

Universidad Nacional de Ingeniería

Facultad de Ingeniería Industria

**“Estudio sobre Disposición de
Planta de un Astillero”**

T E S I S

Para optar el Grado de Ingeniero Industrial

PEDRO HERNANDEZ CALVO

JUAN MARAVI GUTIERREZ

LIMA - PERU

1 9 6 9

C O N T E N I D O

PARTE I.- INFORME DE RESULTADOS

- 1.- INTRODUCCION.
- 2.- OBJETIVO Y ALCANCES DEL PROYECTO.
- 3.- BASES DEL DISEÑO.
- 4.- MEMORIA DESCRIPTIVA DEL LAYOUT SELECCIONADO.
- 5.- OTRAS ALTERNATIVAS CONSIDERADAS.
- 6.- MONTO DE INVERSION ESTIMADO.
- 7.- RECOMENDACIONES.
- 8.- CRONOGRAMA.

PARTE II.- INFORME DE PROCEDIMIENTOS

- 1.- FUNDAMENTOS BASICOS DEL PLANEAMIENTO.
- 2.- INGENIERIA DEL PROYECTO.
 - 2.1. SELECCION DE METODOS
 - 2.2. DATA TECNICA (Desarrollo del Patrón de Procedimientos).

ANEXOS.-

- A.- TABLAS Y DETALLES TIPICOS.
- B.- FICHAS DESCRIPTIVAS DE MAQUINARIA Y EQUIPO.
- C.- CALCULO DEL COSTO DE TRANSPORTE ENTRE PLANTAS.
- D.- LEGAJO DE PLANOS.

BIBLIOGRAFIA.

PARTE I.- INFORME DE RESULTADOS

1. I N T R O D U C C I O N

El presente trabajo de Tesis corresponde a un proyecto real, concebido y desarrollado por los ponentes del mismo, con extensión y nivel profesionales; su desarrollo se ha efectuado ajustándose a los objetivos y limitaciones impuestos por la naturaleza del trabajo y las exigencias del cliente, constituyendo por ende una objetiva muestra, del grado de influencia que pueden alcanzar las limitaciones prácticas, sobre el desarrollo de un Layout ideal, tal como es planteado inicialmente.

Por otro lado, es también deseo de los ponentes, el aportar algo a la renovación de la estructura y criterios tradicionales en la elaboración de Tesis de Grado; en este sentido, se ha buscado condensar en el volumen más conciso y fácil de llevar, la metodología, resultados y fundamentación de los mismos, evitando la inclusión de información o comentarios superfluos, que no aportan a la tesis otra cosa que dimensiones físicas. Los apéndices que contienen información de campo tal como las fichas de máquina, tienen el propósito de ilustrar lo sistemático en la recolección de información y dar idea del volumen de trabajo de campo efectuado en el proyecto.

El ordenamiento de los tópicos que se aprecia en el contenido, también está concebido de acuerdo a la modalidad utilizada en proyectos y estudios de factibilidad,

presentando los resultados en primer lugar, con el fin de permitir al lector adentrarse en los detalles, si así lo desea, progresivamente. El Informe de resultados es pues, una reproducción del informe tal como fuera presentado al Cliente, (omitiendo detalles de identificación por las na turales reservas del caso) y el expediente de Ingeniería del Proyecto, contiene la documentación técnica que muestra, a la vez que el procesado de información, la metodología seguida y su fundamentación, en los casos en esta que se justifica, con el fin de satisfacer la necesaria dosis de exposición teórica y académica, normal en un tra bajo para sustentación universitaria.

Con el desarrollo del Patrón de Procedimientos del Método S.L.P. (Systematic Layout Planning) se puede notar que la disposición de plantas no es más el arte de tantear con plantillas a escala en un plano; que es, en cambio, la solución conciliatoria de muchos factores y datos que requieren ser recolectados y procesados laboriosa y sistemáticamente; que los métodos empleados, llevarán únicamente a conseguir que los resultados sean obtenidos por evaluación y análisis objetivo de esta información, más que por presunciones intuitivas o subjetivas. Las técnicas más o menos sofisticadas de procesamiento y evaluación, son por otro lado, sólo auxiliares y no reemplazan al criterio, al buen juicio, al ingenio y a la creatividad, virtudes que debe desarrollar en grado sumo el Ingeniero Indus trial, con el fin de obtener un buen Layout, un Layout pro fesionalmente hecho.

Los resultados en el papel, no son frecuentemente espectaculares, ni muestran el real contenido de trabajo del proyecto, ni todas las razones que se esconden detrás de cada decisión para ubicar una máquina o un área de trabajo, donde en realidad se encuentran. Deseamos también, destacar que pese al avance indudable en las técnicas de que se vale el planeamiento moderno de un Layout, y a la aplicación de ciertas herramientas como las aplicaciones de la Investigación Operacional, la Disposición de Plantas sigue siendo una combinación de arte y ciencia. La Ingeniería moderna, busca cada vez mas incrementar la proporción de ciencia en su estructura invirtiendo la relación tradicional.

