecer en posición horizontal únicamente.

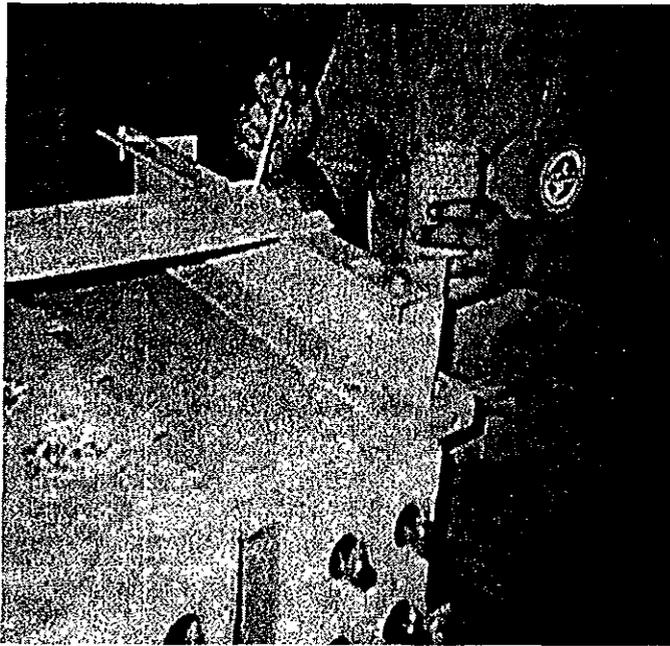


Figura 1.46.

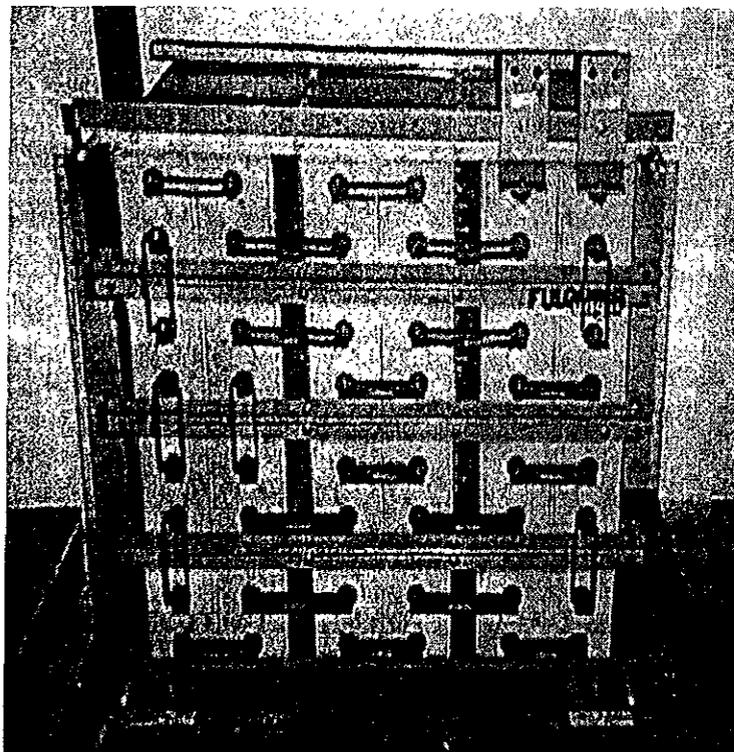


Figura 1.47.

Área de pruebas y empaque. Se aplica un retoque de pintura al módulo porque fue necesario (figura 1.46.); ya antes de esto se le aplicó grasa neutra (no óxida) en las conexiones de todos los postes de las celdas y se limpiaron o neutralizaron las cubiertas y los módulos del banco. Los bancos de baterías tienen ésta apariencia una vez terminados (figura 1.47.).

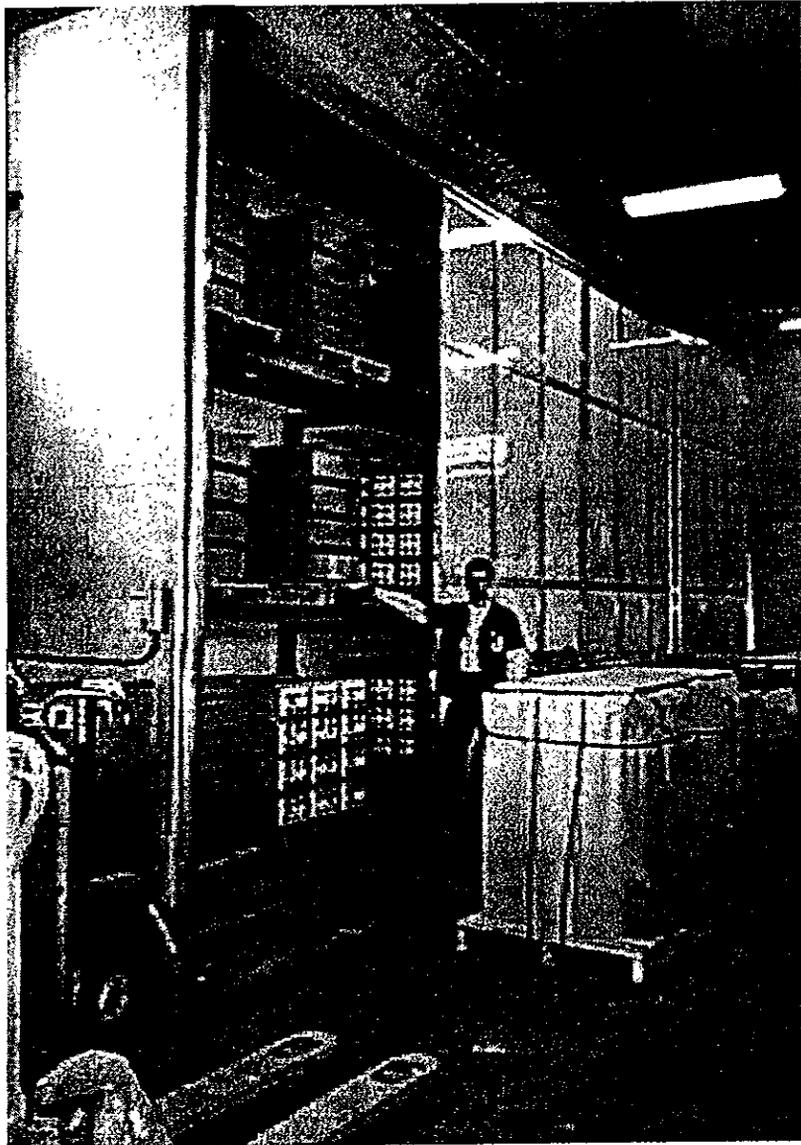


Figura 1.48.

Los bancos de baterías terminados se almacenan en el closet de producto terminado, el cual está bajo techo en un lugar fresco, limpio, seco y nivelado, ya que los bancos se deben almacenar a temperaturas que oscilen entre los -18°C y los 32°C (temperatura ambiente), y deben permanecer en posición horizontal únicamente.

2. Distribución de planta

2.1. Definición

Conocido en México también como Lay Out. Es la organización de los medios físicos de una empresa para promover la utilización eficiente del equipo, los materiales, los recursos humanos y la energía con que cuenta.

2.2. Situación actual en Brasil

2.2.1. Localización

La planta de acumuladores industriales Fulguris L.T.D.A. se encuentra en una zona industrial de la ciudad de Guarulhos, en Sao Paulo Brasil.

2.2.2. Descripción del local

La planta ocupa un área de 450 metros cuadrados, teniendo 30 metros de largo por 15 de ancho. La altura de la planta es aproximadamente de 10 metros. Cuenta también con un cuarto de 15 metros cuadrados dividido en dos partes, destinado para albergar a los rectificadores en una parte y al equipo de cómputo en la otra.

La planta cuenta con dos entradas: la entrada principal, que se encuentra a un costado del closet de *producto terminado*, es de 3.5 metros de largo y da a la calle; la otra entrada se encuentra en el almacén de materia prima y es más pequeña, mide 2 metros de largo y da a un anexo de la empresa.

2.2.3 Plano de distribución de planta

En la figura 2.1. se muestra la distribución actual de planta del proceso de producción de baterías estacionarias en Brasil.

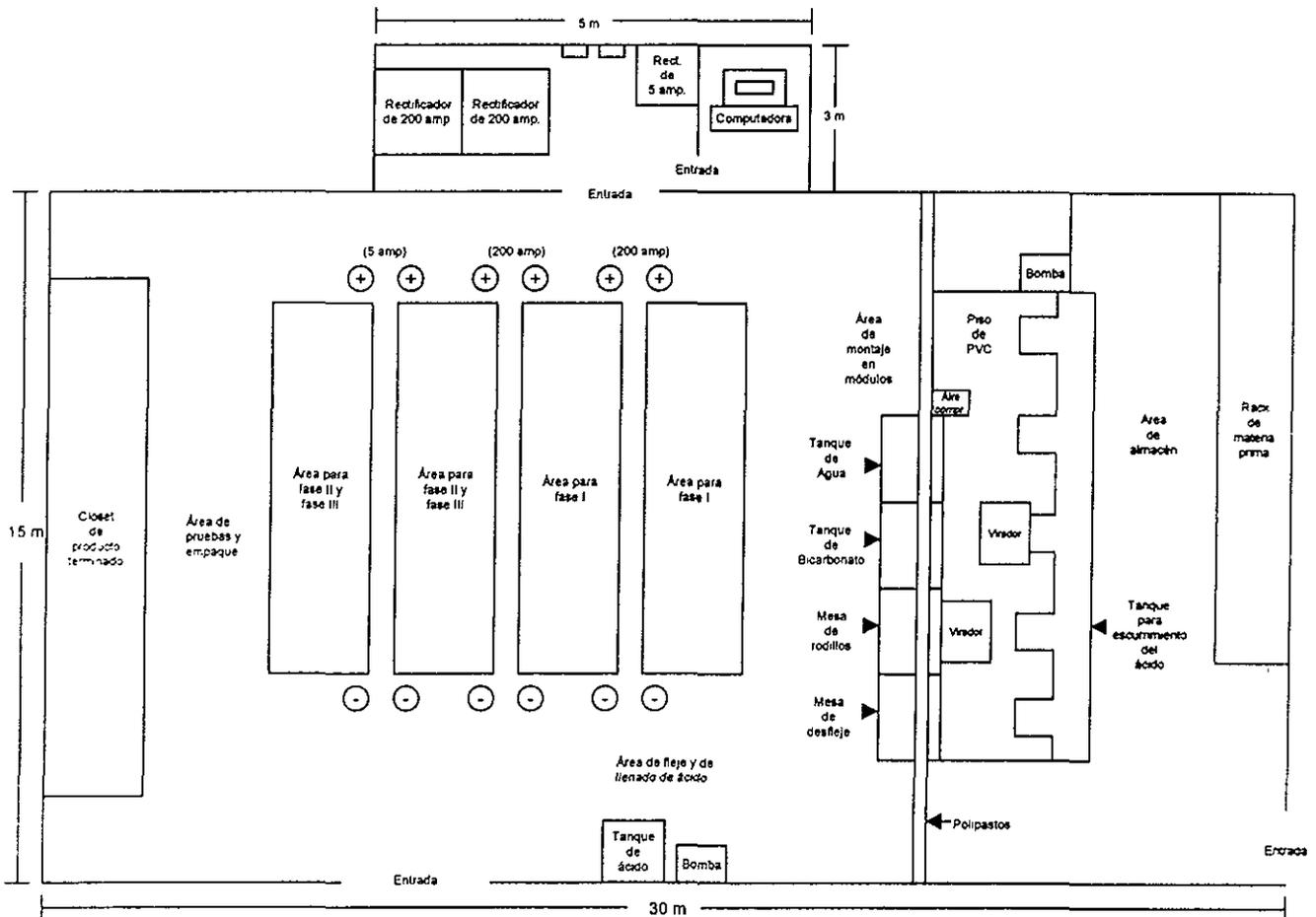


Figura 2.1. Plano de Distribución de Planta del proceso actual en Brasil

2.2.4. Proceso de producción

En este proceso de producción intervienen diferentes factores tales como: los materiales, la maquinaria y/o los equipos, la mano de obra, y las diferentes operaciones que constituyen el proceso.

2.2.4.1. Materiales

El Material en sí es aquello que sirve para elaborar un producto. En este caso, la mayoría de las partes que forman el banco de baterías son compradas, y se utilizan materiales para complementar el proceso, los cuales no necesariamente son parte del banco de baterías, pero son indispensables para su terminación.

Las partes compradas que se emplean en las operaciones de producción de baterías estacionarias, por orden de utilización en el proceso, son las siguientes:

- Celdas vacías de diferentes números de placas en su interior, tapadas cada una con: una válvula de seguridad ó primera tapa, un arrestor de flama y una cubierta o segunda tapa de seguridad.
- Tarimas de madera definitivas para sostener el banco de baterías.
- Conectores de cobre plumbizados para evitar la corrosión de los mismos.
- Tornillos hexagonales de ¼-20 X 1 ¼" de acero inoxidable, con tuerca, roldana de presión y dos roldanas planas.
- Módulos de fierro cubiertos con una gruesa capa de pintura resistente a la corrosión.
- Barras retenedoras del mismo material de los módulos.
- Tornillos hexagonales de ¼-20 X ¾" tropicalizados, con roldana de plana y roldana de presión para detener a las celdas dentro de los módulos.
- Tornillos hexagonales galvanizado de 3/8-20 X 1¼" con tuerca, roldana de presión y dos roldanas planas para atornillar a los módulos entre ellos.
- Etiquetas de identificación del tipo de batería.
- Etiquetas de polaridad.
- Etiquetas de numeración de celdas.
- Etiquetas de seguridad de los módulos.
- Plásticos protectores de los conectores.
- Eslingas (accesorios del banco para que pueda ser cargado).

Los materiales empleados en las operaciones de producción de baterías estacionarias, por orden de utilización en el proceso, son los siguientes:

- Cinta de fleje y grapas.
- Electrolito o ácido sulfúrico de 1.300 g/dm³ de densidad a 25°C (temperatura ambiente).
- Bicarbonato líquido.
- Agua.
- Grasa no-óxida ó neutra.
- Pintura para retocar.
- *Material para limpieza final del banco.*
- Material de empaque: cartón corrugado, plástico poliestrech y papel kraft.

2.2.4.2. Maquinaria y equipo

La maquinaria y/o el equipo en una empresa es el conjunto de instrumentos destinados a proporcionar un servicio específico a la parte del proceso de fabricación que lo necesite; estos instrumentos reciben una cierta energía definida para transformarla y restituirla en forma más apropiada o para producir efectos determinados.

La maquinaria y/o el equipo que se emplea en las operaciones de producción de baterías estacionarias, por orden de utilización en el proceso, es el siguiente:

- Montacargas para bajar las tarimas de celdas del rack.
- Patín para transportar las tarimas con celdas dentro de la planta sin ocupar tanto espacio.
- Equipo de llenado automático al vacío, el cual consta de una bomba anticorrosiva puesta en alto sobre una mesa, que tiene una pistola para llenar a las celdas con ácido.
- Rectificador de activación de 200 amperes con cables de salida calibre 2/0 AWG, con zapatas de 1/4" Ø en cada terminal (positiva y negativa); se sujetan a la terminales de las baterías con tornillos, roldanas y tuercas de 1/4-20 X 1 1/4 " de acero inoxidable.
- Rectificador de activación de 5 amperes con cables de salida calibre 12 AWG, con zapatas de 1/4" Ø en cada terminal (positiva y negativa); se sujetan a la terminales de las baterías con tornillos, roldanas y tuercas de 1/4-20 X 1 1/4 " de acero inoxidable.
- Equipo de cómputo, que consiste en una impresora y en una computadora con un software especial de programas para ciclos de carga de activación.
- Llaves españolas de diferentes medidas con mangos aislantes para ajustar tornillos.
- Polipasto.
- Dispositivos de escurrimiento ó carros viradores para escurrir el ácido de las celdas.
- Bomba anticorrosiva para succión del ácido sobrante.
- Equipo de secado de aire comprimido que consta de una manguera con una pistola y de una compresora.
- Torquímetro manual de carátula.
- Multímetro.

Los elementos complementarios al equipo, empleados en las operaciones de producción de baterías estacionarias, por orden de utilización en el proceso, son los siguientes:

- Rack que funciona como almacén de materia prima.
- Láminas de fierro para flejar o acorrallar a las celdas; están cubiertas con pintura a prueba de ácido.
- Tarimas de plástico para cargar los corrales de celdas cuando éstas se llenan de ácido.

- Tanque de polipropileno, contenedor del ácido usado para llenar a las celdas.
- Cables intermedios de interconexión entre celdas calibre 4 AWG con zapatas de ¼" Ø, que se sujetan con tornillos, roldanas y tuercas de ¼-20 X 1¼" de acero inoxidable.
- Válvulas desgasificadoras con manguera de hule.
- Recipientes con agua.
- Mesa para desflejar o desacorralar las celdas.
- Sujetador de celdas de madera con tornillos de acero inoxidable de ¼" Ø.
- Mesa con superficie de rodillos para deslizar fácilmente las celdas.
- Tanque ó fosa forrada de plástico donde se escurre el ácido sobrante.
- Porriones de PVC para guardar el ácido de desecho.
- Tanques de bicarbonato líquido y de agua, cada uno con superficie de rodillos que permite un desplazamiento manual accesible de las celdas, cuando éstas están siendo lavadas.
- Closet de producto terminado.

2.2.4.3. Mano de Obra

Los ciclos programados de carga de activación del proceso, suelen durar más de 24 horas, por lo que en esta planta fue necesario contratar 2 turnos para que cubrieran toda la noche. En el turno de 7 de la mañana a 5 de la tarde (horario normal de oficinas de la planta), cubren el proceso 3 técnicos y 3 obreros. En el turno del resto del día, lo cubren sólo dos técnicos, ya que únicamente inspeccionan que los ciclos de carga se desarrollen adecuadamente.

2.2.4.4. Descripción del proceso

El análisis de métodos se emplea para diseñar un nuevo centro de trabajo o para mejorar uno ya en operación; es útil además para presentar en forma clara y lógica la información de los hechos relacionados con el proceso.

Las operaciones del proceso en Brasil tienen una secuencia específica, por lo que es recomendable utilizar el análisis de métodos para describirlo de una manera clara.

El primer paso es reunir todos los hechos necesarios relacionados con la operación o el proceso: operaciones, materiales, equipos, tiempos de operación, distancias recorridas.

Una vez reunida la información, se procede a elaborar un diagrama de proceso. El diagrama de proceso es una representación gráfica relativa a un proceso industrial o administrativo. Existen diferentes diagramas de proceso. En éste caso, para describir las operaciones del proceso ya existente de baterías estacionarias en Brasil, en una forma ordenada y clara, se utilizarán tres tipos de diagramas de proceso: el diagrama de operaciones del proceso, el diagrama de flujo o curso del proceso y el diagrama de recorrido de actividades.

2.2.4.4.1. Utilizando un diagrama de operaciones del proceso

2.2.4.4.1.1. Definición

El diagrama de operaciones del proceso muestra en una secuencia cronológica, cada operación, inspección, márgenes de tiempo y materiales a utilizar de un sistema de producción, que se requieren para fabricar y/o ensamblar todas las piezas de un producto; desde la primera hasta la última operación; desde que comienza el proceso hasta que se empaca el producto terminado.

Incluye en una hoja cada operación e inspección de producción o de ensamble de las partes del producto. Normalmente se comienza anotando el primer paso en una línea horizontal en la parte superior derecha de la hoja, y el siguiente a la izquierda de éste, y así sucesivamente hasta anotar todas las operaciones de derecha a izquierda; se traza una línea vertical que baja de la mitad de la línea horizontal para conectar los círculos que muestran los pasos del proceso de fabricación. Una vez que se realizan estos trazos, se ve un flujo uniforme. Algunas partes no requieren pasos de fabricación debido a que se compran ya listas para ser ensambladas; éstas se anotan en una línea horizontal encima de la operación a la que corresponden.

El diagrama de operaciones del proceso es diferente para cada producto, por lo que no existe una hoja estándar. El círculo es aceptado universalmente como el símbolo de operación. Los siguientes pasos muestran el procedimiento para elaborar un diagrama de operaciones del proceso:

1. Identificar las partes que se van a manufacturar y aquellas que se van a comprar completas.
2. Determinar las operaciones requeridas para fabricar cada parte y la secuencia de éstas.
3. Determinar la secuencia de ensamble de las partes fabricadas y de las partes compradas.
4. Encontrar la parte primaria, con ésta se comienza el proceso de ensamble. Anotar esta parte en una línea horizontal en la parte superior derecha de la hoja de trabajo. Extender una línea vertical que baje del final de la línea horizontal y anexarle un círculo para cada operación, comenzando con la primera operación listando hasta la última en orden descendente.
5. Anexar la segunda parte de lado izquierdo de la primera parte y la tercera parte del lado izquierdo de la segunda, y así anexar consecutivamente todas las partes manufacturadas. Todos los pasos de fabricación se listan debajo de las partes con un círculo que representa cada operación.
6. Trazar una línea horizontal desde la base de la última operación de la segunda parte a la primera parte justo debajo de su operación final de fabricación y justo encima de la primera operación de ensamble. Dependiendo de cuántas partes junta el primer ensamblador, el tercero, el cuarto, etc., las partes fluirán dentro de la línea vertical de la primera parte, pero siempre encima del círculo de ensamble para esa operación de ensamble.
7. Introducir todas las partes compradas anotándolas en líneas horizontales encima del círculo de la operación de ensamble en donde pertenecen.
8. Anotar tiempos estándares, números de operación, y descripciones de operación cerca y dentro del círculo anteriormente explicado.

9. Hacer la suma total de horas por unidad y anexar este total en la base derecha debajo de la última operación de ensamble o de empaquetado.