A los compañeros y colegas que se aventuran en este desafiante y maravilloso mundo de la Disposición de Plantas, deseamos advertirles que el camino no es fácil pero ni el éxito lo culmina, la recompensa vale la pena; y a nuestros maestros, pedirles que estimulen la enseñanza de esta disciplina y rescaten su verdadera importancia, frecuentemente decisiva en la economía y la funcionalidad del proceso de Producción.

Sin una clara conciencia de esta importancia, nuestro país no podrá pensar en el desarrollo de una industria sana y técnicamente planificada y desperdiciará uno de los mas expeditivos y económicos medios para incrementar su productividad; y sin productividad no es posible afrontar el reto

competitivo que significa la integración de nuestro continente, cuyos primeros pasos están ya dando el inicio a un proceso irreversible que puede ser para nuestro país, el despegue o la ruina.

P.A. HERNANDEZ C.

J. MARAVI G.

2.- OBJETIVO Y ALCANCES DEL PROYECTO.

El presente estudio tiene por objeto elaborar un arreglo de planta del astillero, tal que les permita alcanzar las metas de producción fijadas, así como adecuar las disponibilidades de espacio a los requerimientos actuales de la Producción.

En el presente arreglo se ha recalculado el área para todos los Talleres y Almacenes requeridos y se ha reajustado sus ubicaciones, llegando en una segunda etapa, hasta el ordenamiento interno (o de detalle) de aquellos cuya redistribución era necesaria. Se incluye además una redistribución de las oficinas.

3.- BASES DE DISEÑO.

El proyecto materia de este estudio, ha sido elaborado a partir de las siguientes bases o premisas de diseño.

3.1.- Se ha tomado como producto de máxima capacidad, la embarcación de 350 Ton. de capacidad de Bodega, siendo esta la más grande que se construye actualmente en los Astilleros.

Además se cuenta con otras dos limitaciones de tipo práctico a saber:

- a) La capacidad de carga en las instalaciones del muelle (actualmente la grúa del puerto se encuentra trabajando a su capacidad máxima).
- b) La experiencia de astilleros de gran envergadura que hace aconsejable, en el caso de embarcaciones mayores, su ubicación junto al mar.

3.2.- La disponibilidad de espacio actual, cualquiera que sea su arreglo sólo permite la erección de un máximo funcional de ocho cascos (5) por vez. Esta condición marca el límite de la capacidad física de las instalaciones actuales, para el tipo de embarcación máxima antes señalada. Cualquier incremento en la capacidad de producción, deberá provenir pues de mejoras en los métodos de fabricación y montaje, así como en el planeamiento y Control de la Producción ó en general de medidas que impliquen incremento en la eficiencia, obteniendo mayor productividad de las áreas disponibles.

3.3.- Con los datos de producción tentativos establecidos a la fecha y la disponibilidad de espacio fijada, se considera como capacidad viable de este Layout las 42 embarcaciones/año que constituyen el pedido y programa de

producción del presente año.

3.4.- No se considera en el Layout de estos talleres, facilidades ni características de diseño ajenos a la fabricación de embarcaciones (Mantenimiento o reparación de naves ó partes de ellas) por constituir problema distinto que la experiencia mundial aconseja segregar. No implica esto que un trabajo menor eventual, no pueda efectuarse, en una emergencia, si se tiene el equipo y espacio adecuados, disponibles.

3.5.- El Layout propuesto, deberá tener características tales que permita su implantación ó cambio con el mínimo de interferencias posibles con el programa de Producción en curso.

3.6.- El montaje de cascos deberá permanecer en el lugar actual (frente lado derecho) por razones tanto de acceso como de reciente inversión en refuerzos de plataforma y obras relacionadas.

4.- MEMORIA DESCRIPTIVA DEL LAYOUT SELECCIONADO.

La solución alternativa seleccionada, (se plantearon tres) tiene como principal característica, la facilidad de su implantación con un mínimo de

interferencias con la Producción durante el cambio, y el menor monto de inversión de entre las estudiadas.

De otro lado, conserva en cambio, la característica necesidad de flujo de materiales entre la planta principal y la ampliación, razón por la cual, se ha procurado reducir éste, mediante dos tipos de medidas.

- a) Se ha habilitado un área de 95m² para el almacenamiento de planchas, en la ampliación, la misma que deberá recibir este material directamente.
- b) Utilizando equipo de manipulación menos costoso (se da recomendaciones específicas en el apéndice).

Como se aprecia en el plano L-4, se ha ampliado los Talleres de Maestranza (153%), Electricidad (82%), Carpintería (55%), Mantenimiento (97%) y Pañoles, así como la Calderería.

Se ha creado un Taller para Maniobristas y se ha reservado un área para la Central de Oxígeno, en el caso de llevarse adelante el proyecto de redes de este combustible.

En cuanto a la ubicación relativa de áreas, se ha mejorado la correspondiente a Maestranza, desde el

punto de vista flujo de materiales, así como la de Carpintería, que se ha acercado a los centros a los que abastece: Casetas y la Puerta de Salida.

A continuación algunas ventajas obtenidas en el arreglo propuesto, por diferentes talleres ó ambientes, involucrado en el mismo:

Carpintería.-

- Diseño racionalizado de pasillos.
- Mejor distribución funcional.
- Protección del área de ebanistería de la acción de la arena, que dañaba los acabados.
- Se ha dotado al Jefe de Taller de una oficina, de la que carecía, ubicada para mayor facilidad de supervisión.
- Se ha corregido las interferencias que evitaban el funcionamiento simultáneo de dos máquinas.
- Se ha ampliado su extensión.

Maestranza.-

- Se ha alejado del arenado de cascos y casetas, lo que contribuirá a la mejor conservación de las máquinas.
- Se ha mejorado la distribución interna de maquinaria de acuerdo al flujo, consiguiéndose más

espacio para trabajo y materiales en proceso.

- Se ha previsto espacio adicional para el caso de absorción por parte de este Taller de la producción entregada actualmente a sub-contrata.
- Se ha considerado la instalación de un puente - grúa, el mismo que facilitará grandemente la manipulación de materiales, interna.

Hidráulica.-

- Se le ha aumentado un pañol de herramientas y accesorios sin sacrificar vestuario para el personal. Por el contrario estas facilidades han sido remodeladas y ampliadas.

Calderería.-

- Se ha mejorado la distribución de la maquinaria y equipo considerando pasillos para la circulación de los materiales y el personal.
- Se ha previsto la instalación de un puente-grúa para facilitar la manipulación de materiales.

Oficinas.-

- Se ha creado una recepción centralizada para todos los departamentos que requieren la atención de visitantes.

Se ha mejorado la ubicación funcional de todos los departamentos con un mínimo de modificaciones al edificio.

- Se ha rodeado a la Gerencia de "los Jefes de Departamento de funciones técnicas", de acuerdo al planteamiento requerido por esta.
- Se ha resuelto la falta de ventilación de algunas oficinas, mediante su reubicación y se considera para otras, el sistema de ventilación forzada. En este sentido se ha ido más allá del convencional enunciado de necesidades de ventilación dejándose ya planteada una solución compuesta por tres sistemas, la misma que se aprecia en el Plano L-10.

5.- OTRAS ALTERNATIVAS CONSIDERADAS.

Alternativa "A".-

En esta disposición se trabaja en base a las características generales existentes de las plantas, es decir que en la planta principal se erige tres cascos y en la ampliación cinco cascos.

En la planta principal se ubica el Taller de Calderería junto al almacén de planchas, ángulos y perfiles, con la finalidad de acortar los recorridos del

PLANTA PRICIPAL

LAYOUT GENERAL
ALTERNATIVA "A"



Nota:
Las flechas indican accesos.

material abastecido al taller; el área de maestranza está adyacente a Calderería; esto permite el uso de una fragua común; el almacén de planchas está cercano a las zonas a las cuales abastece que son: Taller de Calderería, Taller de Maestranza y Erección de cascos.

Se ha considerado en su mismo lugar las oficinas y la erección de cascos, casetas y pangas.

Su principal característica la constituye la ubicación de Calderería y Maestranza bajo una misma nave y adyacentes, reduciéndose así la inversión en el puente-grúa (uno sólo para ambos talleres).

El costo estimado de inversión de esta alternativa, es del orden de los S/. 7'500,000.00. La mayor parte de esta cifra al igual que en las demás alternativas, es debida al costo de la nueva nave requerida para Calderería y Maestranza:

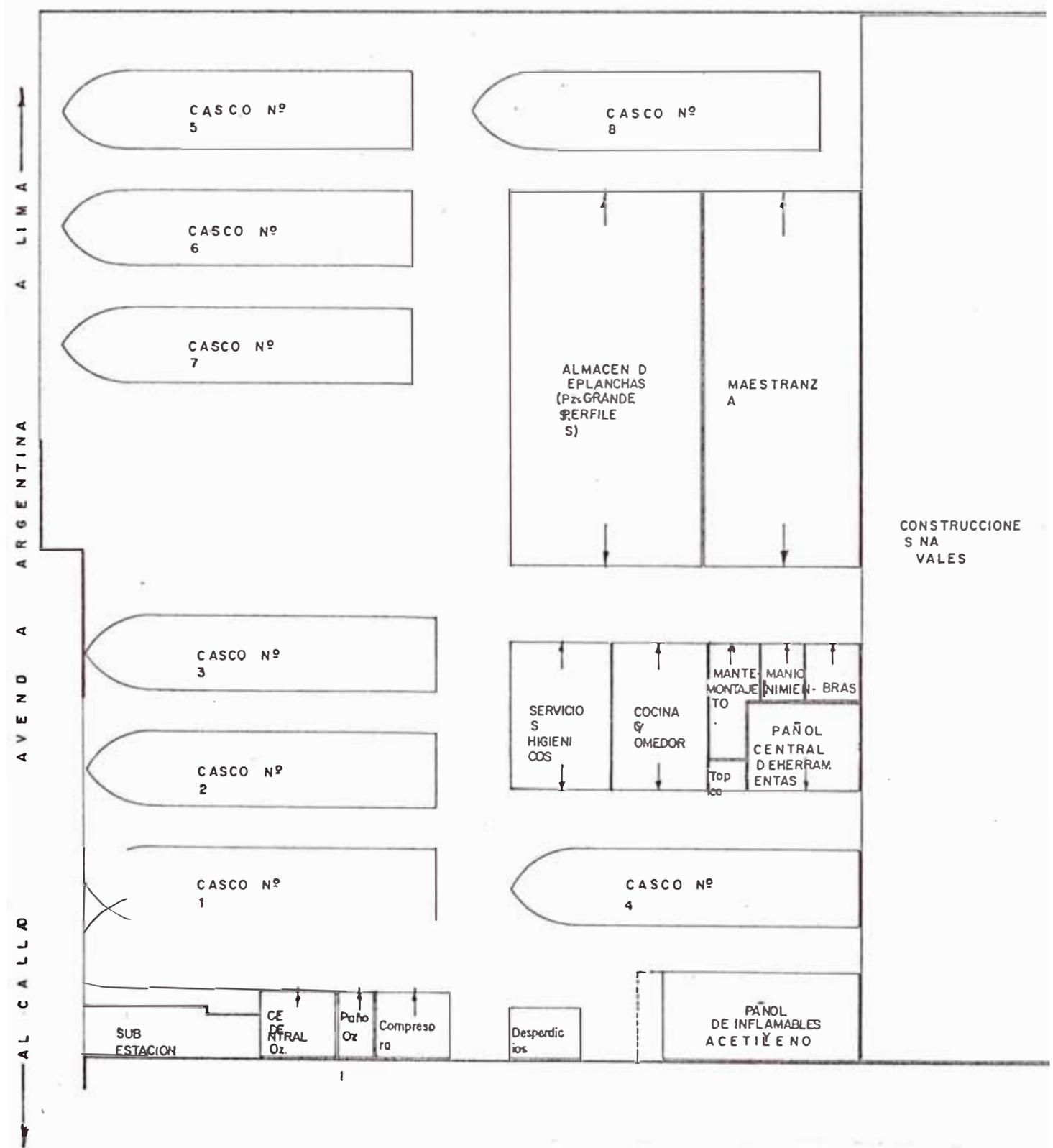
Alternativa "B"

Esta alternativa tiene como principal característica la casi total eliminación del flujo entre plantas, ya que en la planta principal se almacena actualmente todos los materiales y luego se traslada a la "ampliación" localizada a más de 200 m. de distancia, todos los componentes y planchas necesarios para la construcción de cinco cascos.

PLANTA PRINCIPAL

LAYOUT GENERAL

ALTERNATIVA "B"



Para evitar el flujo de materiales se independiza las dos plantas, construyendo en la "principal" los cascos y en la ampliación las casetas y pan - gas. Cada planta tiene sus almacenes y talleres independientes. Luego estos dos componentes se ensamblan en el muelle. Las oficinas se trasladarían a la ampliación.