2.2.4.4.1.2. Diagrama

Se opta por utilizar el diagrama de operaciones del proceso para describir más claramente el proceso de Brasil, debido a que éste diagrama muestra en una sola hoja, una extensa información de lo que sucede en el proceso: las operaciones, los materiales ó las partes compradas, la secuencia de fabricación, la secuencia de ensamble, el equipo que se necesita y los tiempos estándares.

Siguiendo los pasos del procedimiento para elaborar un diagrama de operaciones del proceso, se obtiene lo siguiente:

- En la lista de materiales del punto 2.2.4.1. se listan todos los materiales que se utilizan en este proceso.
- La siguiente lista refleja en orden cronológico las operaciones del proceso:

LISTA DE OPERACIONES

1. Comprar con diferentes proveedores, todos los materiales que forman el producto total de este proceso; las celdas únicamente las provee una planta en Estados Unidos.
2. Desempacar el número de celdas que requiera la orden de producción (normalmente son 96 celdas, que es la capacidad del equipo), bajándolas con montacargas de los racks donde se almacenan. Realizar una breve inspección sobre las mismas para verificar que no lleguen dañadas.
3. Formar de seis en seis celdas y flejarlas o acorralarlas entre dos láminas de fierro, sobre tarimas de plástico, presionándolas con cinta de fleje y grapas; las láminas de fierro deben estar cubiertas con pintura a prueba de ácido. Es importante que las celdas queden fijas e inmóviles.
4. Formar una fila de 16 flejes de 6 celdas en tarimas ó pallets, ayudándose con el patín (las 96 celdas desempacadas quedan acomodadas).
5. Destapar las celdas, retirando la primera tapa ó válvulas de seguridad de las mismas.
6. Con el equipo de llenado automático al vacío, llenar las celdas hasta el tope con electrolito ó ácido sulfúrico de 1.300 g/dm³ de densidad a 25°C (temperatura ambiente); el operador tiene que usar el equipo de seguridad personal, ésta operación termina cuando ya no existe variación de volumen de ácido dentro de las celdas.
7. Aún destapadas, conectar todas las celdas en serie, con cables intermedios de interconexión de cobre calibre 4 AWG, teniendo cuidado con la polaridad y con el ajuste de los tornillos y tuercas.

- 8 Enrosca las válvulas desgasificadoras en donde se encontraban las tapas de las celdas, y colocar sus mangueras dentro de un recipiente con agua para liberar gases.
- 9 Conectar los cables del cargador de 200 amperes ó fase I de activación, a las terminales del banco de baterías, teniendo cuidado con la polaridad (positivo a positivo y negativo a negativo).
- 10 Encender el rectificador de 200 amperes y conectar el equipo de cómputo al programa de carga de activación que corresponde al tipo de batería en cuestión, las celdas se cargan automáticamente de acuerdo al programa, el cual se fija de acuerdo a las características propias de las celdas, proporcionando así el ciclo de: Carga – Descarga – Recarga – Descarga – Recarga ó fase I de activación.
- 11 Desconectar los cables del cargador de 200 amperes de las terminales del banco de baterías al término del programa.
- 12 Retirar las válvulas desgasificadoras y sus mangueras de las celdas, guardándolas en un lugar seguro.
- 13 Retirar los cables intermedios de interconexión de cobre calibre 4 AWG de las celdas guardándolos en un lugar seguro junto con sus tornillos.
- 14 Con la ayuda del montacargas, subir los corrales de celdas a la mesa de desflejado y desflejarlas.
- 15 Colocar las celdas dentro de los carros viradores utilizando el sujetador de celdas de madera y el polipasto, y asegurarlas perfectamente dentro del virador utilizando los elementos de sujeción del mismo.
- 16 Colocar el carro virador encima del tanque donde se escurre el ácido y girar el virador de modo que las celdas quedan boca abajo para escurrir el ácido sobrante; se acciona el cronómetro y se dejan escurriendo de 15 a 30 minutos, que es el tiempo necesario para que se escurra completamente el ácido.
- 17 Oscilar el virador en el proceso para acelerar la salida del ácido.
- 18 Cuando las celdas dejen de gotear, tornar el virador a su posición original boca arriba.
- 19 Durante el proceso de escurrimiento de ácido de las celdas, encender la bomba que succiona el ácido sobrante que se escurrió en el tanque, ésta lo conduce al interior de los porrones de PVC, en los que se almacena por seguridad.
- 20 Retirar las celdas del virador utilizando el polipasto, colocándolas sobre la mesa con superficie de rodillos.
- 21 Tapar las celdas nuevamente con la primera tapa ó válvula de seguridad de las mismas.
- 22 Deslizar a las celdas, de la mesa hacia el tanque de bicarbonato líquido con superficie de rodillos, y neutralizar el ácido de la cubierta externa de la celda, enjuagándola con bicarbonato.

- 23 Deslizar a las celdas, del tanque de bicarbonato líquido hacia el tanque de agua con superficie de rodillos, y lavar la cubierta externa de la celda, enjuagándola con agua.
- 24 Secar las celdas con la pistola de aire comprimido (utilizar un trapo cuando sea necesario).
- 25 Con la ayuda del polipasto insertar las celdas dentro de los módulos conforme al diseño del tipo de banco de baterías; la celda debe colocarse lentamente dentro del módulo para evitar el desgarre del plástico de la celda; el módulo debe ponerse siempre encima de una tarima de madera para evitar que se maltrate.
- 26 Darle un torque definitivo de 12 a 14 lbs-pulg a la tapa ó válvula de seguridad de la celda una vez que ésta se encuentre dentro del módulo, utilizando el torquímetro de carátula, inspeccionando que la celda quede cerrada y exenta de daños.
- 27 Fijar definitivamente las celdas dentro de los módulos, asegurándolas con barras de fierro y con tornillos, tuercas y roldanas tropicalizados de $\frac{1}{4}$ -20 x $\frac{3}{4}$ ".
- 28 Se utiliza el polipasto para acostar horizontalmente a los módulos sobre una tarima de madera, una vez que contienen el número de celdas conforme al diseño del tipo de banco de baterías; el siguiente módulo que se monta, se coloca encima del anterior, y así sucesivamente hasta que el banco queda completamente montado de acuerdo al diseño del tipo de banco de baterías que se esté produciendo. Atornillar los módulos perfectamente entre ellos.
- 29 Identificar al banco de baterías pegándole las etiquetas de identificación del tipo de batería, donde se anoten sus especificaciones: orden de producción, cliente, tipo de banco y fecha.
- 30 Interconectar a las celdas en serie dentro de los bancos con conectores y cables de cobre plumbizados, conectándolos conforme al diseño del tipo de banco de baterías e interconectar a los bancos en serie con cables de cobre calibre 4 AWG entre ellos, para así tener solamente dos terminales.
- 31 Conectar los cables del cargador de 200 amperes ó fase II de activación, a las terminales del banco de baterías, teniendo cuidado con la polaridad (positivo a positivo y negativo a negativo).
- 32 Encender el rectificador de 200 amperes y conectar el equipo de cómputo al programa de carga de activación que corresponde al tipo de batería en cuestión, las celdas se cargan automáticamente de acuerdo al programa, el cual se fija de acuerdo a las características propias de las celdas, proporcionando así el ciclo de: Carga – Descarga– Recarga ó fase II de activación.
- 33 Desconectar los cables del cargador de 200 amperes de las terminales del banco de baterías al término del programa.
- 34 Conectar los cables del cargador de 5 amperes ó fase III de activación, a las terminales del banco de baterías, teniendo cuidado con la polaridad (positivo a positivo y negativo a negativo).

- 35 Encender el rectificador de 5 amperes y conectar el equipo de cómputo al programa de carga de flotación ó fase III de activación, que corresponde al tipo de batería en cuestión, las celdas se cargan automáticamente de acuerdo al programa, el cual se fija de acuerdo a las características propias de las celdas, proporcionando un voltaje de flotación para que las celdas permanezcan al voltaje al que fueron cargadas.
- 36 Al término del programa, desconectar los cables del cargador de 5 amperes de las terminales del banco de baterías; al hacer esto el proceso de activación de baterías queda terminado.
- 37 Retirar los cables de interconexión calibre 4 AWG de los bancos de baterías, dejando los conectores de cobre, ya que éstos son parte definitiva del banco de baterías.
- 38 Medir el voltaje del banco con un multímetro, el voltaje final deberá ser aproximadamente igual al voltaje de una celda multiplicado por el número de celdas que se tengan.
- 39 Con una brocha, aplicar grasa no óxida ó neutra en las conexiones de todos los postes.
- 40 Limpiar ó neutralizar las cubiertas y los módulos del banco, y dar un retoque de pintura al módulo cuando sea necesario.
- 41 Instalar sobre la válvula de seguridad ó primera tapa de las celdas, el arrestor de flama y la cubierta o segunda tapa de seguridad.
- 42 Pegar las etiquetas de polaridad en el banco de baterías.
- 43 Numerar las celdas individualmente en secuencia pegando las etiquetas de número de serie, empezando con el número uno en el lado positivo de la primer celda (la de hasta arriba), esto con el fin de identificarlas.
- 44 Empacar los accesorios complementarios del banco: plásticos protectores, eslingas y latas de grasa neutra.
- 45 Empacar el banco de baterías envolviéndolo con cartón corrugado, plástico poliestrech y papel kraft, pero anexándole sus accesorios, y el manual de operación e instalación de la fábrica.
- 46 El banco de baterías se almacena en el closet de producto terminado, el cual está bajo techo en un lugar fresco, limpio, seco y nivelado, ya que los bancos deberán almacenarse a temperaturas que oscilen entre los -18°C y los 32°C, y deben permanecer en posición horizontal únicamente.

- Siguiendo el procedimiento citado en el punto 2.2.4.4.1.1. se traza el diagrama de operaciones de la figura 2.2.:

DIAGRAMA DE OPERACIONES

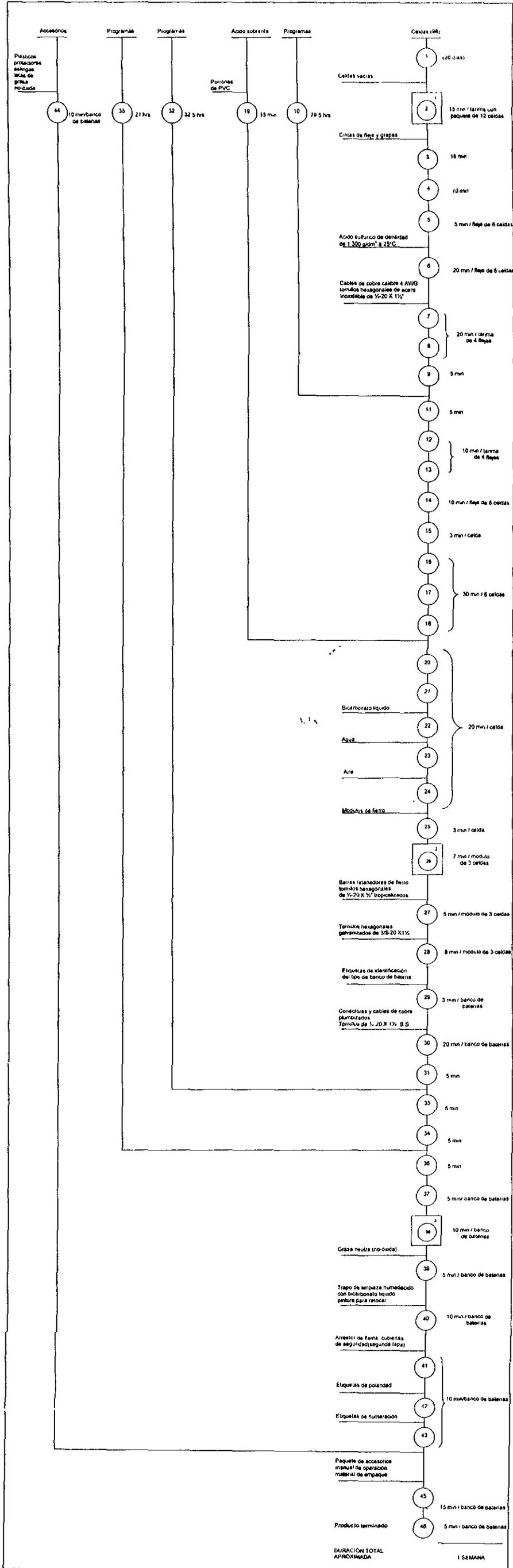


Figura 2 2

2.2.4.4.2. Utilizando un diagrama de flujo o curso del proceso

2.2.4.4.2.1. Definición

Este diagrama contiene en general muchos más detalles que el de operaciones, por lo tanto no se adapta al caso de considerar ensambles complicados. Este diagrama es especialmente útil para poner de manifiesto distancias recorridas, retrasos y almacenamientos temporales. Además de registrar las operaciones y las inspecciones, el diagrama de flujo de proceso muestra todos los traslados y retrasos de almacenamiento con los que tropieza un artículo en su recorrido por la planta. Este diagrama se utiliza como instrumento de análisis para eliminar los costos ocultos.

Se utilizan los siguientes símbolos de eventos para registrar todo lo que le sucede a las partes del producto:

- Operación, trabajo sobre la parte.
- \Rightarrow Transporte, movimiento de la parte de un lugar a otro.
- ∇ Almacenamiento, cuando una pieza se retira y protege contra un traslado no autorizado.
- D** Demora o retraso, almacenaje muy temporal, no se permite a una pieza ser procesada inmediatamente.
- Inspección, control de calidad, trabajo sobre el producto.
- Actividad combinada, un operario efectúa una operación y una inspección en una estación de trabajo.

Generalmente se usan dos tipos de diagrama de flujo: de producto y operativo. Mientras el diagrama de producto muestra todos los detalles de los hechos que tienen lugar para un producto o un material, el diagrama de flujo operativo muestra los detalles de cómo una persona ejecuta una secuencia de operaciones.

Los diagramas de curso se elaboran de la siguiente manera:

1. El diagrama debe identificarse correctamente con un título.
2. Se traza una corta línea vertical de flujo de longitud del primer símbolo del evento al siguiente.
3. A la derecha del símbolo del evento se anota una breve descripción del movimiento
4. A la izquierda del símbolo se indica el tiempo requerido para desarrollar el evento.
5. A la izquierda del tiempo se indica la distancia recorrida si existe.
6. Se continúa este procedimiento de diagramación registrando todas las operaciones, inspecciones, movimientos, demoras y almacenamientos que ocurran durante el procesado de la pieza. La línea de flujo viaja como una sola línea uniendo los eventos del primero al último.
7. Se numeran cronológicamente para futuras referencias todos los eventos utilizando una serie particular para cada clase de evento.

8. El símbolo de transporte se utiliza para indicar el sentido de la circulación. Cuando hay flujo en línea recta se coloca el símbolo con la flecha apuntando hacia la derecha del papel. Cuando el proceso se invierte o retrocede, el cambio de sentido o dirección se señala dibujando la flecha de modo que apunte a la izquierda.

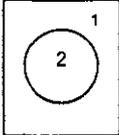
2.2.4.4.2.2. Diagrama

Como el proceso de baterías estacionarias corresponde a un ensamble sencillo y no a un ensamble complicado, se utiliza el diagrama de flujo o curso de producto para describir el proceso de baterías estacionarias de Brasil, acomodándolo a conveniencia para hacer entendible qué sucede en los eventos, qué tiempos toma realizar los eventos, y qué distancia se recorre.

Debido a que este diagrama se utiliza como un instrumento de análisis para eliminar los costos ocultos, se pueden identificar claramente todos los transportes, retrasos y almacenamientos, lo que resulta conveniente en el momento en que se pretenda instalar en México para reducir la cantidad y la duración de estos elementos; aunque cabe aclarar que este proceso no puede realizarse en menos de una semana, porque así lo requiere el producto debido a que su calidad se basa en la formación que tengan las baterías gracias a la duración específica de los programas computarizados.

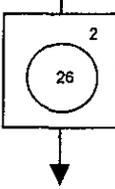
Siguiendo los pasos para elaborar un diagrama de curso, se obtiene lo siguiente:

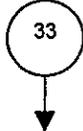
DIAGRAMA DE CURSO O FLUJO DE PROCESO

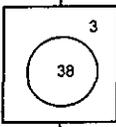
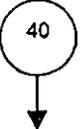
DISTANCIA	TIEMPO	SÍMBOLOS	DESCRIPCIÓN DEL PROCESO
	(20 días)		Comprar con diferentes proveedores, todos los materiales que forman el producto total de este proceso; las celdas únicamente las provee una planta en Estados Unidos.
	(1 semana)		Almacenar los materiales que se van a emplear en el proceso de producción.
	15 min / tarima con paquete de 12 celdas		Desempacar el número de celdas que requiera la orden de producción (normalmente son 96 celdas, que es la capacidad del equipo), bajándolas con montacargas de los racks donde se almacenan. Realizar una breve inspección sobre las mismas para verificar que no lleguen dañadas.
20 metros	10 min/tarima con paquete de 12 celdas		Transportar las celdas al área de operaciones de flejado y llenado de ácido.
	15 min		Formar de seis en seis celdas y flejarías o acorraiarias entre dos láminas de hierro, sobre tarimas de plástico, presionándolas con cinta de fleje y grapas; las láminas de hierro deben estar cubiertas con pintura a prueba de ácido. Es importante que las celdas queden fijas e inmóviles.

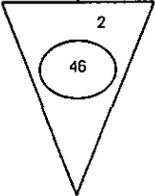
	10 min		Formar una fila de 16 flejes de 6 celdas en tarimas ó pallets, ayudándose con el patín (las 96 celdas desempacadas quedan acomodadas).
	5 min / fleje de 6 celdas		Destapar las celdas, retirando la primera tapa ó válvulas de seguridad de las mismas.
	20 min / fleje de 6 celdas		Con el equipo de llenado automático al vacío, llenar las celdas hasta el tope con electrolito ó ácido sulfúrico de 1.300 g/dm ³ de densidad a 25°C (temperatura ambiente); el operador tiene que usar el equipo de seguridad personal, ésta operación termina cuando ya no existe variación de volumen de ácido dentro de las celdas.
10 metros	6 min / tarima de 4 flejes		Transportar las celdas al área de ciclos de carga de activación ó fase I de 200 amperes rectificadores.
	20 min / tarima de 4 flejes		Aún destapadas, conectar todas las celdas en serie, con cables intermedios de interconexión de cobre calibre 4 AWG, teniendo cuidado con la polaridad y con el ajuste de los tornillos y tuercas.
			Enroscar las válvulas desgasificadoras en donde se encontraban las tapas de las celdas, y colocar sus mangueras dentro de un recipiente con agua para liberar gases.
	5 min		Conectar los cables del cargador de 200 amperes ó fase I de activación, a las terminales del banco de baterías, teniendo cuidado con la polaridad (positivo a positivo y negativo a negativo).
	79.5 hrs		Encender el rectificador de 200 amperes y conectar el equipo de cómputo al programa de carga de activación que corresponde al tipo de batería en cuestión, las celdas se cargan automáticamente de acuerdo al programa, el cual se fija de acuerdo a las características propias de las celdas, proporcionando así el ciclo de: Carga – Descarga – Recarga – Descarga – Recarga ó fase I de activación.
	5 min		Desconectar los cables del cargador de 200 amperes de las terminales del banco de baterías al término del programa.

	20 min / tarima de 4 flejes		Retirar las válvulas desgasificadoras y sus mangueras de las celdas, guardándolas en un lugar seguro.
			Retirar los cables intermedios de interconexión de cobre calibre 4 AWG de las celdas guardándolos en un lugar seguro junto con sus tornillos.
7 metros	5 min / tarima de 4 flejes		Ayudándose con el patín, transportar las celdas al dispositivo de escurrimiento ó carro virador, para verter el ácido sobrante.
			Con la ayuda del montacargas, subir los corrales de celdas a la mesa de desflejado y desflejarlas.
1 metro	10 min / fleje de 6 celdas		Recorrer las celdas de la mesa de flejado a la mesa de superficie de rodillos.
	3 min / celda		Colocar las celdas dentro de los carros viradores utilizando el sujetador de celdas de madera y el polipasto, y asegurarlas perfectamente dentro del virador utilizando los elementos de sujeción del mismo.
4 metros	3 min		Transportar el dispositivo de escurrimiento ó carro virador al tanque de escurrimiento, para verter el ácido sobrante.
			Colocar el carro virador encima del tanque donde se escurre el ácido y girar el virador de modo que las celdas quedan boca abajo para escurrir el ácido sobrante; se acciona el cronómetro y se dejan escurriendo de 15 a 30 minutos, que es el tiempo necesario para que se escurra completamente el ácido.
	30 min / 6 celdas		Oscilar el virador en el proceso para acelerar la salida del ácido.
			Cuando las celdas dejen de gotear, tornar el virador a su posición original boca arriba.
	15 min	 	Durante el proceso de escurrimiento de ácido de las celdas, encender la bomba que succiona el ácido sobrante que se escurrió en el tanque, ésta lo conduce al interior de los porrones de PVC, en los que se almacena por seguridad.

4 metros	3 min		Regresar el dispositivo de escurrimiento ó carro virador a la mesa de superficie de rodillos.
	20 min / celda		Retirar las celdas del virador utilizando el polipasto, colocándolas sobre la mesa con superficie de rodillos.
			Tapar las celdas nuevamente con la primera tapa ó válvula de seguridad de las mismas.
1 metro			Deslizar a las celdas, de la mesa de superficie de rodillos hacia el tanque de bicarbonato líquido con superficie de rodillos.
			Neutralizar el ácido de la cubierta externa de la celda, enjuagándola con bicarbonato.
1 metro			Deslizar a las celdas, del tanque de bicarbonato líquido hacia el tanque de agua con superficie de rodillos.
			Lavar la cubierta externa de la celda, enjuagándola con agua.
1 metro			Recorrer las celdas y colocarlas al alcance de la pistola de aire comprimido.
			Secar las celdas con la pistola de aire comprimido (utilizar un trapo cuando sea necesario).
3 metros		3 min / celda	
	3 min / celda		Con la ayuda del polipasto insertar las celdas dentro de los módulos conforme al diseño del tipo de banco de baterías; la celda debe colocarse lentamente dentro del módulo para evitar el desgarre del plástico de la celda; el módulo debe ponerse siempre encima de una tarima de madera para evitar que se maltrate.
	7 min / módulo de 3 celdas		Dar un torque definitivo de 12 a 14 lbs-pulg a la tapa ó válvula de seguridad de la celda una vez que ésta se encuentre dentro del módulo, utilizando el torquímetro de carátula, inspeccionando que la celda quede cerrada y exenta de daños.