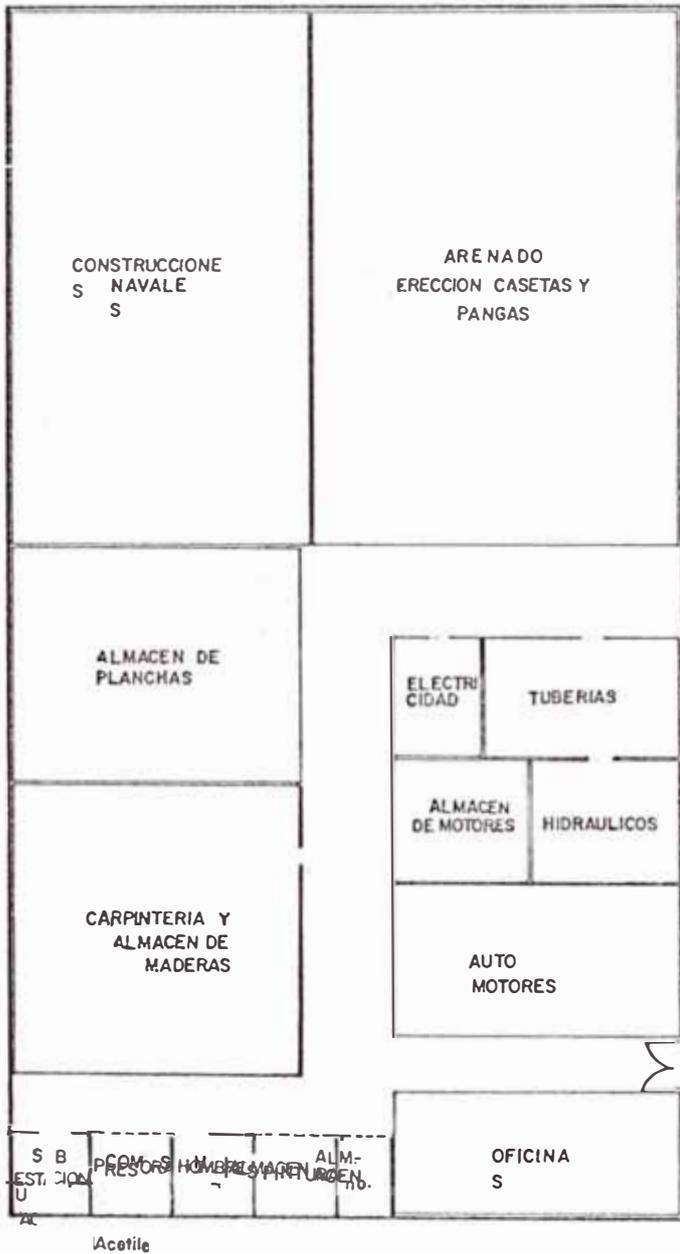
Esta alternativa implica la remodelación más radical de las plantas y por tanto, importa la mayor inversión inicial (aproximadamente S/ 11'000,000.00). Sin embargo entre otras características, reduce casi totalmente el flujo entre plantas antes mencionadas, el mismo que sobrepasa el millón de soles anuales, como se puede apreciar en el Anexo I, sin contar con la reducción de gastos de operación por mejora en el arreglo.

6.- MONTO DE INVERSION ESTIMADO.-

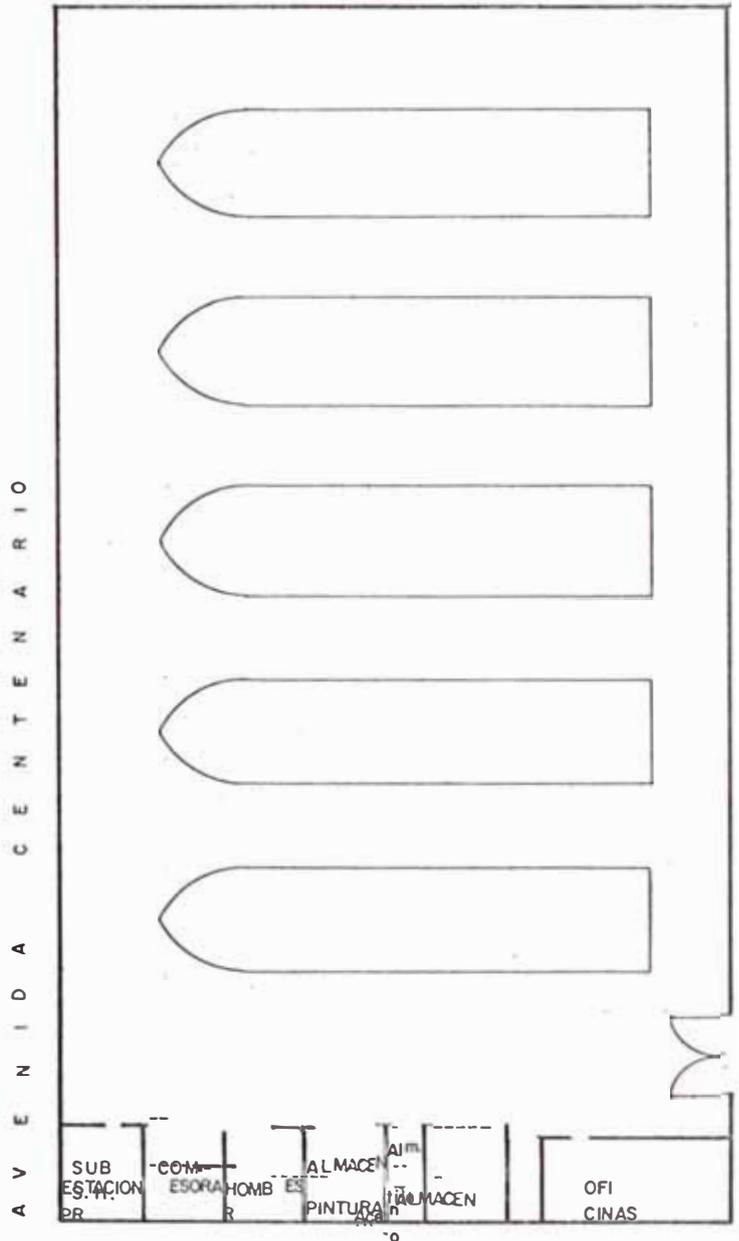
1.- Obras Civiles: Construcción y Demolición.	S/ 4'800,000.00
2.- Instalaciones Eléctricas (Luz y Fuerza).	622,500.00
3.- Movimiento de Máquinas.	100,000.00
4.- Proyecto, Licencia y otros.	260,000.00
	S/ 5'782,500.00