	5 min / módulo de 3 celdas		Fijar definitivamente las celdas dentro de los módulos, asegurándolas con barras de hierro y con tornillos, tuercas y roldanas tropicalizados de ¼-20 x ¾".
	8 min / módulo de 3 celdas		Se utiliza el polipasto para acostar horizontalmente a los módulos sobre una tarima de madera, una vez que contienen el número de celdas conforme al diseño del tipo de banco de baterías; el siguiente módulo que se monta, se coloca encima del anterior, y así sucesivamente hasta que el banco queda completamente montado de acuerdo al diseño del tipo de banco de baterías que se esté produciendo. Atornillar los módulos perfectamente entre ellos.
	3 min / banco de baterías		Identificar al banco de baterías pegándole las etiquetas de identificación del tipo de batería, donde se anoten sus especificaciones: orden de producción, cliente, tipo de banco y fecha.
	20 min / banco de baterías		Interconectar a las celdas en serie dentro de los bancos con conectores y cables de cobre plumbizados, conectándolos conforme al diseño del tipo de banco de baterías e interconectar a los bancos en serie con cables de cobre calibre 4 AWG entre ellos, para así tener solamente dos terminales.
9 metros	7 min / banco de baterías		Transportar el banco de baterías al área de descarga y recarga ó fase II de 200 amp rectificadores.
	5 min		Conectar los cables del cargador de 200 amperes ó fase II de activación, a las terminales del banco de baterías, teniendo cuidado con la polaridad (positivo a positivo y negativo a negativo).
	32.5 hrs		Encender el rectificador de 200 amperes y conectar el equipo de cómputo al programa de carga de activación que corresponde al tipo de batería en cuestión, las celdas se cargan automáticamente de acuerdo al programa, el cual se fija de acuerdo a las características propias de las celdas, proporcionando así el ciclo de: Carga – Descarga– Recarga ó fase II de activación.
	5 min		Desconectar los cables del cargador de 200 amperes de las terminales del banco de baterías al término del programa.

	5 min		Conectar los cables del cargador de 5 amperes ó fase III de activación, a las terminales del banco de baterías, teniendo cuidado con la polaridad (positivo a positivo y negativo a negativo).
	21 hrs		Encender el rectificador de 5 amperes y conectar el equipo de cómputo al programa de carga de flotación ó fase III de activación, que corresponde al tipo de batería en cuestión, las celdas se cargan automáticamente de acuerdo al programa, el cual se fija de acuerdo a las características propias de las celdas, proporcionando un voltaje de flotación para que las celdas permanezcan al voltaje al que fueron cargadas.
	5 min		Al término del programa, desconectar los cables del cargador de 5 amperes de las terminales del banco de baterías; al hacer esto el proceso de activación de baterías queda terminado.
	5 min / banco de baterías		Retirar los cables de interconexión calibre 4 AWG de los bancos de baterías, dejando los conectores de cobre, ya que éstos son parte definitiva del banco de baterías.
6 metros	5 min / banco de baterías		Transportar el banco de baterías al área de empaque.
	10 min / banco de baterías		Medir el voltaje del banco con un multímetro, el voltaje final deberá ser aproximadamente igual al voltaje de una celda multiplicado por el número de celdas que se tengan.
	5 min / banco de baterías		Con una brocha, aplicar grasa no óxida ó neutra en las conexiones de todos los postes.
	10 min / banco de baterías		Limpiar ó neutralizar las cubiertas y los módulos del banco, y dar un retoque de pintura al módulo cuando sea necesario.

			Instalar sobre la válvula de seguridad ó primera tapa de las celdas, el arresor de flama y la cubierta o segunda tapa de seguridad.
	10 min / banco de baterías		Pegar las etiquetas de polaridad en el banco de baterías.
			Numerar las celdas individualmente en secuencia pegando las etiquetas de número de serie, empezando con el número uno en el lado positivo de la primer celda (la de hasta arriba), esto con el fin de identificarlas.
			Empacar los accesorios complementarios del banco: plásticos protectores, eslingas y latas de grasa neutra.
	10 min / banco de baterías		Empacar el banco de baterías envolviéndolo con cartón corrugado, plástico poliestrech y papel kraft, pero anexándole sus accesorios, y el manual de operación e instalación de la fábrica.
3 metros	5 min / banco de baterías		Transportar el banco de baterías al closet de producto terminado
	5 min / banco de baterías		El banco de baterías se almacena en el closet de producto terminado, el cual está bajo techo en un lugar fresco, limpio, seco y nivelado, ya que los bancos deberán almacenarse a temperaturas que oscilen entre los -18°C y los 32°C, y deben permanecer en posición horizontal únicamente.

RESUMEN			
EVENTO	NÚMERO	TIEMPO	DISTANCIA
Operaciones	46	Duración total aproximada de todos los eventos 1 semana	70 metros
Inspecciones	3		
Actividades combinadas	4		
Transportes	13		
Almacenamientos	2		
Retrasos			

2.2.4.4.3. Utilizando un diagrama de recorrido de actividades

2.2.4.4.3.1. Definición

Los diagramas de recorrido muestran la trayectoria que cada parte del proceso sigue: desde que se recibe el material en el almacén de materia prima, pasa por el proceso de fabricación o subensamble, llega al ensamble final, se empaca, se almacena como producto terminado y se envía. Esta trayectoria se traza en un plano de distribución de planta ó Lay Out, y resulta muy útil para visualizar y reconocer problemas del proceso en general. Es un instrumento necesario para llevar a cabo revisiones de la distribución del equipo en la planta y para identificar las actividades.

El diagrama de recorrido de actividades es una representación objetiva de la distribución de área, en la que se indica la localización de todas las actividades registradas en el diagrama de curso de proceso, por lo que es evidente que el diagrama de recorrido sea un complemento valioso del diagrama de curso de proceso. Puede trazarse el recorrido inverso y encontrar las áreas de posible congestión de tránsito, y facilitar así el poder lograr una mejor distribución en la planta.

Procedimiento para desarrollar un diagrama de recorrido:

1. El diagrama de recorrido comienza con un plano a escala de una distribución existente ó propuesta de las áreas a considerar en la planta.
2. Se trazan sobre el plano las líneas de flujo que indiquen el movimiento del material de una actividad a otra; la información se extrae de los diagramas de curso de proceso. Al elaborar esto se debe identificar cada actividad por símbolos y números que correspondan a los que aparecen en el diagrama de curso de proceso. La línea de flujo viaja como una sola línea uniendo todos los eventos, desde el inicial hasta el final.
3. El sentido del flujo se indica colocando periódicamente pequeñas flechas a lo largo de las líneas de recorrido.

2.2.4.4.3.2. Diagrama

Sobre el plano de distribución de planta que está montado en Brasil, y que se muestra en la sección 2.2.3. (figura 2.1), se traza el diagrama de recorrido siguiente, el cual se basa en el diagrama de curso de proceso del punto 2.2.4.4.2.2. Se utilizan los pasos para elaborar un diagrama de recorrido.

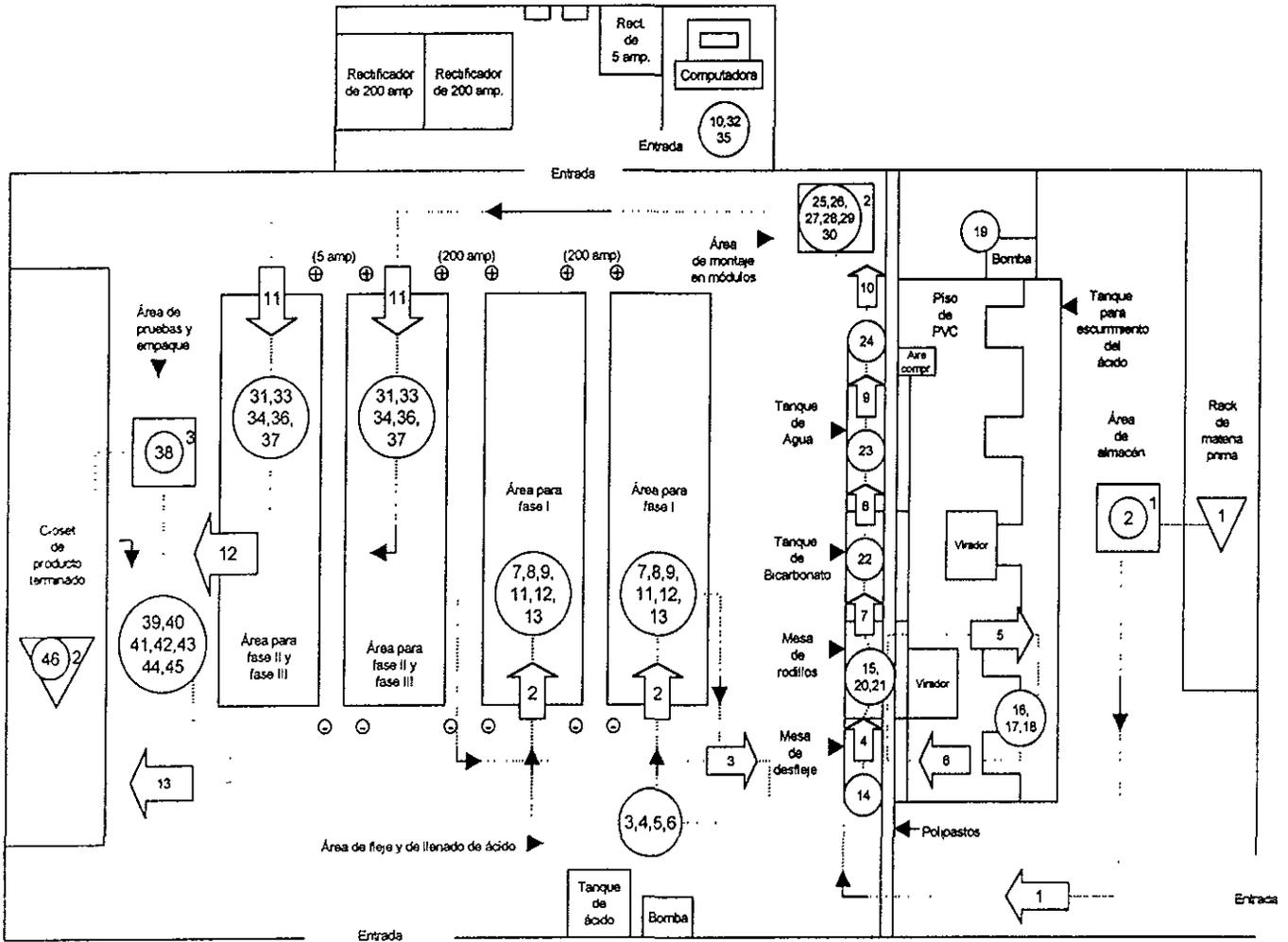


Figura 2.3. Diagrama de recorrido de actividades del proceso actual en Brasil

2.3 Propuesta para México

2.3.1. Localización

En este punto se determina el lugar donde se ubicará la industria. La planta se instalará en la Colonia Anáhuac de la Ciudad de México, por contar con terrenos disponibles, y por ser un proceso de seguridad controlada.

2.3.2. Descripción del local

El área del terreno que se dispondrá para instalar el proceso de baterías es de 312 metros cuadrados, 12 metros de ancho por 26 metros de largo en planta baja, con un altura de 8 metros. El piso es firme. De los 12 metros de ancho se destinarán 1.50 metros para ser utilizados como pasillo de acceso a oficinas. Se cuenta con un área menor a la disponible en Brasil.

2.3.3. Manejo de materiales

2.3.3.1. Definición

En el sentido más amplio, el manejo de materiales puede definirse como: la preparación, ubicación y posicionado de los materiales, para facilitar sus movimientos y almacenajes. Pretende reducir costos, reducir desperdicios, aumentar la capacidad productiva, mejorar las condiciones de trabajo y mejorar la distribución de planta.

Al intentar resolver cualquier problema de manejo de materiales, obligadamente deberán contemplarse los siguientes elementos:

- **Movimiento:** El manejo de materiales debe asegurar que las partes, los materiales y los productos terminados, deben trasladarse asegurando eficiencia y bajo costo.
- **Tiempo:** los materiales deben estar disponibles en las fechas planeadas; el usuario se ve afectado por la llegada oportuna del material, no debe ser demasiado anticipada o muy tardía.
- **Lugar:** los materiales deben estar disponibles en los lugares adecuados. El manejo de materiales debe asegurar que el personal entregue el material al lugar correcto.
- **Cantidad:** Es responsabilidad del movimiento de materiales proveer cantidades apropiadas y correctas.
- **Espacio:** Dado que los espacios cuestan dinero, la eficiencia del aprovechamiento de los espacios estará relacionada con el movimiento de los materiales. El manejo de materiales debe considerar el espacio para almacenamiento, tanto temporal como potencial.

2.3.3.2. Materiales

Para el proceso en México se compran las mismas partes que se compran para el proceso en Brasil, ya que el producto es el mismo:

- Celdas vacías de diferentes números de placas en su interior, tapadas cada una con: una válvula de seguridad ó primera tapa, un arrestor de flama y una cubierta o segunda tapa de seguridad.
- Tarimas de madera definitivas para sostener el banco de baterías.
- Conectores de cobre plumbizados para evitar la corrosión de los mismos.
- Tornillos hexagonales de ¼-20 X 1 ¼" de acero inoxidable, con tuerca, roldana de presión y dos roldanas planas.
- Módulos de fierro cubiertos con una gruesa capa de pintura resistente a la corrosión.
- Barras retenedoras del mismo material de los módulos.
- Tornillos hexagonales de ¼-20 X ¾" tropicalizados, con roldana de plana y roldana de presión para detener a las celdas dentro de los módulos.
- Tornillos hexagonales galvanizado de 3/8-20 X 1¼" con tuerca, roldana de presión y dos roldanas planas para atornillar a los módulos entre ellos.
- Etiquetas de identificación del tipo de batería.
- Etiquetas de polaridad.
- Etiquetas de numeración de celdas.
- Etiquetas de seguridad de los módulos.
- Plásticos protectores de los conectores.
- Elingas (accesorios del banco para que pueda ser cargado).

Para el proceso en México, se toman en cuenta los aspectos de movimiento, tiempo, lugar, cantidad y espacio que tiene que contemplar el manejo de materiales, por lo que se sugiere un cambio en un material utilizado en las operaciones del proceso respecto al utilizado en Brasil:

- Se sugiere dejar de utilizar la cinta de fleje y las grapas, para sustituirlas por cinchos (figura 2.4.), los cuales cumplirán con la función de prensar las celdas entre dos láminas de fierro a prueba de ácido, logrando el objetivo de evitar el pandeo de las celdas. Con esto se tiene un ahorro de cantidad, ya que se evitan desperdicios de cinta de fleje y grapas, porque los cinchos se pueden reutilizar.

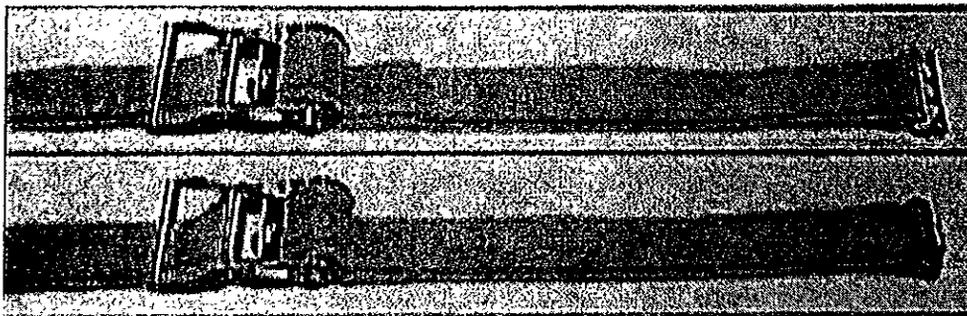


Figura 2.4.

Estos cinchos (figura 2.4.) son de polyester de alta calidad especialmente tratados para obtener máxima durabilidad. Tienen la capacidad de trabajo industrial necesaria para sujetar cargas pesadas y están equipados en un extremo con malacates o tensores que ofrecen una segura sujeción de la carga (en este caso los corrales de celdas) al tensar los cinchos.

El resto de los materiales son los mismos, ya que son parte fundamental en la formación de las celdas:

- Electrolito o ácido sulfúrico de 1.300 g/dm^3 de densidad a 25°C (temperatura ambiente).
- Bicarbonato líquido.
- Agua.
- Graso no-óxida ó neutra.
- Pintura para retocar.
- Material para limpieza final del banco.
- Material de empaque: cartón corrugado, plástico poliestrech y papel kraft.

2.3.3.3. Maquinaria y equipo

Para el proceso en México, la maquinaria y/o el equipo que se empleará será el mismo utilizado en Brasil en las operaciones de producción de baterías estacionarias; por orden de utilización en el proceso es el siguiente:

- Montacargas para bajar las tarimas de celdas del rack.
- Patín para transportar las tarimas con celdas dentro de la planta sin ocupar tanto espacio.
- Equipo de llenado automático al vacío, el cual consta de una bomba anticorrosiva puesta en alto sobre una mesa, que tiene una pistola para llenar a las celdas con ácido.

- Rectificador de activación de 200 amperes con cables de salida calibre 2/0 AWG, con zapatas de $\frac{1}{4}$ " \varnothing en cada terminal (positiva y negativa); se sujetan a la terminales de las baterías con tornillos, roldanas y tuercas de $\frac{1}{4}$ -20 X $1\frac{1}{4}$ " de acero inoxidable.
- Rectificador de activación de 5 amperes con cables de salida calibre 12 AWG, con zapatas de $\frac{1}{4}$ " \varnothing en cada terminal (positiva y negativa); se sujetan a la terminales de las baterías con tornillos, roldanas y tuercas de $\frac{1}{4}$ -20 X $1\frac{1}{4}$ " de acero inoxidable.
- Equipo de cómputo, que consiste en una impresora y en una computadora con un software especial de programas para ciclos de carga de activación.
- Llaves españolas de diferentes medidas con mangos aislantes para ajustar tornillos.
- Polipasto.
- Bomba anticorrosiva para succión del ácido sobrante.
- Torquímetro manual de carátula.
- Multímetro.

Únicamente, con el objeto de ahorrar en gastos, y tomando en cuenta nuevamente los aspectos que contempla el manejo de materiales, se sugiere cambiar el diseño de los dispositivos de escurrimiento, proponiendo que ahora en lugar de ser carros viradores, sean dispositivos fijos para escurrir el ácido de las celdas. En la figura 2.5. se muestra la propuesta:

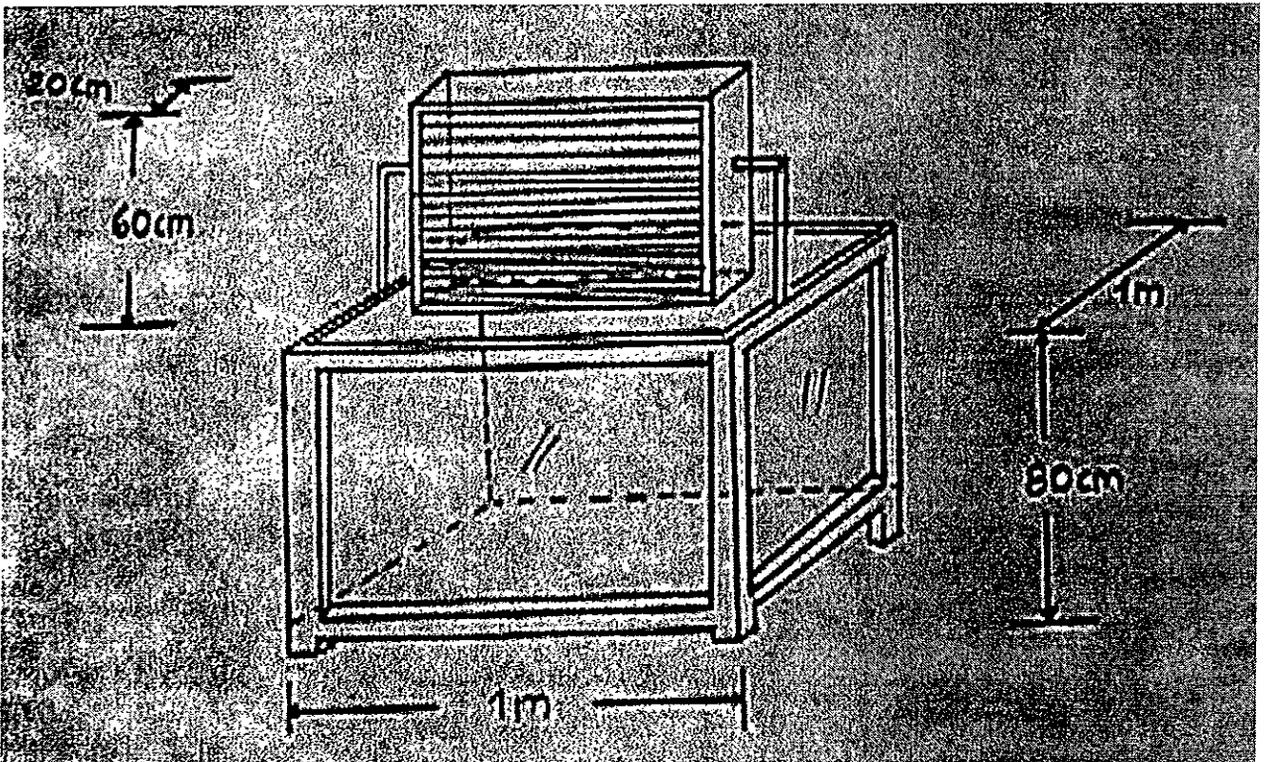


Figura 2.5.

Con este dispositivo propuesto se cumple la función del carro virador de Brasil: escurrir el ácido sobrante a las celdas. Debido a que será fijo, trae integrado un tanque ó fosa forrada de plástico donde se escurra el ácido sobrante. Con esto se tiene un ahorro de movimiento, tiempo, lugar, cantidad y espacio, porque las celdas se transportarían una sola vez para ser escurridas, y así se aprovecha el espacio disponible en México, que es menor al disponible en Brasil, al mismo tiempo que se reducen los riesgos de manejo de ácido.

Se ahorrará espacio en la planta porque al utilizar los cinchos de polyester propuestos, ya no será necesario tener una mesa para desflejar o desacorrallar las celdas; la tarima con las celdas encinchadas se puede acercar lo suficiente al dispositivo, y allí en el suelo, se pueden retirar los cinchos; posteriormente se pueden subir al dispositivo con la ayuda del sujetador de celdas de madera con tornillos de acero inoxidable de $\frac{1}{4}$ " \varnothing y el polipasto.

El polipasto que se empleará para elevar y acomodar las celdas cuando se requiera, será similar al de Brasil: tendrá capacidad para 500 kg, y correrá a lo largo de una viga carril con dos columnas ancladas al suelo, pero ahora contará con un claro de 6 metros y un izaje de 3 metros (el claro en Brasil es de 14 metros debido a que se empotra en la pared, y su izaje es de 4 metros).

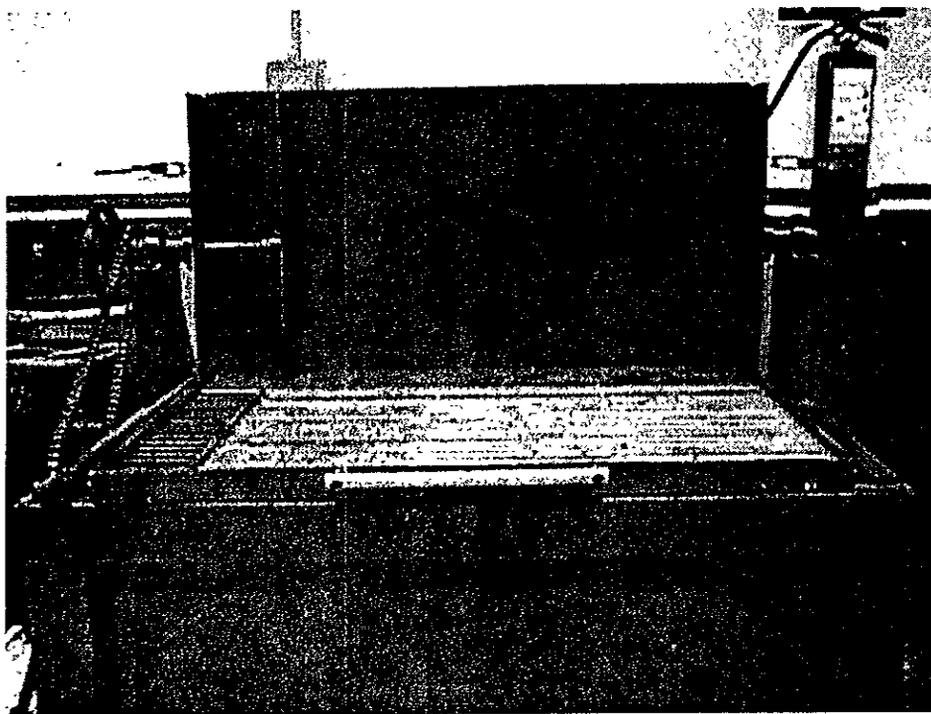


Figura 2.6.

Además, el dispositivo trae integrada una "superficie de rodillos" que sirve como tapa a la vez, porque las celdas se insertan en la parte correspondiente del dispositivo, y se sujetan con esta "tapa de rodillos" para que puedan girarse y ser escurridas (figura 2.6.). Al abrirse, la "tapa de rodillos" sirve como "mesa de rodillos" para que las celdas puedan deslizarse y sean introducidas fácilmente dentro del dispositivo. Por lo tanto se elimina la necesidad de utilizar una mesa con superficie de rodillos, y se ahorra espacio.

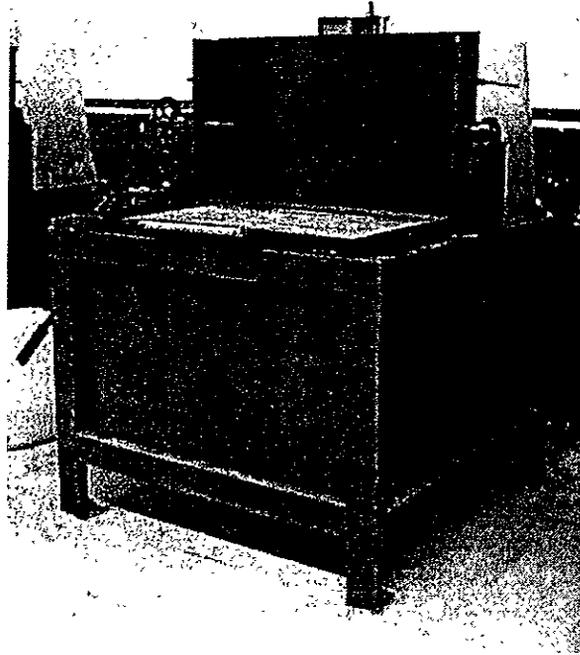


Figura 2.7.

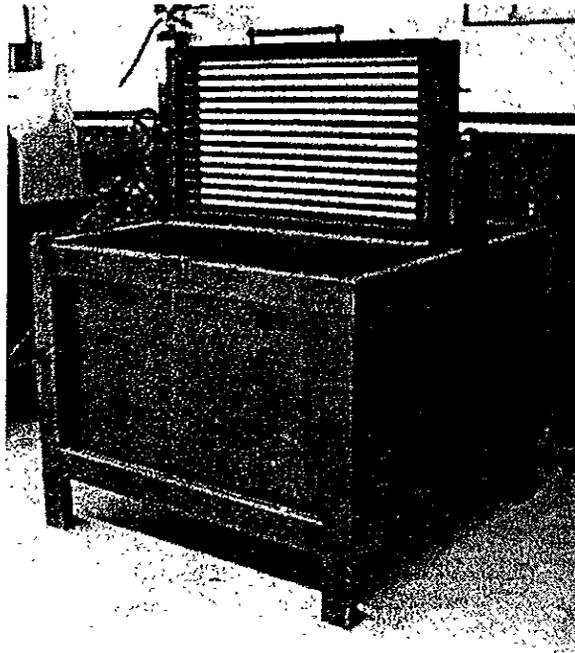


Figura 2.8.

En la figura 2.7. se muestra el dispositivo con la "tapa de rodillos" abierta, la cual sirve como superficie sobre la cual las celdas pueden deslizarse hacia el interior del dispositivo de escurrimiento. En la figura 2.8. se muestra el dispositivo con la "tapa de rodillos" cerrada, la cual sirve para sujetar a las celdas que se encuentran en el interior del dispositivo en el momento en que éste se gira para escurrir el ácido de las mismas.

Los elementos complementarios al equipo, empleados en las operaciones de producción de baterías estacionarias quedan iguales, aunque algunos se eliminan al diseñar el nuevo dispositivo de escurrimiento. Por orden de utilización en el proceso, son los siguientes:

- Rack que funciona como almacén de materia prima.
- Láminas de fierro para flejar o acorralar a las celdas; están cubiertas con pintura a prueba de ácido.
- Tarimas de plástico para cargar los corrales de celdas cuando éstas se llenan de ácido.
- Tanque de polipropileno, contenedor del ácido usado para llenar a las celdas.
- Cables intermedios de interconexión entre celdas calibre 4 AWG con zapatas de $\frac{1}{4}$ " \varnothing , que se sujetan con tornillos, roldanas y tuercas de $\frac{1}{4}$ -20 X $1\frac{1}{4}$ " de acero inoxidable.
- Válvulas desgasificadoras con manguera de hule.
- Recipientes con agua.
- Sujetador de celdas de madera con tornillos de acero inoxidable de $\frac{1}{4}$ " \varnothing .
- Porriones de PVC para guardar el ácido de desecho.

Con el nuevo dispositivo de escurrimiento se elimina la utilización de la mesa para desflejar o desacorralar las celdas y de la mesa con superficie de rodillos para deslizar fácilmente las celdas; el tanque ó fosa forrada de plástico donde se escurre el ácido sobrante ya se incluye en el nuevo diseño.

Se pretende eliminar la utilización de los tanques de bicarbonato líquido y de agua, proponiendo que antes de girar las celdas para que sean escurridas, se les atomillen mangueras de escurrimiento, para que así el ácido no se derrame sobre la superficie de las celdas y no haya necesidad de enjuagarlas con bicarbonato líquido o agua, así, únicamente se limpiarán cuando se encuentren sobre la superficie de la "tapa de rodillos", primero con un trapo húmedo de bicarbonato líquido, luego con uno húmedo de agua, y luego, secarlas con otro trapo. De este modo también se elimina la necesidad de adquirir una pistola de aire comprimido para secarlas.

Elementos complementario al equipo propuesto:

- Mangueras de escurrimiento de ácido para girar las celdas (pueden ser similares a las válvulas desgasificadoras).

No es necesario un closet de producto terminado con mediador de temperatura, ya que en México la temperatura ambientes no es elevada, y por lo tanto no daña los bancos de baterías terminados. Se sugiere instalar un rack para almacenar temporalmente los productos terminados.

Con estas propuestas se ahorra en gastos, y se obtiene un manejo de materiales más eficiente respecto al utilizado en Brasil, porque se mejoran los aspectos de: movimiento, tiempo, lugar, cantidad y espacio.

2.3.3.4. Mano de Obra

Promover el aprovechamiento correcto de la gente, es una manera de reducir costos, ya que la gente es parte de los recursos de la compañía; cuesta dinero y por consiguiente se debe emplear correctamente. Pero en este caso, como se inicia el proceso, se contratará el mismo número de personal, y en los mismos términos que el que controla el proceso en Brasil:

Los ciclos programados de carga de activación del proceso, suelen durar más de 24 horas, por lo que será necesario contratar 2 turnos para que cubran toda la noche. En el turno de 7 de la mañana a 5 de la tarde, cubrirán el proceso 3 técnicos y 3 obreros. En el turno del resto del día, lo cubrirán sólo dos técnicos, ya que únicamente inspeccionarán que los ciclos de carga se desarrollen adecuadamente.

2.3.4. Plano de distribución de planta

Se debe adaptar el proceso de Brasil al espacio disponible en México.

Como la calidad de una distribución de planta depende de cómo se maneje la información, y, como la información que se obtuvo en Brasil fue mediante los 14 pasos descritos en la sección 1.2.2.2., resulta muy útil desarrollar nuevamente éste método para elaborar la distribución de planta para el proceso en México. A continuación se listan nuevamente los 14 pasos, ahora aplicados a desarrollar el proceso de producción en México:

1. Determinar qué se producirá.

Se formarán baterías estacionarias de la misma manera en que se forman en Brasil, porque se pretende que el producto a desarrollar en México sea exactamente el mismo.

2. Determinar cuánto se producirá.

En México, inicialmente se pretende que la producción de baterías estacionarias se haga por pedido de clientes; las celdas ya están siendo promocionadas.

3. Determinar qué partes se manufacturarán y qué partes se comprarán.

De la misma manera que en Brasil, todas las partes y los materiales que forman los bancos de baterías se comprarán a diferentes proveedores; nada se manufacturará en la planta. Las celdas se comprarán en Estados Unidos, en la misma compañía que surte a Brasil, y para los accesorios restantes se buscarán proveedores en México.

4. Determinar cómo se manufacturará cada parte.

Las celdas no se manufacturarán, sólo se formarán como en Brasil.

5. Determinar la secuencia de ensamble.

El proceso completo para México se describirá en la sección 2.3.5.

6. Fijar los tiempos estándares de cada operación.

Ahora con las propuestas para México, se podrán disminuir los tiempos de duración de los transportes porque las distancias recorridas disminuyen. Las operaciones son prácticamente las mismas, únicamente cambian cuando se emplea el nuevo dispositivo de escurrimiento propuesto, y en consecuencia sus tiempos son diferentes. Los tiempos se describen en la sección 2.3.5. junto con las operaciones a las que corresponden. No se pueden modificar los tiempos de duración de los programas de formación de las celdas. El tiempo de duración completo aproximado del proceso es de una semana.

7. Determinar la capacidad de producción de la planta.

La capacidad de la planta será la misma que la de Brasil, porque el equipo de formación de baterías será exactamente el mismo: se adquirirán 2 rectificadores de 200 amperes, con dos salidas cada uno, y 2 rectificadores de 5 amperes. Cada salida de los rectificadores de 200 amperes tiene capacidad para formar 96 celdas de un mismo tipo, lo que dará una capacidad de formación de baterías en la planta de 384 celdas, que es la misma capacidad de formación de celdas de Brasil.

8. Determinar el número de máquinas que se necesitarán.

Para México se pretende utilizar el mismo equipo empleado en Brasil, ya que es necesario para que el proceso funcione, como lo son los rectificadores y la computadora; los demás equipos podrían adaptarse. Los rectificadores y la computadora se compran a un proveedor específico en Estados Unidos, ya que es el único que los suministra en el mundo. El equipo se describe en la sección 2.3.3.3.

9. Estudiar los requerimientos del flujo mediante diagramas.

El proceso para México se describe nuevamente en la sección 2.3.5. mediante la utilización de un diagrama de operaciones, un diagrama de curso y un diagrama de recorrido de actividades.

10. Seleccionar el equipo de manejo de materiales.

El equipo de manejo de materiales para México se describe en el punto 2.3.3. y depende del espacio disponible.

11. Distribuir el área.

Ya que las metas de una distribución de planta son las de promover el uso efectivo de la gente, el equipo, el espacio y la energía, con el manejo de materiales propuesto en el punto 2.3.3., y teniendo en cuenta el área disponible para instalar el proceso en México, se propone la distribución de área de la figura 2.9.

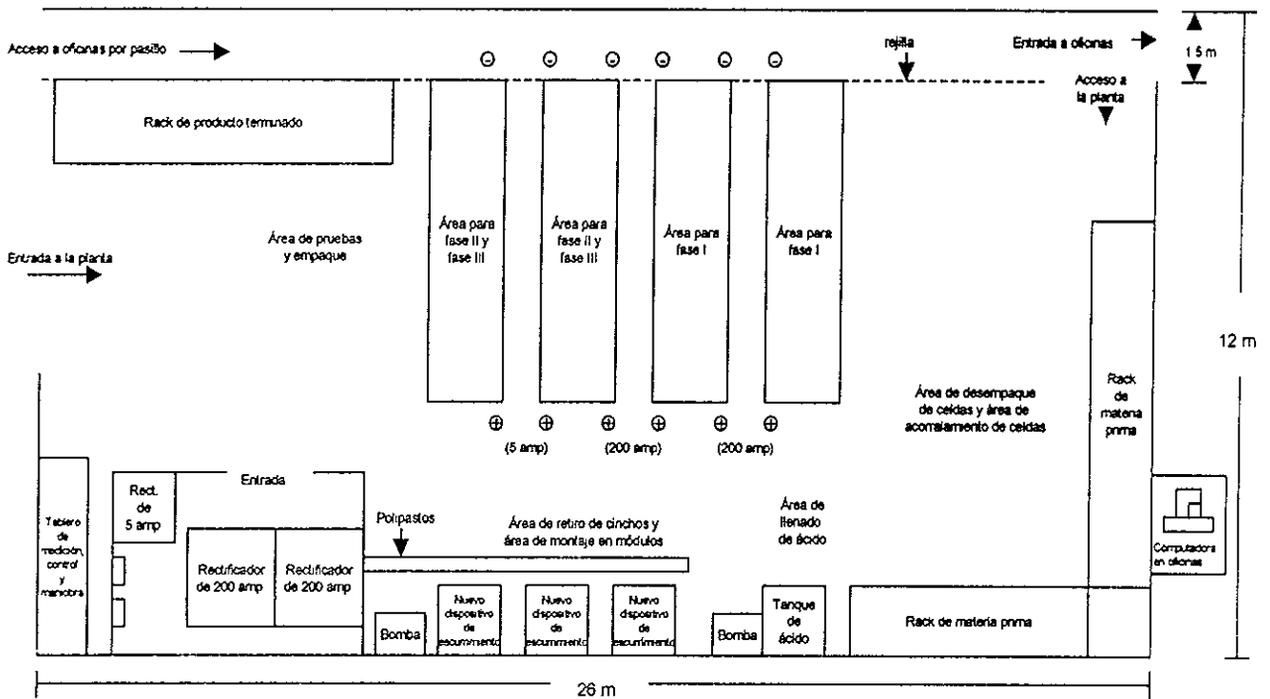


Figura 2.9. Plano de Distribución de Planta propuesto para el Proceso en México

Los pasos 12. Instalar, 13. Comenzar y 14. Darle seguimiento, se realizarán una vez que sea aceptada la propuesta de este trabajo.

2 3.5. Proceso de producción

Debido a las propuestas de cambio de los equipos originales de Brasil, para México se modifican algunos de los eventos del proceso, aunque básicamente permanecen los necesarios.

Siguiendo la misma secuencia de Descripción del Proceso del punto 2.2.4.4., a continuación se presenta el proceso de producción de baterías estacionarias para México, utilizando un diagrama de operaciones, un diagrama de curso y un diagrama de recorrido de actividades.

2.3.5.1. Diagrama de operaciones del proceso

Este diagrama resulta muy útil porque se pueden visualizar en el proceso los materiales que intervienen en las diferentes operaciones. Las operaciones son básicamente las mismas de Brasil, únicamente cambian cuando intervienen los nuevos diseños de equipo propuestos para México, los tiempos de duración de las mismas se obtuvieron haciendo una simulación con cronómetro.

LISTA DE OPERACIONES

- 1 Comprará con diferentes proveedores, todos los materiales que forman el producto total de este proceso; las celdas únicamente las provee una planta en Estados Unidos.
- 2 Desempacar el número de celdas que requiera la orden de producción (normalmente son 96 celdas, que es la capacidad del equipo), bajándolas con montacargas de los racks donde se almacenan. Realizar una breve inspección sobre las mismas para verificar que no lleguen dañadas.
- 3 Formar de seis en seis celdas y acorralarlas entre dos láminas de fierro, sobre tarimas de plástico, sujetándolas con cinchos; las láminas de fierro deben estar cubiertas con pintura a prueba de ácido. Es importante que las celdas queden fijas e inmóviles, sin presentar pandeo.
- 4 Formar una fila de 16 corrales de 6 celdas en tarimas ó pallets, ayudándose con el patín (las 96 celdas desempacadas quedan acomodadas).
- 5 Destapar las celdas, retirando la primera tapa ó válvulas de seguridad de las mismas.
- 6 Con el equipo de llenado automático al vacío, llenar las celdas hasta el tope con electrolito ó ácido sulfúrico de 1.300 g/dm^3 de densidad a 25°C (temperatura ambiente); el operador tiene que usar el equipo de seguridad personal, ésta operación termina cuando ya no existe variación de volumen de ácido dentro de las celdas.
- 7 Aún destapadas, conectar todas las celdas en serie, con cables intermedios de interconexión de cobre calibre 4 AWG, teniendo cuidado con la polaridad y con el ajuste de los tornillos y tuercas.
- 8 Enroscar las válvulas desgasificadoras en donde se encontraban las tapas de las celdas, y colocar sus mangueras dentro de un recipiente con agua para liberar gases.
- 9 Conectar los cables del cargador de 200 amperes ó fase I de activación, a las terminales del banco de baterías, teniendo cuidado con la polaridad (positivo a positivo y negativo a negativo).
- 10 Encender el rectificador de 200 amperes y conectar el equipo de cómputo al programa de carga de activación que corresponde al tipo de batería en cuestión. las celdas se cargan automáticamente de acuerdo al programa, el cual se fija de acuerdo a las características propias de las celdas, proporcionando así el ciclo de: Carga – Descarga – Recarga – Descarga – Recarga ó fase I de activación.

- 11 Desconectar los cables del cargador de 200 amperes de las terminales del banco de baterías al término del programa.
- 12 Retirar las válvulas desgasificadoras y sus mangueras de las celdas, guardándolas en un lugar seguro.
- 13 Retirar los cables intermedios de interconexión de cobre calibre 4 AWG de las celdas guardándolos en un lugar seguro junto con sus tornillos.
- 14 Con la ayuda del patín, acercar las tarimas lo más cerca posible a los dispositivos de escurrimiento propuestos, y retirar los cinchos, desacorralando las celdas.
- 15 Colocar las celdas dentro de los dispositivos de escurrimiento propuestos utilizando el sujetador de celdas de madera y el polipasto, y asegurarlas perfectamente dentro de éste utilizando los elementos de sujeción del mismo.
- 16 Colocar a las celdas las "mangueras de escurrimiento" propuestas, para que así el ácido no se derrame sobre la superficie de las celdas al girarlas y no haya necesidad de enjuagarlas con bicarbonato líquido o agua.
- 17 Girar el dispositivo de escurrimiento de modo que las celdas quedan boca abajo para escurrir el ácido sobrante; se acciona el cronómetro y se dejan escurriendo de 15 a 30 minutos, que es el tiempo necesario para que se escurra completamente el ácido.
- 18 Oscilar el dispositivo en el proceso para acelerar la salida del ácido.
- 19 Durante el proceso de escurrimiento de ácido de las celdas, encender la bomba que succiona el ácido sobrante que se escurrió en el tanque integrado al dispositivo propuesto; ésta lo conduce al interior de porrones de PVC, en los que se almacena por seguridad.
- 20 Cuando las celdas dejen de gotear, tornar el dispositivo a su posición original boca arriba.
- 21 Abrir el dispositivo de escurrimiento, recargando la "tapa de rodillos" sobre el tanque integrado que recibe el ácido.
- 22 Retirar las celdas del dispositivo utilizando el polipasto, deslizándolas de modo que queden sobre la tapa con rodillos del dispositivo.
- 23 Retirar de las celdas las mangueras de escurrimiento propuestas.
- 24 Tapar las celdas nuevamente con la primera tapa ó válvula de seguridad de las mismas.
- 25 Limpiar las celdas cuando se encuentren sobre la superficie de la "tapa de rodillos", primero con un trapo húmedo de bicarbonato líquido, luego con uno húmedo de agua, y luego, secarlas con otro trapo.