DISPOSICION DE LA AMPLIACION
(Alternativas Descartadas)

LAYOUT GENERAL
ALTERNATIVA "B"



LAYOUT GENERAL
ALTERNATIVA "A"
(Situación Actual)



7.- RECOMENDACIONES.

- 1.- Almacenar la arena en Tolvas para mejorar el uso de espacio y obtener mejor limpieza en general.
- 2.- Marcar los pasillos propuestos en el Layout y hacer respetar su libre disponibilidad.
- 3.- En el proyecto se ha asignado armarios ó zonas específicas para productos o partes terminados o en proceso. Debe seguirse esta tónica con el fin de evitar en el futuro el almacenamiento de materiales "sin sitio" en los talleres, en detrimento de áreas de trabajo y pasillos.
- 4.- La manipulación de las botellas de oxígeno y a cetileno se debe efectuar con auxilio de carretillas especiales exclusivas para su transporte.
- 5.- Debe mejorarse el uso del equipo de manipulación de materiales con el fin de incrementar su eficiencia y reducir este rubro del costo. Se dá recomendaciones específicas en el apéndice.
- 6.- Recomendamos para las oficinas el uso de ventilación forzada, la misma que puede, a costo

relativamente bajo, poner a los ambientes correspondientes en niveles higiénicos correctos, de acuerdo a normas reglamentarias vigentes en este aspecto, mejorando las condiciones de trabajo del personal afectado. Las recomendaciones específicas sobre la materia se encuentran en el Plano L-10.