- 26 Con la ayuda del patín, acercar la tarima que soporta los módulos lo más cerca posible a los dispositivos de escurrimiento propuestos.
- 27 Con la ayuda del polipasto insertar las celdas dentro de los módulos conforme al diseño del tipo de banco de baterías; la celda debe colocarse lentamente dentro del módulo para evitar el desgarre del plástico de la celda; el módulo debe ponerse siempre encima de una tarima de madera para evitar que se maltrate.
- 28 Darle un torque definitivo de 12 a 14 lbs-pulg a la tapa ó válvula de seguridad de la celda una vez que ésta se encuentre dentro del módulo, utilizando el torquímetro de carátula, inspeccionando que la celda quede cerrada y exenta de daños.
- 29 Fijar definitivamente las celdas dentro de los módulos, asegurándolas con barras de fierro y con tornillos, tuercas y roldanas tropicalizados de 1/4-20 x 3/4".

Se utiliza el polipasto para acostar horizontalmente a los módulos sobre otra tarima de madera, una vez que contienen el número de celdas conforme al diseño del tipo de banco de baterías; el siguiente módulo que se monta, se coloca encima del anterior, y así sucesivamente hasta que el banco queda completamente montado de acuerdo al diseño del tipo de banco de baterías que se esté produciendo. Atornillar los módulos perfectamente entre ellos.
- 31 Identificar al banco de baterías pegándole las etiquetas de identificación del tipo de batería, donde se anoten sus especificaciones: orden de producción, cliente, tipo de banco y fecha.
- 32 Interconectar a las celdas en serie dentro de los bancos con conectores y cables de cobre plumbizados, conectándolos conforme al diseño del tipo de banco de baterías e interconectar a los bancos en serie con cables de cobre calibre 4 AWG entre ellos, para así tener solamente dos terminales.
- 33 Conectar los cables del cargador de 200 amperes ó fase II de activación, a las terminales del banco de baterías, teniendo cuidado con la polaridad (positivo a positivo y negativo a negativo).
- 34 Encender el rectificador de 200 amperes y conectar el equipo de cómputo al programa de carga de activación que corresponde al tipo de batería en cuestión, las celdas se cargan automáticamente de acuerdo al programa, el cual se fija de acuerdo a las características propias de las celdas, proporcionando así el ciclo de: Carga – Descarga– Recarga ó fase II de activación.
- 35 Desconectar los cables del cargador de 200 amperes de las terminales del banco de baterías al término del programa.
- 36 Conectar los cables del cargador de 5 amperes ó fase III de activación, a las terminales del banco de baterías, teniendo cuidado con la polaridad (positivo a positivo y negativo a negativo).
- 37 Encender el rectificador de 5 amperes y conectar el equipo de cómputo al programa de carga de flotación ó fase III de activación, que corresponde al tipo de batería en cuestión, las celdas se cargan automáticamente de acuerdo al programa, el cual se fija de acuerdo a las características propias de las celdas, proporcionando un voltaje de flotación para que las celdas permanezcan al voltaje al que fueron cargadas.

- 38 Al término del programa, desconectar los cables del cargador de 5 amperes de las terminales del banco de baterías; al hacer esto el proceso de activación de baterías queda terminado.
- 39 Retirar los cables de interconexión calibre 4 AWG de los bancos de baterías, dejando los conectores de cobre, ya que éstos son parte definitiva del banco de baterías.
- 40 Medir el voltaje del banco con un multímetro, el voltaje final deberá ser aproximadamente igual al voltaje de una celda multiplicado por el número de celdas que se tengan.
- 41 Con una brocha, aplicar grasa no óxida ó neutra en las conexiones de todos los postes.
- 42 Limpiar ó neutralizar las cubiertas y los módulos del banco, y dar un retoque de pintura al módulo cuando sea necesario.
- 43 Instalar sobre la válvula de seguridad ó primera tapa de las celdas, el arresor de flama y la cubierta o segunda tapa de seguridad.
- 44 Pegar las etiquetas de polaridad en el banco de baterías.
- 45 Numerar las celdas individualmente en secuencia pegando las etiquetas de número de serie, empezando con el número uno en el lado positivo de la primer celda (la de hasta arriba), esto con el fin de identificarlas.
- 46 Empacar los accesorios complementarios del banco: plásticos protectores, eslingas y latas de grasa neutra.
- 47 Empacar el banco de baterías envolviéndolo con cartón corrugado, plástico poliestrech y papel kraft, pero anexándole sus accesorios, y el manual de operación e instalación de la fábrica.
- 48 El banco de baterías se almacena en el closet de producto terminado, el cual está bajo techo en un lugar fresco, limpio, seco y nivelado, ya que los bancos deberán almacenarse a temperaturas que oscílen entre los -18°C y los 32°C , y deben permanecer en posición horizontal únicamente.

DIAGRAMA DE OPERACIONES

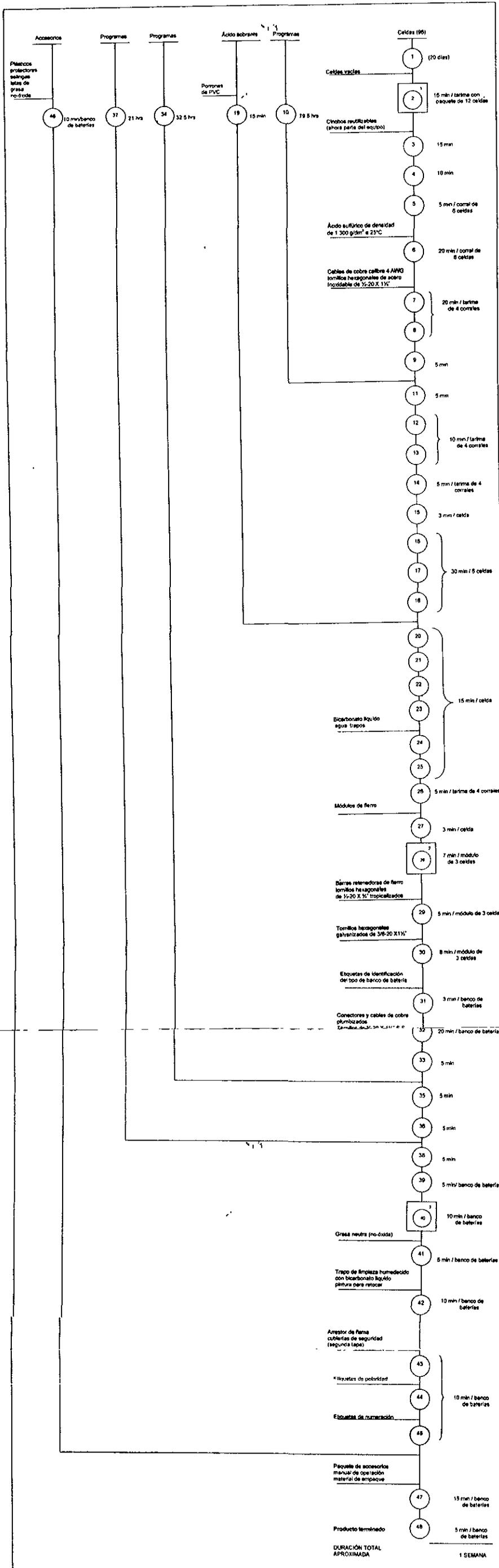
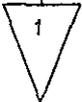
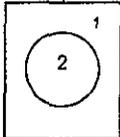
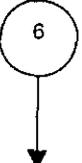


Figura 2 10.

2.3.5.2. Diagrama de flujo o curso del proceso

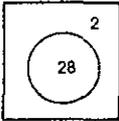
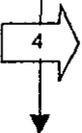
Este diagrama resulta muy útil porque se pueden visualizar las distancias recorridas, los almacenamientos y los diferentes eventos del proceso y su posible duración en México.

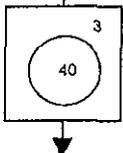
DIAGRAMA DE CURSO O FLUJO DEL PROCESO

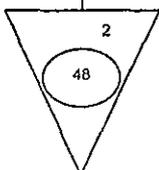
DISTANCIA	TIEMPO	SÍMBOLOS	DESCRIPCIÓN DEL PROCESO
	(20 días)		Comprar con diferentes proveedores, todos los materiales que forman el producto total de este proceso; las celdas únicamente las provee una planta en Estados Unidos.
	(1 semana)		Almacenar los materiales que se van a emplear en el proceso de producción.
	15 min / tarima con paquete de 12 celdas		Desempacar el número de celdas que requiera la orden de producción (normalmente son 96 celdas, que es la capacidad del equipo), bajándolas con montacargas de los racks donde se almacenan. Realizar una breve inspección sobre las mismas para verificar que no lleguen dañadas.
	15 min		Formar de seis en seis celdas y acorralarlas entre dos láminas de fierro, sobre tarimas de plástico, sujetándolas con cinchos; las láminas de fierro deben estar cubiertas con pintura a prueba de ácido. Es importante que las celdas queden fijas e inmóviles, sin presentar pandeo.
8 metros	5 min / tarima de 4 corrales		Transportar las celdas al área de llenado de ácido.
	10 min		Formar una fila de 16 corrales de 6 celdas en tarimas ó pallets, ayudándose con el patín (las 96 celdas desempacadas quedan acomodadas).
	5 min / corral de 6 celdas		Destapar las celdas, retirando la primera tapa ó válvulas de seguridad de las mismas.
	20 min / corral de 6 celdas		Con el equipo de llenado automático al vacío, llenar las celdas hasta el tope con electrolito ó ácido sulfúrico de 1.300 g/dm ³ de densidad a 25°C (temperatura ambiente); el operador tiene que usar el equipo de seguridad personal. Ésta operación termina cuando ya no existe variación de volumen de ácido dentro de las celdas.

7 metros	5 min / tarima de 4 corrales		Transportar las celdas al área de ciclos de carga de activación ó fase I de 200 amperes rectificadores.
	20 min / tarima de 4 corrales		Aún destapadas, conectar todas las celdas en serie, con cables intermedios de interconexión de cobre calibre 4 AWG, teniendo cuidado con la polaridad y con el ajuste de los tornillos y tuercas.
			Enroscar las válvulas desgasificadoras en donde se encontraban las tapas de las celdas, y colocar sus mangueras dentro de un recipiente con agua para liberar gases.
	5 min		Conectar los cables del cargador de 200 amperes ó fase I de activación, a las terminales del banco de baterías, teniendo cuidado con la polaridad (positivo a positivo y negativo a negativo).
	79.5 hrs		Encender el rectificador de 200 amperes y conectar el equipo de cómputo al programa de carga de activación que corresponde al tipo de batería en cuestión, las celdas se cargan automáticamente de acuerdo al programa, el cual se fija de acuerdo a las características propias de las celdas, proporcionando así el ciclo de: Carga – Descarga – Recarga – Descarga – Recarga ó fase I de activación.
	5 min		Desconectar los cables del cargador de 200 amperes de las Terminales del banco de baterías al término del programa.
	10 min / tarima de 4 corrales		Retirar las válvulas desgasificadoras y sus mangueras de las celdas, guardándolas en un lugar seguro.
			Retirar los cables intermedios de interconexión de cobre calibre 4 AWG de las celdas guardándolos en un lugar seguro junto con sus tornillos.
10 metros	7 min / tarima de 4 corrales		Con la ayuda del patín, acercar las tarimas lo más cerca posible a los dispositivos de escurrimiento propuestos, para verter el ácido sobrante.
	5 min / tarima de 4 corrales		Retirar los cinchos, desacorralando las celdas.

	3 min / celda	15	Colocar las celdas dentro de los dispositivos de escurrimiento propuestos utilizando el sujetador de celdas de madera y el polipasto, y asegurarlas perfectamente dentro de éste utilizando los elementos de sujeción del mismo.
	30 min / 6 celdas	16	Colocar a las celdas las "mangueras de escurrimiento" propuestas, para que así el ácido no se derrame sobre la superficie de las celdas al girarlas y no haya necesidad de enjuagarlas con bicarbonato líquido o agua.
		17	Girar el dispositivo de escurrimiento de modo que las celdas quedan boca abajo para escurrir el ácido sobrante; se acciona el cronómetro y se dejan escurriendo de 15 a 30 minutos, que es el tiempo necesario para que se escurra completamente el ácido.
		18	Oscilar el dispositivo en el proceso para acelerar la salida del ácido.
	15 min	19	Durante el proceso de escurrimiento de ácido de las celdas, encender la bomba que succiona el ácido sobrante que se escurrió en el tanque integrado al dispositivo propuesto, ésta lo conduce al interior de porrones de PVC, en los que se almacena por seguridad.
	15 min / celda	20	Cuando las celdas dejen de gotear, tornar el dispositivo a su posición original boca arriba.
		21	Abrir el dispositivo de escurrimiento, recargando la "tapa de rodillos" sobre el tanque integrado que recibe el ácido.
		22	Retirar las celdas del dispositivo utilizando el polipasto, deslizándolas de modo que queden sobre la tapa con rodillos del dispositivo.
		23	Retirar de las celdas las mangueras de escurrimiento propuestas.
		24	Tapar las celdas nuevamente con la primera tapa ó válvula de seguridad de las mismas.
		25	Limpiar las celdas cuando se encuentren sobre la superficie de la "tapa de rodillos", primero con un trapo húmedo de bicarbonato líquido, luego con uno húmedo de agua, y luego, secarlas con otro trapo.
			↓

	5 min / tarima de 4 corrales		Acomodar los módulos lo más cerca posible a los dispositivos de escurrimiento propuestos en el área de montaje de módulos.
	3 min / celda		Con la ayuda del polipasto insertar las celdas dentro de los módulos conforme al diseño del tipo de banco de baterías; la celda debe colocarse lentamente dentro del módulo para evitar el desgarre del plástico de la celda; el módulo debe ponerse siempre encima de una tarima de madera para evitar que se maltrate.
	7 min / módulo de 3 celdas		Dar un torque definitivo de 12 a 14 lbs-pulg a la tapa ó válvula de seguridad de la celda una vez que ésta se encuentre dentro del módulo, utilizando el torquímetro de carátula, inspeccionando que la celda quede cerrada y exenta de daños.
	5 min / módulo de 3 celdas		Fijar definitivamente las celdas dentro de los módulos, asegurándolas con barras de fierro y con tornillos, tuercas y roldanas tropicalizados de 1/4-20 x 3/4".
	8 min / módulo de 3 celdas		Se utiliza el polipasto para acostar horizontalmente a los módulos sobre una tarima de madera, una vez que contienen el número de celdas conforme al diseño del tipo de banco de baterías; el siguiente módulo que se monta, se coloca encima del anterior, y así sucesivamente hasta que el banco queda completamente montado de acuerdo al diseño del tipo de banco de baterías que se esté produciendo. Atornillar los módulos perfectamente entre ellos.
	3 min / banco de baterías		Identificar al banco de baterías pegándole las etiquetas de identificación del tipo de batería, donde se anoten sus especificaciones: orden de producción, cliente, tipo de banco y fecha.
	20 min / banco de baterías		Interconectar a las celdas en serie dentro de los bancos con conectores y cables de cobre plumbizados, conectándolos conforme al diseño del tipo de banco de baterías e interconectar a los bancos en serie con cables de cobre calibre 4 AWG entre ellos, para así tener solamente dos terminales.
8 metros	5 min / banco de baterías		Transportar el banco de baterías al área de descarga y recarga ó fase II de 200 amperes rectificadores.

	5 min		Conectar los cables del cargador de 200 amperes ó fase II de activación, a las terminales del banco de baterías, teniendo cuidado con la polaridad (positivo a positivo y negativo a negativo).
	32.5 hrs		Encender el rectificador de 200 amperes y conectar el equipo de cómputo al programa de carga de activación que corresponde al tipo de batería en cuestión, las celdas se cargan automáticamente de acuerdo al programa, el cual se fija de acuerdo a las características propias de las celdas, proporcionando así el ciclo de: Carga – Descarga– Recarga ó fase II de activación.
	5 min		Desconectar los cables del cargador de 200 amperes de las terminales del banco de baterías al término del programa.
	5 min		Conectar los cables del cargador de 5 amperes ó fase III de activación, a las terminales del banco de baterías, teniendo cuidado con la polaridad (positivo a positivo y negativo a negativo).
	21 hrs		Encender el rectificador de 5 amperes y conectar el equipo de cómputo al programa de carga de flotación ó fase III de activación, que corresponde al tipo de batería en cuestión, las celdas se cargan automáticamente de acuerdo al programa, el cual se fija de acuerdo a las características propias de las celdas, proporcionando un voltaje de flotación para que las celdas permanezcan al voltaje al que fueron cargadas.
	5 min		Al término del programa, desconectar los cables del cargador de 5 amperes de las terminales del banco de baterías; al hacer esto el proceso de activación de baterías queda terminado.
	5 min / banco de baterías		Retirar los cables de interconexión calibre 4 AWG de los bancos de baterías, dejando los conectores de cobre, ya que éstos son parte definitiva del banco de baterías.
5 metros	5 min / banco de baterías		Transportar el banco de baterías al área de empaque.
	10 min / banco de baterías		Medir el voltaje del banco con un multímetro, el voltaje final deberá ser aproximadamente igual al voltaje de una celda multiplicado por el número de celdas que se tengan.

	5 min / banco de baterías		Con una brocha, aplicar grasa no óxida ó neutra en las conexiones de todos los postes.
	10 min / banco de baterías		Limpiar ó neutralizar las cubiertas y los módulos del banco, y dar un retoque de pintura al módulo cuando sea necesario.
	10 min / banco de baterías		Instalar sobre la válvula de seguridad ó primera tapa de las celdas, el arrestor de flama y la cubierta o segunda tapa de seguridad.
			Pegar las etiquetas de polaridad en el banco de baterías
			Numerar las celdas individualmente en secuencia pegando las etiquetas de número de serie, empezando con el número uno en el lado positivo de la primer celda (la de hasta arriba), esto con el fin de identificarlas.
	10 min / banco de baterías		Empacar los accesorios complementarios del banco: plásticos protectores, eslingas y latas de grasa neutra.
	15 min / banco de baterías		Empacar el banco de baterías envolviéndolo con cartón corrugado, plástico poliestrech y papel kraft, pero anexándole sus accesorios, y el manual de operación e instalación de la fábrica.
4 metros	5 min / banco de baterías		Transportar el banco de baterías al closet de producto terminado
	5 min / banco de baterías		El banco de baterías se almacena en el closet de producto terminado, el cual está bajo techo en un lugar fresco, limpio, seco y nivelado, ya que los bancos deberán almacenarse a temperaturas que oscilen entre los -18°C y los 32°C, y deben permanecer en posición horizontal únicamente.

RESUMEN			
EVENTO	NÚMERO	TIEMPO	DISTANCIA
Operaciones	48	Duración total aproximada de todos los eventos 1 semana	42 metros
Inspecciones	3		
Actividades combinadas	4		
Transportes	6		
Almacenamientos	2		
Retrasos			

2.3.5.3. Diagrama de recorrido de actividades del proceso

No existe una forma estándar de diagramas de recorrido debido a que éstos se crean de la distribución de planta que se propone sobre un espacio disponible para instalar un proceso.

En la figura 2.11. se presenta el diagrama de recorrido de actividades del proceso que se propone para México; se obtiene del diagrama de curso del punto 2.3.5.2. anterior; se puede observar una notoria disminución de transportes, comparado con el proceso en Brasil, gracias a la propuesta de cambiar el diseño del dispositivo de escurrimiento; se aprovecha mejor el área disponible.

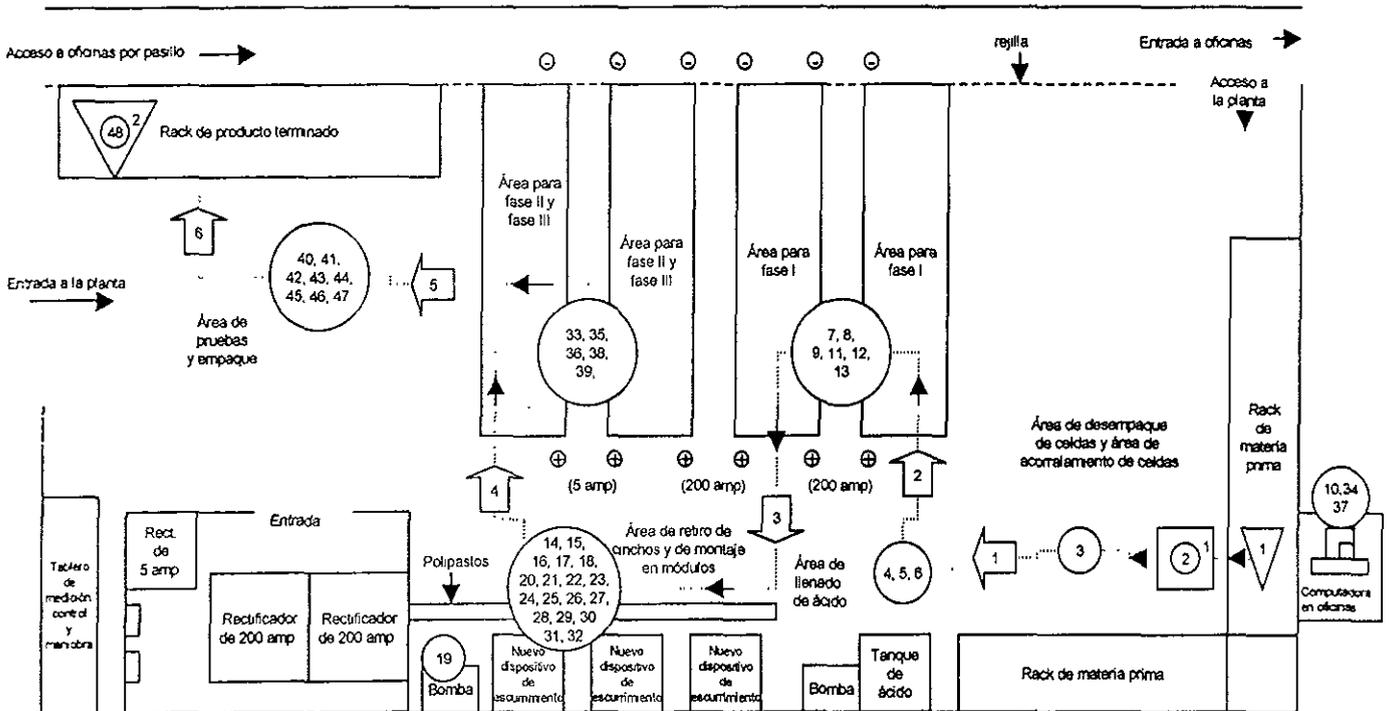


Figura 2.11. Diagrama de recorrido de actividades propuesto para México

2.3.6. Medidas de seguridad

La seguridad es el conjunto de elementos técnicos, administrativos y humanos, destinados a prevenir accidentes dentro de una organización. Un accidente es un acontecimiento no deseado que ocasiona un daño físico, lesión o enfermedad ocupacional a una persona, o un daño a la propiedad. Generalmente es consecuencia de un contacto con una fuente de energía por encima de la capacidad de límite del cuerpo o la estructura.

La prevención de accidentes es la acción destinada a detectar anticipada y oportunamente la condición de peligro. El peligro es cualquier condición de la que puede esperarse con bastante certeza que cause o sea la causa de daños físicos, lesiones y enfermedades. Por lo tanto, la seguridad es un estado del individuo que le permite vivir libre de los efectos del peligro.

La seguridad en el trabajo es el conjunto de acciones que permiten localizar y evaluar los peligros y establecer las medidas para prevenir los accidentes de trabajo. Es responsabilidad legal y moral tanto de las autoridades como de los empleados y los trabajadores.

2.3.6.1. Equipo de protección personal

El Reglamento Federal de Seguridad, Higiene y Medio Ambiente de Trabajo establece en el Artículo 18-VII, que es obligación de los trabajadores utilizar el equipo de protección personal proporcionado por el patrón, el cual es necesario para proteger su integridad física, su salud y su vida, y al mismo tiempo cumplir con las demás medidas de control establecidas por éste para prevenir riesgos de trabajo.

Aún cuando las baterías reguladas por válvulas contienen electrolitos inmovilizados dentro de la celda, todavía existen los peligros eléctricos asociados con las baterías. El trabajo que se lleve a cabo con estas baterías debe hacerse con el siguiente equipo para garantizar un manejo, instalación y mantenimiento seguros:

- Lentes de seguridad ó máscara protectora
- Guantes de hule resistentes al ácido
- Delantal protector, mandil o peto
- Aparatos de elevación adecuados: montacargas, eslingas, polipastos, etc
- Herramientas con mangos aislantes

2.3.6.2. Recomendaciones para seguridad del operador en este proceso

El Reglamento Federal de Seguridad, Higiene y Medio Ambiente de Trabajo establece en el Artículo 17-III, que es obligación de los patrones el efectuar estudios en materia de seguridad en el trabajo para identificar las posibles causas de accidentes y enfermedades de trabajo, y adoptar las medidas adecuadas para prevenirlos, y el Artículo 17-IV establece que es obligación de los patrones determinar y conservar dentro de los niveles permisibles las condiciones ambientales del centro de trabajo.

Los riesgos para el operador se deben a tres factores principales:

- Manoseo del electrolito (ácido sulfúrico diluido);
- Las celdas operan con atmósfera interna explosiva;
- Riesgo de choque eléctrico.

Para evitar graves riesgos de manoseo con ácido sulfúrico concentrado, y con su disolución, nunca debe manejarse ácido concentrado en los locales de instalación de las baterías.

El ácido que contienen las celdas no se consume, ni precisa cambiarse a lo largo de la vida de la batería. En el caso de que hubiera necesidad de reponer el electrolito, se usa electrolito de densidad nominal de 1.21g/cm^3 . Este ácido diluido tiene acción lenta sobre la piel o los ojos, permitiendo que sea eliminado al lavarse con agua, o al neutralizarse con bicarbonato de sodio. El contacto normal del operador con el electrolito, se da al agregar agua destilada y al medir la densidad. En este caso pueden haber salpicaduras de electrolito. Utilice lentes de seguridad y guantes de PVC durante estas operaciones.

En caso de que el electrolito tenga contacto con la piel o los ojos, lavar inmediatamente con agua fresca en abundancia, hasta que la sensación de ardor desaparezca de los ojos y de la piel, y no tenga más sabor ácido. Para acelerar la eliminación de ácido puede utilizarse una solución con 10 % de bicarbonato de sodio. Esta solución, desde que se tiene certeza de su composición, puede usarse también en los ojos. En caso de que el ojo se salpique de electrolito, acudir al médico inmediatamente después de lavarse o neutralizarse el ojo.

La atmósfera explosiva contenida encima del nivel del electrolito en cada celda (mezcla de hidrógeno y oxígeno), sólo encenderá si una chispa ó una llama cae en ella. Es altamente improbable que se origine una chispa dentro de la celda (por ejemplo, por interrupción de un polo). Las chispas se originan normalmente por mal contacto entre los polos y las interconexiones ó terminales. El hecho de que los polos y la abertura de la válvula de protección estén próximos, posibilita que estas chispas lleguen al interior de la celda, propagadas por la mezcla de gas explosivo que sale de la celda. La explosión de una celda es un riesgo grave. No se deben abrir las válvulas si las interconexiones no están con un buen contacto y apretadas. Desconectar la batería completamente del sistema en caso de tener que trabajar con las interconexiones. La falta de posibilidades de circulación de corriente evita las fallas. Para evitar riesgos es necesario no colocar herramientas sobre las celdas y no fumar.

Con relación a los riesgos eléctricos, se deben tomar en cuenta las recomendaciones para ese tipo de instalaciones, los cuales se tratarán en el punto 3.16. concerniente a las medidas de seguridad para las instalaciones eléctricas. Cabe recalcar que una celda de una batería contiene mucha energía, y si sus polos sufrieran un cortocircuito, se produciría una descarga muy fuerte, inclusive con los polos se derretirían.

2.3.6.3. Recomendaciones para el local de la planta de trabajo de este proceso

El local debe:

- Estar limpio y seco;
- Tener buena ventilación, con aire libre de vapores nocivos y con el mínimo de polvo;
- Tener iluminación, sin incidencia directa de los rayos solares sobre las celdas;
- Tener un piso que soporte bien el peso de las baterías y que sea firme ajeno a vibraciones.

La ventilación es un factor de seguridad, porque la falta de esta permitiría que el hidrógeno liberado de las celdas se concentre y forme una mezcla explosiva con el aire. Para conseguir una ventilación eficiente, el flujo de aire de ventilación debe recorrer uniformemente todas las celdas de la batería.

2.3.6.4. Recomendaciones durante la instalación de los bancos de baterías

- Estas baterías están selladas y no contienen electrolitos libres. Bajo condiciones de operación normales, no presentan ningún peligro de ácido. Sin embargo si el contenedor o la tapa de la batería se encuentran dañados, el ácido puede presentarse. El ácido sulfúrico es dañino para la piel y los ojos. Lavar inmediatamente con agua el área afectada y consultar un médico si le salpica en los ojos.
- Prohibir flamas y prohibido fumar; evitar arcos voltaicos alrededor de la batería.
- No usar artículos de metal, como joyería, cuando se trabaje con las baterías.
- Mantener seca la parte superior de la batería y libre de herramientas u objetos extraños.
- Proporcionar ventilación adecuada y seguir los voltajes de carga recomendados.
- No utilizar extintores de CO₂ para extinguir el fuego en las baterías. Usar extintores de gas halón.
- Nunca quitar o alterar las válvulas de descompresión o de alivio.
- Inspeccionar el piso (entarimado) y el equipo de elevación para un funcionamiento adecuado. En especial revisar la capacidad de carga del piso.
- Asegurar al piso los módulos de las baterías en forma adecuada.
- Conectar las estructuras de soporte al sistema de tierra, de acuerdo con los códigos aplicables.

2.4. Cuadro sinóptico de resultados

**ESTA TESIS NO DEBE
SALIR DE LA BIBLIOTECA**

Con lo propuesto en el punto 2.3. se pretende mejorar lo expuesto en el punto 2.2., por lo que a continuación se presenta una sinopsis de ambos, lo que permite una visualización general de las posibles mejoras que se obtendrán en la instalación del proceso en México frente al de Brasil.

SITUACIÓN ACTUAL EN BRASIL	PROPUESTA PARA MÉXICO
<p>Mediante los 14 pasos que se utilizan para obtener información para realizar una adecuada distribución de planta, se obtuvieron los datos necesarios para conocer el proceso actual de Brasil (punto 1.2.2.3.).</p>	<p>Utilizando nuevamente los 14 pasos, se logró conjuntar la información para desarrollar la propuesta de la distribución de planta para el proceso en México (punto 2.2.4.).</p>
<p>En la figura 1.2 del punto 1.2.1.2. se muestra el diagrama de flujo que la empresa interesada en instalar el proceso de baterías estacionarias en México proporcionó como preparación para la visita a la planta de Brasil, y que muestra en una forma muy simplificada los diferentes eventos del proceso de producción.</p>	<p>Los diferentes eventos del proceso de producción se entienden de mejor manera mediante la descripción detallada que aparece en la bitácora del punto 1.2.2.3., gracias la observación diaria de los mismos durante la visita a la planta.</p>
<p>El proceso de producción actual de Brasil se describe en el punto 2.2.4., y se utilizan diagramas de operaciones, de curso y de flujo para describirlo, ya que son útiles para describir fielmente el proceso.</p>	<p>Para México también se utilizan estos diagramas para describir las operaciones, las cuales cambian debido a las propuestas para mejorar el equipo y simplificar las operaciones (punto 2.3.5.).</p>
<p>Los materiales que intervienen en el proceso se describen en el punto 2.2.4.1.</p>	<p>Para el proceso en México se propone que se dejen de utilizar material de fleje y grapas para que sean sustituidos por cinchos reutilizables de polyester, que cumplirían con la misma función de sujetar los corrales de las celdas.</p>
<p>La maquinaria y el equipo en Brasil se describen en el punto 2.2.4.2.</p>	<p>Para el proceso en México se propone un nuevo diseño para el dispositivo de escurrimiento, con lo que se distribuiría y se aprovecharía de mejor manera el área disponible, y se eliminaría la adquisición de diferentes elementos complementarios al equipo, que son necesarios en Brasil (punto 2.3.3.3.).</p>

<p>Hay una parte del proceso en Brasil en donde se escurren las celdas; en este paso, las celdas se chorrean de ácido y es necesario enjuagarlas sobre dispositivos especiales, y secarlas con aire comprimido.</p>	<p>Para el proceso en México se propone que se elaboren unas "mangueras de escurrimiento", similares a las válvulas desgasificadoras, para que se atornillen en las celdas al momento de ser escurridas, y así se evite el chorreo de ácido sobre las mismas.</p>
<p>La distribución de planta se describe en el punto 2.2.3.; el área disponible en Brasil es mayor a la disponible en México (punto 2.2.2.).</p>	<p>El espacio disponible en México es menor al de Brasil (punto 2.3.2.). Para desarrollar el plano de distribución de planta se contempla un manejo de materiales que propone un nuevo diseño del dispositivo de escurrimiento de las celdas de menor tamaño que el original, con lo que el proceso de producción se adapta con el nuevo equipo a un área más reducida.</p>
<p>La lista de operaciones del proceso en Brasil aparece en el punto 2.2.4.4.1.2. El diagrama de curso del punto 2.2.4.4.2.2. lista los diferentes eventos que aparecen en el proceso y el diagrama de recorrido de actividades del punto 2.2.4.4.3.2. los muestra.</p>	<p>Con la propuesta del nuevo diseño del dispositivo de escurrimiento, se reduce el área a ocupar, pero aumenta en dos el número de operaciones (punto 2.3.5.1.). Aparentemente es más trabajo, pero no resulta así, ya que con este nuevo diseño del equipo, disminuyen las distancias recorridas en la planta de 70 a 42 metros, a la vez que disminuyen los transportes, lo que reduce el acarreo inútil de materiales como se había dicho en el punto 2.3.3. También se disminuyen los tiempos en las operaciones en donde interviene el nuevo dispositivo de escurrimiento propuesto. Ésto se lista en el diagrama de operaciones de la figura 2.10. y en el diagrama de curso del punto 2.3.5.2., mostrándose también en el diagrama de recorrido de actividades de la figura 2.11.</p>
<p>El diagrama de recorrido de actividades del proceso en Brasil se muestra en el punto 2.2.4.4.3.2.</p>	<p>Comparando el diagrama de recorrido de actividades de México (punto 2.3.5.3.), con el de Brasil, se aprecia una notable mejoría de la trayectoria del recorrido del proceso sobre la planta.</p>

3. Instalación eléctrica de la distribución de planta propuesta para México

El proyecto de las instalaciones eléctricas en una industria, comprende el dimensionamiento de todo el sistema, que resulta cuantificado cuando se determina el comportamiento de los elementos contenidos en cada uno de los bloques y las características de aquellos que los unen.

Al proyectista que se orienta hacia el proyecto de instalaciones industriales por lo general se le suministra el resto de la información.

Las instalaciones y obras eléctricas deben ser realizadas conforme al Reglamento de Obras e Instalaciones Eléctricas. Los productos eléctricos requeridos o permitidos por la Norma Oficial Mexicana: NOM- 001-SEMP-94 (Relativa a las Instalaciones Destinadas al Suministro y Uso de la Energía Eléctrica), se consideran aceptables sólo si son certificados por las autoridades o por los organismos de certificación acreditados en el país conforme a lo diseñado por la Ley Federal sobre Metrología y Normalización.

Los equipos certificados o etiquetados deben de usarse o instalarse de acuerdo con las instrucciones incluidas en la etiqueta o certificado. En esta Norma la tensión que debe tomarse como nominal es aquella a la cual funcione el circuito.

3.1. Previsión de cargas

La previsión de cargas se detalla en el Capítulo de Cálculos y su cuantía es de 268.247 kW para Fuerza y 4.852 kW para Alumbrado.

Para efectuar el diseño de la instalación eléctrica se han estimado el Coeficiente de Simultaneidad y el Coeficiente de Demanda integrados en uno, de valor el producto de los dos y que consideraremos del 100% para el cálculo de ambas potencias, con excepción de la carga para contactos que se calcula al 125%, por lo tanto la potencia de cálculo será la mencionada en el párrafo anterior.

Se instalarán un interruptor general de 1000 Amperes para Fuerza y otro 60 Amperes para alumbrado, que nos darán una potencia máxima admisible de 358.188 kW para Fuerza y 11.878 kW para Alumbrado que soporta ampliamente la derivación individual tanto por intensidad como por caída de tensión, como se puede apreciar en el punto 3.19.

3.2. Empresa suministradora y tipo de suministro

La generación y suministro de energía eléctrica será por cuenta de la Compañía de Luz y Fuerza (C.L.y F.), la cual suministrará la energía necesaria, para la instalación que se proyecta, a través de la red que discurre por la zona de la nave, desde donde se alimenta el Tablero general.

El suministro se realizará por medio de una línea constituida por tres fases más neutro siendo la tensión de 220 V entre fases y 127 V entre fase y neutro (Circuito de Fuerza / Fuerza), y una alimentación monofásica de 127 V (Circuito de alumbrado / Alumbrado).

3.3. Clasificación de la instalación

El proceso objeto de estudio no requiere de ninguna clasificación especial. El recinto no está considerado como zona de riesgo y, en consecuencia el grado de protección de la instalación eléctrica (*puntos de luz en el techo y canalizaciones*) no requerirán de ningún grado de protección especial.

3.4. Circuitos

3.4.1. Circuitos alimentadores

Conjunto de conductores y accesorios que se encuentran entre el medio principal de desconexión de la instalación eléctrica y los dispositivos de protección contra sobrecorrientes de los circuitos derivados.

Serán de un calibre suficiente para conducir la corriente necesaria y estarán calculados para soportar la máxima caída de tensión admisible desde la entrada de servicio hasta el último punto de la instalación.

Según NTIE-203, el calibre mínimo de los conductores alimentadores será de 10 AWG.

3.4.2. Circuitos derivados

Conjunto de conductores y accesorios comprendidos desde el último dispositivo de protección contra sobrecorriente hasta las salidas de las cargas.

Según NTIE-202, el calibre mínimo será de No. 14 AWG para cargas definidas y No. 12 AWG para cargas indefinidas (Contactos).

Según NTIE- 202.4, los colores de identificación de conductores será:

- Verde. Puesta a tierra de equipos.
- Blanco o gris claro. Puesta a tierra (Neutro).

3.5. Conductores

Los conductores activos a emplear en la instalación serán de cobre Tipo THW, con aislamiento termoplástico para uso en ambientes húmedos y resistentes al calor hasta 75°C, excepto para la derivación individual del circuito de fuerza que empleará un conductor RHH con aislamiento de hule y resistente al calor hasta 90°C

Se tendrá en cuenta que para circuitos industriales el calibre mínimo de los conductores es de No. 12 AWG.

3.5.1. Caída de tensión

La caída de tensión es la diferencia entre el voltaje existente en los terminales de la carga y el voltaje de alimentación.

Las Normas Técnicas para Instalaciones Eléctricas recomiendan que la máxima caída de voltaje (desde la alimentación hasta la carga) no debe exceder el 5%, repartido de la siguiente manera:

- Un 3% en los circuitos derivados, del tablero o interruptor a la salida para utilización.
- Un 2% en el alimentador, de la alimentación al tablero principal.
- Para instalaciones industriales el máximo permitido de caída de voltaje, es del 2%

3.5.2. Identificación de los conductores

Los conductores deben ser fácilmente identificables especialmente el neutro y la protección, por lo tanto se utilizarán los siguientes colores:

- Circuito monofilar: 1 rojo, 1 gris.
- Circuito trifilar: 1 negro, 1 blanco, 1 rojo, 1gris.

3.6. Canalizaciones, cajas y accesorios

La canalización de la instalación proyectada está formada por Tubo Conduit Metálico Rígido (Pared Gruesa) de acero galvanizado, que permite su instalación tanto en exteriores como en interiores, áreas secas o húmedas, dando excelente protección a los conductores, pudiendo utilizarse en todo tipo de atmósferas y para todas las aplicaciones.

Se suministra en tramos de 3.05 metros (10 pies) de longitud y se encuentra disponible en diámetros desde ½ pulgada (13 mm), hasta 6 pulgadas (152. 4 mm), cada extremo del tubo se proporciona con rosca y uno de ellos tiene un cople.

Para su aplicación se han seguido las siguientes recomendaciones:

- El número de dobleces en la trayectoria total de un conduit, no excederá de 360°.
- Los tubos se soportarán cada 3.05 metros (10 pies) y dentro de 0.9 metros (3 pies) entre cada salida.
- Las cajas eléctricas, la terminación que permite acomodar las llegadas de los Tubos Conduit, con el propósito de empalmar cables y proporcionar salidas para contactos, apagadores, lámparas, serán del mismo material que el del tubo instalado.
- Todos los conductores que se alojen en una caja, incluyendo los aislamientos, empalmes y vueltas que se hagan en su interior, no ocuparán más del 60% del espacio interior de la caja o del espacio libre que den los dispositivos o accesorios que se instalen en ellas.
- Las tapas utilizadas serán también del mismo material y de un espesor no menor que el de las paredes de las cajas o accesorios correspondientes.

Debido a las limitaciones que se tienen en la disipación de calor y a que el aislamiento mismo presenta también restricciones de tipo térmico, el número de conductores dentro de un Tubo Conduit se limita de manera tal que, permita un arreglo físico de conductores de acuerdo a la sección de éste, facilitando su alojamiento de aire necesaria para disipar el calor, siendo la relación entre la sección del tubo y la de los conductores, llamada Factor de Relleno, la siguiente:

$$F = \frac{\text{Área}_{\text{Total}}}{\text{Área}_{\text{Tubo}}}$$

Donde: $\text{Área}_{\text{Tubo}} = \text{Área interior del tubo en mm}^2$
 $\text{Área}_{\text{Total}} = \text{Área total de los conductores en mm}^2$

El valor establecido para este Factor de Relleno para instalaciones en tubo conduit en el caso particular en estudio será de un 40% (para cuatro o más conductores).

3.7. Tableros de control, maniobra y distribución

3.7.1. Tablero general

Se utilizará para alojar los elementos de protección de la derivación individual contra sobreintensidades de corriente originadas por sobrecargas o cortocircuitos.

La Caja General de Control estará formada por un envolvente aislante, será precintable y responderá al grado de protección que corresponda según el lugar de instalación.

Dentro de la caja se instalarán cortocircuitos fusibles en todos los conductores de fase, con poder de corte por lo menos igual a la corriente de cortocircuito posible en el punto de instalación. Dispondrá también de un borne de conexión para el conductor neutro y otro borne para la puesta a tierra de la caja en caso de ser metálica.