PARTE II.- INFORME DE PROCEDIMIENTOS

1. FUNDAMENTOS BASICOS DE PLANEAMIENTO

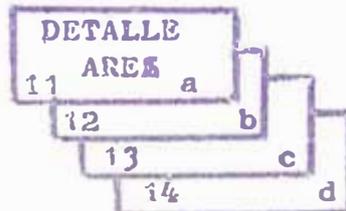
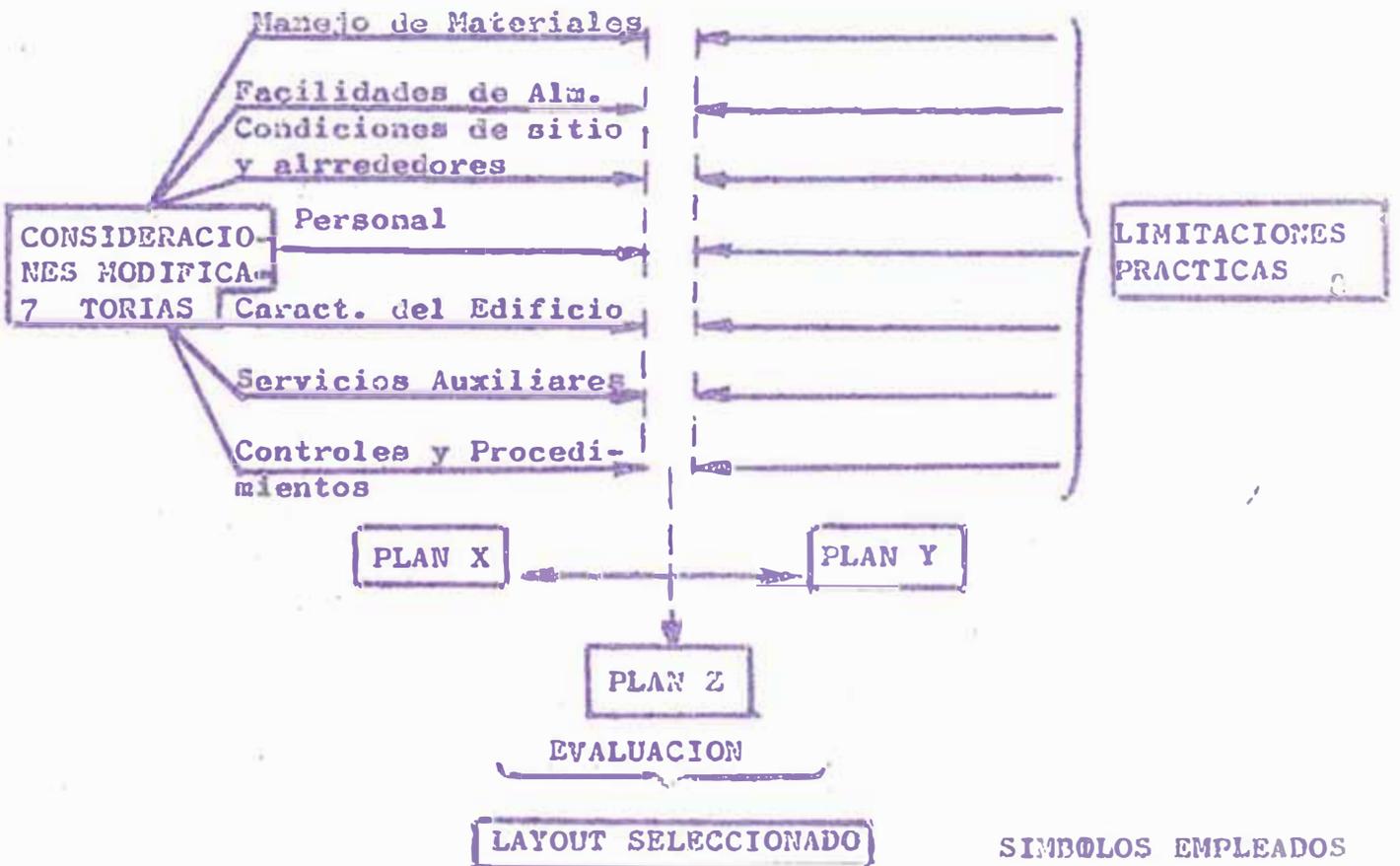
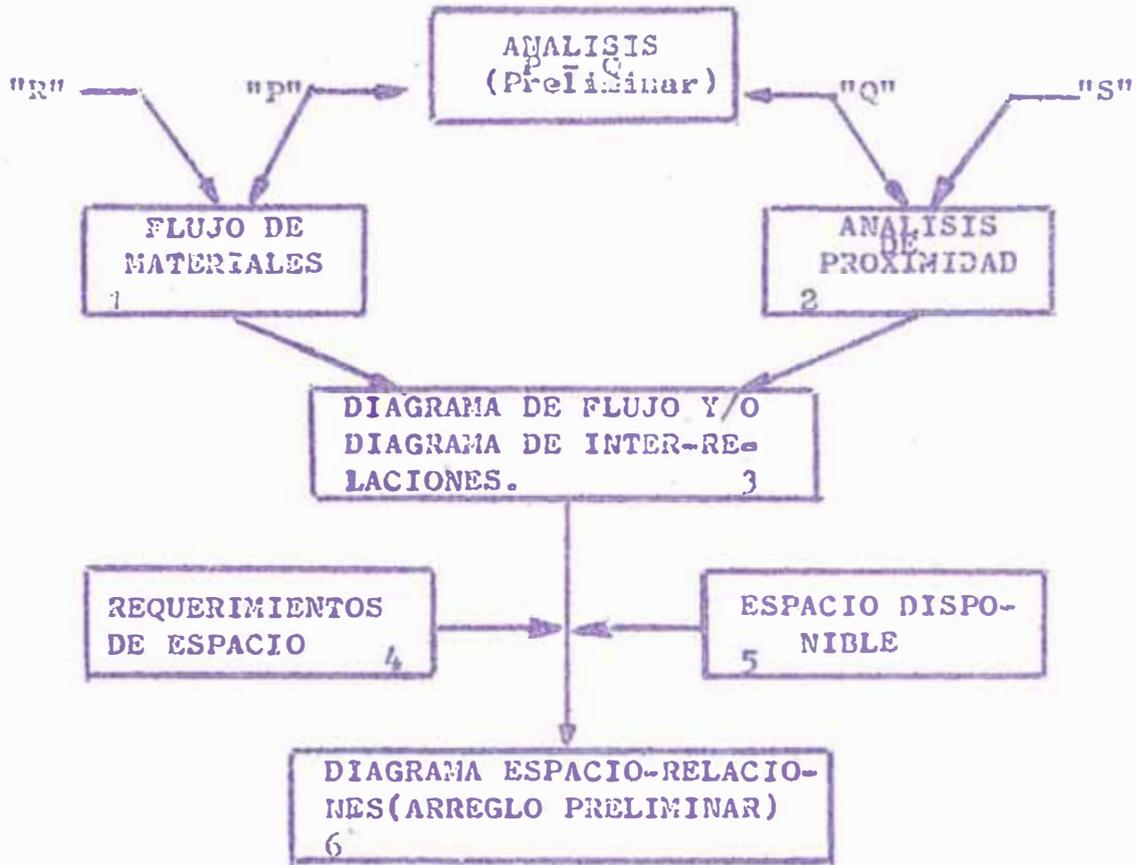
Es un hecho, indiscutible que cada proyecto de Layout posee peculiaridades que le dan una fisonomía particular y tanto los problemas involucrados en su estudio como la metodología a seguir deben adaptarse en profundidad y secuencia, a factores variables. No obstante, el moderno método conocido como S.L.P. (Systematic Layout Planning) provee un Patrón de Procedimientos cuya aplicación a una gran variedad de tipos de problemas de planeamiento, significa el primer exitoso avance hacia un método mas o menos uniforme suficientemente general para aplicarse en la mayor cantidad de casos. Si bien no puede pensarse en algo como un método standard para planear un Layout, este Patrón de Procedimientos es una pauta suficientemente elástica para orientar al planificador en todos los casos. No es otra cosa que un modo organizado y racional de conducir el planeamiento del Layout. Consiste en una descomposición en fases, una metodología normalizada y una serie de convenciones para identificar evaluar y visualizar los elementos que comprende la elaboración de cualquier Layout.