3.7.2. Tableros de fuerza y alumbrado

Al finalizar el Circuito Derivado se instalarán un Tablero para el Circuito de Fuerza y otro para el Circuito de Alumbrado.

Estos Tableros representan el cerebro de los centros de distribución conteniendo los dispositivos de protección contra sobrecorriente que protegen a los componentes de sobrecarga o cortocircuito.

Dichos tableros se albergarán dentro de Gabinetes, que debido a las condiciones de la Instalación serán del Tipo NEMA 7 (Servicio interior en atmósfera peligrosa por gases explosivos, fundido atornillable o roscado. Requiere conectores especiales y soportes exteriores de montaje). Dicho Gabinete dispondrá en su interior de una borna de Puesta a Tierra.

En cabecera de la instalación se dispondrán los Interruptores antes mencionados de corte trifásico para el *Circuito de Fuerza* y de corte monofásico para el *Circuito de Alumbrado*, permitiendo su accionamiento manual y dotándolos de dispositivos de protección contra cortocircuitos y sobrecargas, alojados todos dentro del tablero correspondiente.

El calibrado y la disposición de los distintos interruptores se contempla en el esquema eléctrico. Todos los mecanismos llevarán una placa indicadora del circuito al que pertenecen.

3.7.3. Tablero para equipo de medición

El módulo destinado a albergar el Equipo de Medición se instalará en el interior del edificio bien en montaje empotrado o de superficie. Estará constituido por dos armarios de poliester para instalación intemperie, según el modelo normalizado por la compañía distribuidora, Compañía de Luz y Fuerza. El armario superior dispondrá de tres mirillas en la puerta y en su interior se instalará el contador trifásico de reactiva, el contador de activa doble tarifa y maxímetro, el reloj y la regleta de verificación. El armario inferior alojará los transformadores de intensidad de corriente.

Dichos armarios dispondrán de cerradura y el abonado será el responsable de los precintos que sobre ellos instale la Compañía distribuidora.

La instalación del módulo de contadores se realizará según las normas de la Compañía suministradora.

3.8. Condiciones particulares de la instalación interior

- No se utilizará un mismo conductor neutro para varios circuitos
- No se utilizará un mismo conductor de protección para varios circuitos.
- La conexión de los interruptores unipolares se realizará sobre el conductor de fase.
- Para las uniones y derivaciones se utilizarán bornas de conexión con apriete por tornillo.
- La instalación de todo tipo de mecanismo se realizará por tornillos.

3.9. Alumbrado de emergencia y señalización

No se dotará la instalación de alumbrado de emergencia especial.

3.10. Protecciones adoptadas

3.10.1. Protección contra sobrecorrientes

Todo circuito de la instalación que se proyecta estará protegido contra los efectos de las sobrecorrientes que puedan presentarse en el mismo, para lo cual la interrupción de este circuito se realizará en un tiempo conveniente o estará dimensionado para las sobreintensidades previsibles.

Todos los circuitos interiores estarán protegidos mediante interruptores automáticos termomagnéticos, recordándose la obligación de colocar los unipolares sobre el conductor de fase, más unos fusibles de protección contra cortocircuito, e interruptores 52 operados por relevadores de sobrecorriente instantáneos 50 (GE-HGC o WH), alimentados éstos por un banco de baterías con un cargador en paralelo. Todos ellos dimensionados al 125% e instalados dentro del Tablero correspondiente.

3.10.2. Protección contra contactos directos

En toda instalación receptora de baja tensión deberá existir un sistema de protección contra contactos directos e indirectos que cumplan las condiciones marcadas por la Norma.

La protección contra contactos directos se conseguirá mediante la adopción de una de las siguientes medidas:

- Alejamiento de las partes activas, verificándose las distancias marcadas por Norma.
- *Interposición* de obstáculos que impidan todo contacto accidental con las partes activas de la instalación.
- Recubrimiento de las partes activas de la instalación por medio de un aislamiento adecuado.

En la instalación objeto de este proyecto la solución adoptada es el empleo de conductores aislados en el interior de los tubos protectores y mecanismos de accionamiento con superficies aisladas

3.10.3. Protección contra contactos indirectos

Para la protección contra contactos indirectos el sistema de protección adoptado es el de puesta a tierra de las masas por medio de Electrodo de Tierra.

3.11. Sistema de puesta a tierra

El objeto de la instalación de puesta a tierra del edificio es eliminar la tensión que, con respecto a tierra, puede presentarse en un momento dado de las masas metálicas, asegurara la actuación de las protecciones correspondientes y eliminar o disminuir el riesgo que supone una avería en el material utilizado, con lo cual se proporciona en los sistemas eléctricos:

- Seguridad al personal

No circulará ninguna corriente en el equipo al cual tenga acceso el personal, tomando en consideración la diferencia de potencial entre dos puntos cualquiera que pudieran ser tocados simultáneamente por una persona.

Se asegurará una conexión efectiva de muy baja impedancia y de una capacidad de corriente adecuada entre puntos, con un arreglo tal, que la principal corriente de falla a tierra no fluya únicamente entre tales puntos.

- Operación adecuada de los equipos de protección

Los equipos de protección de corriente de falla a tierra operarán en función de la intensidad de esta corriente, para ello se dispone de una adecuada red de tierras.

- Prevención de daño al equipo

En condiciones de falla se limitará al máximo posible la tensión que pudiera presentarse al circular una corriente de falla entre las carcasas de los equipos y la red de tierras.

Las instalaciones de puesta a tierra han sido definidas y especificadas teniendo en cuenta lo indicado en el Artículo 250, NOM-001-SEMP-1994. Norma Oficial Mexicana (Relativa a las Instalaciones destinadas al Suministro y Uso de la Energía Eléctrica)

3.11.1. Tomas de tierra

Al iniciarse las obras de fundación del edificio se pondrá un cable trenzado de cobre desnudo (Calibre No. 1000 MCM), formando un anillo cerrado exterior al perímetro del edificio y conectando derivaciones a cada aparato, mediante un cable más delgado (Calibre No. 4/0 AWG).

El valor de la resistencia a tierra resultante será el necesario para conseguir que ninguna masa pueda dar lugar a potenciales peligrosos. Se considera aceptable un valor de 10 Ohms, aunque en terrenos de alta resistividad puede llegar a ser de 25 Ohms.

Para disminuir la resistencia a tierra que puede presentar el conductor en anillo, se conectarán varios electrodos verticales hincados en el terreno. Éstos estarán formados por varillas de Copperweld, fabricadas de fierro y a las cuales se adhiere una lámina de cobre soldado sólidamente y en forma continua. Tendrán una longitud mínima de 2.4 metros y un diámetro mínimo de 19 mm.

El conductor del electrodo de puesta a tierra estará conectado al conductor neutro de la acometida en un punto accesible, ubicado en cualquier lugar entre el extremo de la carga del conductor de acometida exterior e incluyendo los bornes o barras a las cuales se conectan los conductores puestos a tierra de la acometida al medio de desconexión de la misma.

En el sistema monofásico de dos hilos se pondrá a tierra un conductor, y en el sistema polifásico que tiene un conductor común a todas las fases, éste será puesto a tierra.

3.11.2. Elementos a conectar a tierra

Estarán conectados a tierra para evitar que en algún momento puedan quedar a un potencial diferente del de tierra y ser tocados por el personal los siguientes equipos:

- Gabinetes y ductos metálicos para los conductores de acometida y los equipos.
- Las cubiertas metálicas para conductores que no sean de acometida.
- Las partes metálicas descubiertas de equipos fijos, no destinados a transportar corriente y que tengan probabilidades de ser energizados.
- Equipos fijos conectados por métodos de cableado permanente.
- Las partes metálicas de equipos no eléctricos.
- Las partes metálicas descubiertas que no transportan corriente y que puedan quedar energizadas, en los equipos conectados con cordón y clavija.

3.12. Dirección técnica de las obras

Dada la potencia instalada en el local y el tipo de actividad, las instalaciones eléctricas objeto de este proyecto para su ejecución deberán estar dirigidas por el instalador electricista-autorizado y el conjunto de las instalaciones deberán estar dirigidas por un técnico legalmente competente.

3.13. Instalador autorizado

Esta instalación deberá ser realizada por un Instalador Electricista, debidamente autorizado, el cual extenderá un(os) boletín(es) en él(los) que se fijarán los datos relativos a las características principales de la instalación, potencia instalada, la máxima admisible y la declaración expresa de que la instalación ha sido ejecutada de acuerdo con los preceptos ya señalados, según la Norma NOM-001-SEMP-1994 (Relativa a las Instalaciones destinadas al Suministro y Uso de la Energía Eléctrica), y las normas particulares de la empresa suministradora.

3.14. Prescripciones técnicas reglamentarias y condiciones generales

Las obras se realizarán con los buenos principios y técnicas de la especialidad correspondiente, éstas y los materiales objeto de este proyecto han de cumplir con la Condiciones Técnicas Particulares que han sido expuestas y desarrolladas en los apartados anteriores y que tienen como finalidad conseguir la completa y correcta terminación de las mismas.

Los distintos elementos de esta instalación eléctrica de baja tensión serán montados de forma esmerada y bien acabada. Durante el desarrollo de las obras y hasta que tenga lugar la recepción definitiva, el instalador es responsable de los defectos que puedan observarse en los materiales utilizados o en la realización de la instalación.

Las condiciones económico-administrativas en las que habrán de realizarse estas obras, tales como la ejecución, condiciones de seguridad, ensayos replanteo, plazos, garantías, mediciones, condiciones de pago, recepción, autorizaciones, etc., estarán recogidas en el correspondiente documento contractual, que suscribirán, en su momento y una vez hecha la pertinente adjudicación de las obras, la propiedad como contratante y el Instalador Electricista, adjudicatario de las mismas, como empresa contratista y por lo tanto no serán objeto de estudio detallado en este proyecto.

3.15. Pruebas reglamentarias a realizar

Una vez finalizada la instalación se realizará una inspección de la instalación en la que después de un examen visual para comprobar las características de los materiales empleados y en que forma ha sido realizada la propia instalación, se comprobarán entre otros los siguientes puntos:

3.15.1. Prueba de resistencia de aislamiento

Esta prueba debe realizarse siguiendo el método establecido en la Norma NMX-J-294 con las siguientes consideraciones:

- La instalación debe estar desenergizada y con los conductores alimentadores desconectados de los demás elementos de la instalación.
- Debe conocerse la longitud de los conductores alimentadores.
- Efectuar las mediciones de la resistencia de aislamiento en seco, para cada conductor alimentador.
- Durante la prueba debe medirse la temperatura en cuando menos dos puntos representativos de la temperatura real que se tenga en el conductor a lo largo del trayecto. Si la diferencia de temperaturas es menor o igual a 2°C, para los cálculos se usará la temperatura media y si es menor de 2°C, entonces se debe usar la temperatura más alta,
- La resistencia de aislamiento medida no debe ser menor a lo indicado en la Norma correspondiente del cable bajo prueba.

3.15.2. Deslizamiento de los conductores

Deslizamiento de los conductores (posibilidad de extraer el cable del tubo de protección comprendido entre dos cajetines o dos cajas sucesivas, sin que el propio cable resulte dañado); efectuar dicha comprobación preferentemente en los tramos rectilíneos y en una longitud comprendida entre el 1% y el 5% de la longitud total de los tubos de la instalación.

3.15.3. Medida de la resistencia de puesta a tierra

Se realizará la medida de la resistencia de la instalación a tierra, comprobando que el valor esté por debajo del establecido como máximo en el Proyecto.

3.15.4. Comprobación de las protecciones

- Control de la continuidad del protector de tierra.
- Control del calibrado el interruptor automático y de los fusibles.
- Control del funcionamiento del interruptor con dispositivo diferencial.

3.15.5. Comprobación de las caídas de tensión

Se efectuará una comprobación de las caídas de tensión en los circuitos más desfavorables verificando que no superan las máximas admisibles y concuerdan con las proyectadas.

3.15.6. Comprobación de la instalación de receptores instalados en forma fija

Se efectuará una comprobación visual de las conexiones de los citados receptores.

3.16. Medidas de seguridad para la instalación eléctrica

3.16.1. Trabajo en instalaciones de baja tensión

Antes de iniciarse cualquier trabajo en Baja Tensión se procederá a identificar el conductor o instalación en donde se tiene que efectuar el mismo. Toda la instalación será considerada bajo tensión mientras no se compruebe lo contrario con aparatos destinados al efecto.

Además del equipo de protección personal (gafas, calzado, etc.) se empleará en cada caso el material de seguridad más adecuado entre los siguientes:

- Guantes aislantes.
- Banquetas o alfombras aislantes.
- Vainas o caperuzas aislantes.
- Comprobadores o discriminadores de tensión.
- Herramientas aislantes
- Material de señalización (discos, banderines, etc.)
- Lámparas portátiles transformadores de seguridad.
- Transformadores de separación de circuitos.

3.16.2. Trabajo en instalaciones de baja tensión que se efectúen sin carga.

- Será aislada la parte en que se vaya a trabajar de cualquier posible alimentación, mediante la apertura de los aparatos de seccionamiento más próximos a la zona de trabajo.
- Será bloqueado en posición de apertura, si es posible, cada uno de los aparatos de seccionamiento citados, colocando en su mando un letrero con la prohibición de maniobrarlo.
- Se comprobará mediante un verificador la ausencia de tensión en cada una de las partes eléctricamente separadas de la instalación, (las fases a ambos extremos de los fusibles, etc)
- No se restablecerá el servicio al finalizar los trabajos, sin comprobar que no existe peligro alguno.

3.16.3. Trabajos en instalaciones de baja tensión que se efectúen con carga.

Quando se realicen trabajos en instalaciones eléctricas en tensión, el personal encargado de realizarlos estará adiestrado en los métodos de trabajo a seguir en cada caso y en el empleo del material de seguridad, equipo y herramientas mencionados en el apartado anterior.

3.16.4. Protección personal contra descargas eléctricas.

Mientras los operarios trabajan en circuitos, o equipos de tensión, o en su proximidad, se usarán ropas sin accesorios metálicos y evitarán el uso innecesario de objetos de metal o artículos inflamables; llevarán las herramientas o equipos en bolsas y utilizarán calzado aislante o al menos sin herrajes ni clavos en las suelas.

3.16.4.1. Prendas de protección

Todos los trabajadores estarán dotados de prendas de protección personal adecuadas al tipo de trabajo a desarrollar por cada uno y el lugar de trabajo a desarrollar por cada uno y el lugar de trabajo, de acuerdo con las ordenanzas establecidas.

3.17. Cálculo de líneas eléctricas

El siguiente cálculo de líneas eléctricas se ha elaborado teniendo en cuenta: Las máximas caídas de tensión reglamentarias, los factores de corrección aplicables en cada caso, además de las restricciones y consideraciones prescritas por la Norma Oficial Mexicana, NOM-001-SEMP-94. (Relativa a las Instalaciones Destinadas al Suministro y Uso de la Energía Eléctrica).

Todos los valores manejados en el presente Capítulo se han obtenido de las Hojas de Especificaciones de cada aparato, y se han complementado con los datos obtenidos de las Tablas correspondientes en cada caso, y que aparecen en la Norma mencionada en el párrafo anterior.

El número de equipos, así como las distancias de los mismos al punto de alimentación se han calculado en función de las necesidades requeridas por el Proceso Industrial en estudio.

3.17.1. Fórmulas utilizadas

En las formulas que se desarrollan a continuación, se empleará la siguiente nomenclatura:

P = Potencia activa en watts (W)

S = Potencia aparente en voltamperios (VA)

Q = Potencia reactiva en voltamperios reactivos (VAR)

I = Corriente en amperes por conductor

V_n = Voltaje de línea a neutro

$\cos \theta$ = Factor de potencia

L = Longitud del conductor en metros

s = Sección del conductor en mm^2

3.17.1.1. Sistema monofásico

$$I = \frac{P}{V_n \cos \theta}$$

$$P = V_n I \cos \theta$$

$$S = \frac{P}{\cos \theta}$$

$$Q = S \operatorname{sen} \theta$$

$$E = \frac{LI}{s25}$$

$$E\% = \frac{4LI}{sV_n}$$

3.17.1.2. Sistema trifásico

$$I = \frac{P}{\sqrt{3}V_n \cos \theta}$$

$$P = \sqrt{3}V_f I \cos \theta$$

$$S = \frac{W}{\cos \theta}$$

$$Q = S \operatorname{sen} \theta$$

$$E = \frac{LI}{s50}$$

$$E\% = \frac{2LI}{sV_n}$$

$$\theta = \operatorname{arccos} \cos \theta$$

$$\theta = \operatorname{ar cotang} \frac{Q}{P}$$

3.18. Equipo y aparatos eléctricos

Circuitos	Aparatos y Equipo	Potencia (Watts)	No. de equipos y aparatos	Coefficiente de demanda	Potencia total (Watts)
Fuerza	Rectificador de 200 A	117135	2	1.0	234270
	Rectificador de 5 A	14490	2	1.0	28980
	Bomba de llenado de ácido	507	1	1.0	507
	Polipasto	4490	1	1.0	4490
					268247
Alumbrado	Bomba de succión de ácido escurrido	202	1	1.0	202
	Equipo de cómputo	250	1	1.0	250
	Alumbrado	160	10	1.25	2000
	Contactos	800	3	1.0	2400
					4852

3.19. Cálculos

3.19.1. Rectificador de 200 Amperes

DATOS

Longitud (m) = 4

Potencia (W) = 117135

Tensión (v) = 220

Factor de Potencia = 0.95

OPERACIONES

- Intensidad

$$I = \frac{P}{\sqrt{3}V_n \cos \theta} = \frac{117135}{\sqrt{3} \times 220 \times 0.95} = 324 A$$

- Conductor

Para una intensidad de 324 A, el conductor THW utilizado será No. 4/0 AWG

- Sección del conductor

Para un conductor No. 4/0 AWG, la sección que corresponde es 107,2 mm²

- Protección

$$1.25 \times 324 = 405 A$$

Interruptor Tipo 52: Calibre 450 A

- Comprobación

$$E\% = \frac{2LI}{sV_n} = \frac{2 \times 4 \times 324}{107.2 \times 220} = 0.11.$$

Menor que la máxima admisible

- Balance de potencias

Para: P= 117135 W

$$\cos \theta = 0.95$$

$$\theta = \arccos \cos \theta = \arccos 0.95 = 18.2^\circ$$

$$S = \frac{P}{\cos \theta} = \frac{117135}{0.95} = 123300 VA$$

$$Q = S \sin \theta = 123300 \sin 18.2^\circ = 38511 VAR$$

3.19.2. Rectificador de 5 Amperes

DATOS

Longitud (m) = 4

Potencia (W) = 14490

Tensión (v) = 220

Factor de Potencia = 0.9

OPERACIONES

- Intensidad

$$I = \frac{P}{\sqrt{3}V_n \cos \theta} = \frac{14490}{\sqrt{3} \times 220 \times 0.9} = 42.25A$$

- Conductor

Para una intensidad de 42.25 A, el conductor THW utilizado será No. 8 AWG

- Sección del conductor

Para un conductor No. 8 AWG, la sección que corresponde es 8.367mm²

- Protección

$$1.25 \times 42.25 = 53A$$

Interruptor Tipo 52: Calibre 60A

- Comprobación

$$E\% = \frac{2LI}{sV_n} = \frac{2 \times 4 \times 42.25}{8.367 \times 220} = 0.18$$

Menor que la máxima admisible

- Balance de potencias

Para: P=14490W

$$\cos \theta = 0.9$$

$$\theta = \arccos \cos \theta = 25.84^\circ$$

$$S = \frac{P}{\cos \theta} = \frac{14490}{0.9} = 16100VA$$

$$Q = S \sin \theta = 16100 \sin 25.84^\circ = 7017,3VAR$$

3.19.3. Bomba de llenado de ácido

DATOS

Longitud (m) = 19

Potencia (w) = 507

Tensión (V) = 220

Intensidad (A) = 2.1

OPERACIONES

- Conductor

Para una intensidad de 2.1A, el conductor THW utilizado será No. 14 AWG

- Sección del conductor

Para un conductor No. 14 AWG, la sección que corresponde es 2.082 mm²

- Protección

$$1.25 \times 2.1 = 2.62$$

Interruptor Termomagnético: Calibre 3.2A

- Comprobación

$$E\% = \frac{2LI}{sV_n} = \frac{2 \times 19 \times 2.1}{2.082 \times 220} = 0.17$$

Menor que la máxima admisible

- Balance de potencias

Para: P=507W

I=2.1 A

$$\cos \theta = \frac{P}{\sqrt{3}V_n I} = \frac{507}{\sqrt{3} \times 220 \times 2.1} = 0.633$$

$$\theta = \arccos \cos \theta = \arccos \cos 0.633 = 50.73^\circ$$

$$S = \frac{P}{\cos \theta} = \frac{507}{0.633} = 800VA$$

$$Q = S \sin \theta = 800 \sin 50.73^\circ = 620VAR$$

3.19.4. Polipasto

DATOS

Longitud (m) = 10

Potencia (W) = 4490

Tensión (V) = 220

Intensidad (A) = 15.9

OPERACIONES

- Conductor

Para una intensidad de 15.9 A, el conductor THW utilizado será No. 12 AWG

- Sección del conductor

Para un conductor No. 12 AWG, la sección que corresponde es 3.307mm²

- Protección

$$1.25 \times 15.9 = 19.875A$$

Interruptor Termomagnético: Calibre 20A

- Comprobación

$$E\% = \frac{2LI}{sV_n} = \frac{2 \times 10 \times 15.9}{3.307 \times 220} = 0.44$$

Menor que la máxima admisible

- Balance de potencias

Para: P=4490W

I=15.9A

$$\cos \theta = \frac{P}{\sqrt{3}V_n I} = \frac{4490}{\sqrt{3} \times 220 \times 15.9} = 0.74$$

$$\theta = \arccos \cos \theta = \arccos 0.74 = 42.3^\circ$$

$$S = \frac{P}{\sqrt{3}V_n I} = \frac{4490}{0.74} = 6068VA$$

$$Q = S \sin \theta = 6068 \sin 42.3^\circ = 4084VAR$$

3.19.5. Bomba de succión de ácido escurrido

DATOS

Longitud (m) = 10

Potencia (W) = 202

Tensión (V) = 127

Intensidad (A) = 4.0

OPERACIONES

- Conductor

Para una intensidad de 4.0A, el conductor THW utilizado será No. 14 AWG

- Sección del conductor

Para un conductor No. 14 AWG, la sección que corresponde es 2.082 mm²

- Protección

$$1.25 \times 4.0 = 5A$$

Interruptor Termomagnético: Calibre 6.25A

- Comprobación

$$E\% = \frac{4LI}{sV_n} = \frac{4 \times 10 \times 4.0}{127 \times 4.0} = 0.605$$

Menor que la máxima admisible

- Balance de potencias

Para: P=202W

$$I=4.0A$$

$$\cos\theta = \frac{P}{V_n I} = \frac{202}{127 \times 4.0} = 0.4$$

$$\theta = \arccos\theta = \arccos 0.4 = 66.4^\circ$$

$$S = \frac{P}{\cos\theta} = \frac{202}{0.4} = 505VA$$

$$Q = S \sin\theta = 505 \sin 66.4^\circ = 463VAR$$

3.19.6. Equipo de cómputo

DATOS

Longitud (m) = 26

Potencia (W) = 250

Tensión (V) = 127

Intensidad (A) = 5

OPERACIONES

- Conductor

Para una intensidad de 5A, el conductor THW utilizado será No. 14 AWG

- Sección del conductor

Para un conductor No. 14 AWG, la sección que corresponde es 2.082 mm²

- Protección

$$1.25 \times 5 = 6.25 A$$

Interruptor Termomagnético: Calibre 6.25 A

- Comprobación

$$E\% = \frac{4LI}{sV_n} = \frac{4 \times 26 \times 5}{127 \times 2.082} = 1.96$$

Menor que la máxima admisible

- Balance de potencias

Para: P=250W

I=5A

$$\cos \theta = \frac{P}{V_n I} = \frac{250}{127 \times 5} = 0.4$$

$$\theta = \arccos \cos \theta = \arccos 0.4 = 66.4^\circ$$

$$S = \frac{P}{\cos \theta} = \frac{250}{0.4} = 625 VA$$

$$Q = S \sin \theta = 625 \sin 66.4^\circ = 573 VAR$$

3.19.7. Alumbrado y contactos

Debido a las características de rendimiento, eficiencia luminosa y construcción se utilizarán diez lámparas fluorescentes de 160 Watts cada una. La carga de alumbrado dimensionada para uso continuo se calcula al 125%, con lo que se tendrá un total de:

$$160 \times 10 \times 1.25 = 2000 \text{ W}$$

La carga para contactos en instalaciones industriales se calcula considerando 800 Watts por salida, y en locales con más de uno debe tomarse la carga de dos por cada cuatro, siempre que no se utilicen simultáneamente. Dicha carga para uso no continuo se calcula al 100% para los primeros 10kW, con lo que se tendrá un total de:

$$800 \times 3 \times 1.0 = 2400 \text{ W}$$

Para obtener la carga total las salidas para contactos se deben sumar a las cargas de alumbrado, con todo ello se tendrán 4400Watts para realizar los siguientes cálculos.

DATOS

Longitud (m) = 26

Potencia (W) = 4400

Tensión (V) = 127

Factor de potencia = 0.95

OPERACIONES

- Intensidad

$$I = \frac{P}{V_n \cos \theta} = \frac{4400}{127 \times 0.95} = 36.5 \text{ A}$$

- Conductor

Para una intensidad de 36.5A, el conductor THW utilizado será No. 8 AWG

- Sección del conductor

Para un conductor No. 8 AWG, la sección que corresponde es 8.367 mm²

- Protección

$$125 \times 36.5 = 45.625 \text{ A}$$

Interruptor Termomagnético: Calibre 50A

- Comprobación

$$E\% = \frac{4LI}{sV_n} = \frac{4 \times 26 \times 36.5}{127 \times 8.367} = 3.57$$

Mayor de la máxima admisible

La sección que limitará la caída de tensión será la siguiente:

$$s = \frac{4LI}{V_n E\%} = \frac{4 \times 26 \times 36.5}{127 \times 2} = 14.94 \text{ mm}^2$$

Se utilizará entonces un conductor THW No. 4 AWG, cuya sección es de 21.15 mm²

- Balance de potencias

Para: P=4400 W

$$\cos \theta = 0.95$$

$$\theta = \arccos \cos \theta = \arccos 0.95 = 18.19^\circ$$

$$S = \frac{P}{\cos \theta} = \frac{4400}{0.95} = 4631.6 \text{ VA}$$

$$Q = S \sin \theta = 4631.6 \sin 18.19^\circ = 1446 \text{ VAR}$$

3.19.8. Derivación individual

FUERZA

$$P_{Total} = 2 \times 117135 + 2 \times 14490 + 507 + 4490 = 268247W$$

$$Q_{Total} = 2 \times 38511 + 2 \times 7017.3 + 620 + 4084 = 95760.6W$$

$$\theta = \arctg \frac{Q}{P} = \arctg \frac{95760.6}{268247} = 19.64^\circ$$

- Factor de potencia

$$\cos \theta = \cos 19.64^\circ = 0.94$$

- Intensidad

$$I = \frac{P}{\sqrt{3}V_n \cos \theta} = \frac{268247}{\sqrt{3} \times 220 \times 0.94} = 749A$$

- Conductor

Para una intensidad de 749A, el conductor RHH utilizado será No. 2000 AWG

- Sección del conductor

Para un conductor No. 2000AWG, la sección que corresponde es 1012,901mm²

- Protección

$$1.25 \times 749 = 936.25A$$

Interruptor Tipo 52: Calibre 1000A

- Comprobación

$$E\% = \frac{2LI}{sV_n} = \frac{2 \times 19 \times 749}{1012,901 \times 220} = 0.12$$

Menor que la máxima admisible

ALUMBRADO

$$P_{Total} = 202 + 250 + 4400 = 4852W$$

$$Q_{Total} = 463 + 573 + 1446 = 2482VAR$$

$$\theta = \arctg \frac{Q}{P} = \arctg \frac{2482}{4852} = 26.61^\circ$$

- Factor de potencia

$$\cos \theta = \cos 26.61^\circ = 0.9$$

- Intensidad

$$I = \frac{P}{V_n \cos \theta} = \frac{4852}{127 \times 0.9} = 42.5A$$

- Conductor

Para una intensidad de 42.5 A, el conductor THW utilizado será No. 8 AWG

- Sección del conductor

Para un conductor No. 8 AWG, la sección que corresponde es 8.367mm²

- Protección

$$125 \times 42.5 = 53.125A$$

Interruptor Termomagnético: Calibre 60A

- Comprobación

$$E\% = \frac{4LI}{sV_n} = \frac{4 \times 26 \times 42.5}{127 \times 8.367} = 4.16$$

Mayor de lo máximo admisible

La sección que limitará la caída de tensión será la siguiente:

$$s = \frac{4LI}{V_n^2} = \frac{4 \times 26 \times 42.5}{127^2} = 17.4mm^2$$

Se utilizará entonces un conductor THW No. 4AWG, cuya sección es 21.15 mm²

3.19.9. Canalización de los conductores

Factor de Relleno para cuatro o más conductores: 40%

$$0.4 = \frac{Area_{Total}}{Area_{Tubo}}$$

FUERZA

$$Area_{Total} = 2 \times 107.2 + 2 \times 8.367 + 2.082 + 3.307 = 236.523 mm^2$$

$$Area_{Tubo} = \frac{236.523}{0.4} = 591.3075 mm^2$$

$$d = \sqrt{\frac{4s}{\pi}} = \sqrt{\frac{4 \times 591.3075}{\pi}} = 27.43 mm$$

Se utilizará un Tubo Conduit Metálico Rígido de 32mm (1 ¼ pulg)

ALUMBRADO

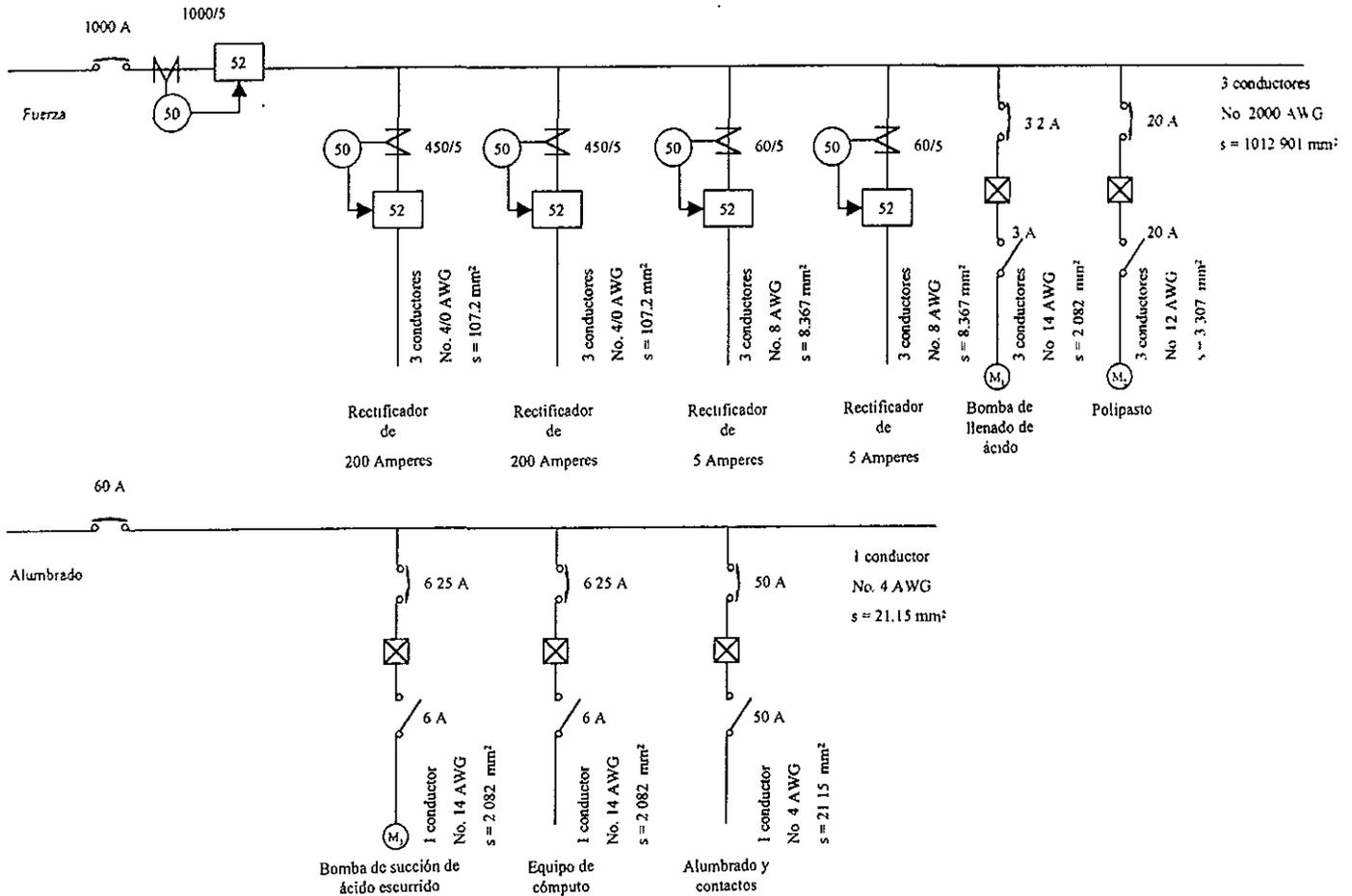
$$Area_{Total} = 2 \times 2.082 + 21.15 = 25.314 mm^2$$

$$Area_{Tubo} = \frac{25.314}{0.4} = 63.285 mm^2$$

$$d = \sqrt{\frac{4s}{\pi}} = \sqrt{\frac{4 \times 63.285}{\pi}} = 8.97 mm$$

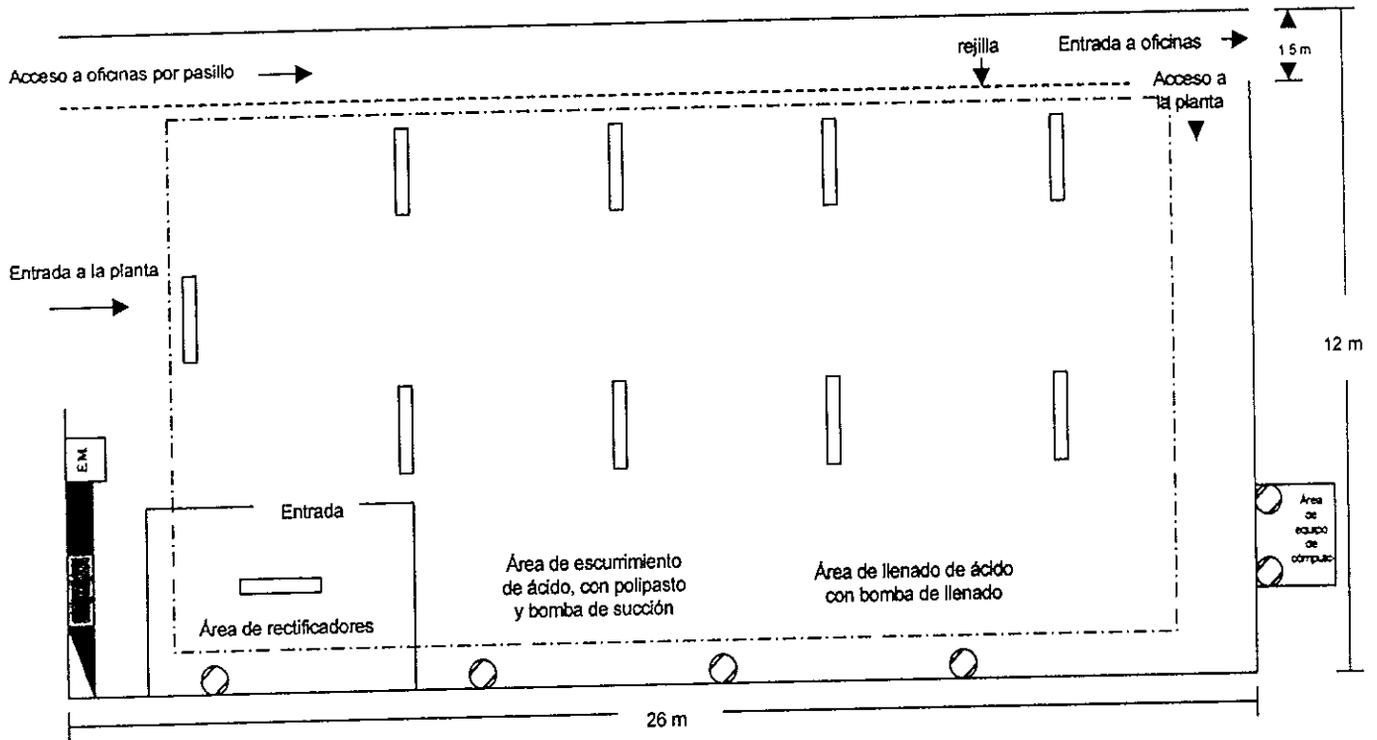
Se utilizará un Tubo Conduit Metálico Rígido de 13mm (1/2 pulgada)

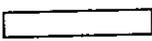
3.19.10. Diagrama unifilar



SÍMBOLO	DESIGNACIÓN
	Interruptor Tipo 52
	Relevador de sobrecorriente tipo instantáneo
	Interruptor Termomagnético
	Caja de Conexiones
	Fusible
	Motor
Leyenda Diagrama Unifilar	

3.19.11. Planta de instalación eléctrica



SÍMBOLO	DESIGNACIÓN	NO. DE EQUIPOS
	Anillo (Red de Tierra)	1
	Contacto doble	6
	Luminaria fluorescente	10
	Tablero de alumbrado	1
	Tablero de fuerza	1
	Tablero general	1
	Equipo de medición	1
Leyenda Instalación Eléctrica		

CONCLUSIONES

A lo largo del desarrollo de este trabajo de investigación se pudo obtener información mediante la cual se elaboró el plan de instalación del proceso de baterías estacionarias en México ya existente en Brasil. Este plan incluye propuestas de mejora al proceso, que lo benefician en gran medida.

Utilizando los pasos descritos en el libro Plant Layout and Material Handling para una adecuada elaboración de una distribución de planta, se logró desarrollar la propuesta de la distribución de planta para el proceso en México.

El diagrama de flujo que la empresa interesada en instalar el proceso de baterías estacionarias en México proporcionó como preparación para la visita a la planta de Brasil, muestra en una forma muy simplificada los diferentes eventos del proceso de producción, los cuales son entendidos de mejor manera mediante la descripción detallada que aparece en la bitácora del punto 1.2.2.3., gracias a la observación diaria de los mismos durante la visita a la planta.

Se utilizaron de manera eficiente los diagramas de operaciones de proceso, de curso de proceso y de recorrido de actividades para describir detalladamente las operaciones, las cuales cambian debido a las propuestas para mejorar el equipo.

Si se deja de utilizar material de fleje y grapas y se sustituyen por cinchos reutilizables de polyester, se cumple con la misma función de acorralar y sujetar las celdas con fuerza, y se evita un desperdicio de materiales.

Con el nuevo diseño para el dispositivo de escurrimiento, se distribuiría y se aprovecharía de mejor manera el área disponible, y se eliminaría la adquisición de diferentes elementos complementarios al equipo, que resultan ser indispensables en Brasil.

Si se elaboran las "mangueras de escurrimiento" propuestas, se evita el chorreo de ácido sobre las celdas y se simplifican las operaciones de limpieza de las mismas.

Como el espacio disponible en México es menor al de Brasil se desarrolló el plano de distribución de planta contemplando un manejo de materiales más simplificado que el de Brasil, debido a que incluye un nuevo diseño del dispositivo de escurrimiento de las celdas, de menor dimensión que el original, permitiendo así una adaptación más eficiente al área disponible.

Al aceptarse la propuesta del nuevo diseño del dispositivo de escurrimiento se modifican los eventos del proceso, y aunque haya habido un aumento de operaciones, se obtiene una disminución de los transportes a lo largo de la planta, lo que reduce notablemente las distancias recorridas comparadas con las de Brasil de 70 a 42 metros, que da un ahorro de 28 metros de recorrido de trayectoria. Así mismo se disminuye el tiempo de las operaciones donde interviene el nuevo dispositivo de escurrimiento propuesto.

Con las mejoras propuestas, se evitan riesgos para los operadores durante el manejo de ácido, porque se disminuyen los espacios a recorrer de las celdas destapadas, llenas hasta el tope de electrolito.

El capítulo 3 ha sido elaborado teniendo en consideración todos los factores que pueden tener impacto sobre el sistema eléctrico.

Durante la fase inicial el encargado del proyecto eléctrico se ha coordinado con el del diseño arquitectónico, a fin de establecer los requerimientos de espacios necesarios para el equipo eléctrico, ya que el echo de no disponer de espacio suficiente para éste conduciría a cambios costosos en el proyecto o a la localización indebida del mismo.

Se ha considerado la existencia de todos los equipos que tienen consumo de energía para hacer una estimación de la carga, así como, la disposición del equipo (Layout) y los sistemas de distribución.

El proyectista ha tenido libertad para acomodar y distribuir el equipo, de acuerdo con la conveniencia del proyecto, ubicándolo en zonas fuera de riesgo, para seguridad de éste y del personal que tiene acceso al mismo siguiendo las disposiciones de las Normas y Reglamentos.

Para finalizar se concluye que lo que se pretende con este trabajo es mejorar lo expuesto en el punto 2.2. que describe la situación actual en Brasil del proceso de baterías estacionarias, con lo planteado en el punto 2.3. de propuesta para México.

BIBLIOGRAFÍA

CURSO DE SEGURIDAD INDUSTRIAL Y SALUD OCUPACIONAL
Facultad de Ingeniería U.N.A.M. 1997

EL ABC DE LAS INSTALACIONES ELÉCTRICAS INDUSTRIALES
Enríquez Harper, Gilberto
Ed. LIMUSA Noriega Editores México 1997

INGENIERÍA INDUSTRIAL MÉTODOS, TIEMPOS Y MOVIMIENTOS
Niebel, Benjamín W.
Alfaomega 1990

INSTALACIONES ELECTROMECAÑICAS BÁSICAS
Avila Espinosa, Jesús
Facultad de Ingeniería U.N.A.M. 1986

GUÍA PRÁCTICA PARA EL CÁLCULO DE INSTALACIONES ELÉCTRICAS
Basada en las normas técnicas para instalaciones eléctricas
NOM-001-SE-1994. Incluye NEC-1996
Enríquez Harper, Gilberto
Ed. LIMUSA Noriega Editores México 1998

MANUAL DE OPERACIÓN E INSTALACIÓN PARA BATERÍAS ESTACIONARIAS
East Penn manufacturing Inc.
U.S.A. 1995

NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-001-SEMP-1994,
Relativa a las Instalaciones Destinadas al Suministro y Uso de Energía Eléctrica
Instituto Politécnico Nacional

OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE ACUMULADORES INDUSTRIALES (TESIS)
Análisis de dos casos
Facultad de Ingeniería U.N.A.M. 1997

PLANT LAYOUT AND MATERIAL HANDLING
Meyers, Fred E.
Regents Prentice Hall 1993

SEGURIDAD, HIGIENE Y CONTROL AMBIENTAL
Letayf Acar., Jorge / González González, Carlos
Mc Graw Hill 1994

SISTEMAS DE PRODUCCIÓN (PLANEACIÓN, ANÁLISIS Y CONTROL)
Riggs, James L.
Ed. Limusa México 1980