Conviene antes de explicar su desarrollo, aclarar que reduce, sin limitar, los tipos de información requerida, a cinco, simplificando grandemente el problema tradicional de la confusión en la recolección de información por el tradicional volumen de datos que se suele considerar como necesario para procesar. Los tipos mencionados ó factores los sintetiza a una clave de fácil memorización.

- P = PRODUCTO (o materiales empleados)
- Q - CANTIDAD (volumen o ritmo de producción)
- R - RUTA (Proceso, Secuencia)
- S = SERVICIOS AUXILIARES
- T - TIEMPO

En la ilustración que se incluye a continuación, se describe en forma gráfica la secuencia de los pasos a seguir y su relación con los factores clave antes enumerados.

PROCEDIMIENTO PATRON



SIMBOLOS EMPLEADOS

- "P" = Producto
- "Q" = Cantidad
- "R" = Ruta
- "S" = Servicios

Las etapas de "planeamiento" propiamente dicho, implican la elaboración de un arreglo general y posteriormente de un Layout detallado, para cada una de las partes de este arreglo general. En ambas fases, el procedimiento seguido es básicamente el mismo; como un paso preliminar pero vital importancia, debe contemplarse alguna forma de análisis del producto y la cantidad, las dos primeras letras de nuestra clave P y Q. De este análisis se deberá obtener, entre otras, información respecto a las características del proceso, que harán más aconsejables el uso de un determinado tipo de Layout o de la combinación más adecuada.

Uno de los análisis básicos y quizá el más significativo en el planeamiento del Layout, es el de flujo de materiales. Al ajustar nuestro arreglo a un flujo de materiales, estamos edificando sólidamente sobre la secuencia natural de movimientos del material. Así se obtiene un flujo progresivo a través de las áreas de Producción y se simplifica cualquier posterior problema de manejo de materiales, desde que el sistema ha tenido en cuenta el mismo principio básico que regula este aspecto, tan frecuentemente postergado en la concepción de un proceso de producción. Análogamente, muchas áreas de servicios que apoyan a las de producción deben integrarse con el conjunto; por esta razón, el registro y análisis de las relaciones entre estas actividades o funciones, es frecuentemente de igual importancia. (RELACION DE ACTIVIDADES O ANALISIS DE PROXIMIDAD)

Estas dos investigaciones se combinan luego en un diagrama de flujo e Inter-relaciones, siendo este último de mayor utilidad cuando se planéa una planta nueva, sin conocimiento del terreno. En este punto las varias actividades, departamentos o áreas, están geográficamente orientadas entre sí, sin tener en cuenta los requerimientos de espacio reales.

A continuación se desarrollan los Requerimientos de Espacio.

Estos se determinan a partir de las características de la maquinaria y equipos de producción, así como las correspondientes a los elementos auxiliares de servicio. Sin embargo estos requerimientos deben ser balanceados contra el espacio disponible. Solo entonces, estos espacios serán incluidos en el diagrama espacio-relaciones (D.E.R.). Este diagrama es ya un Layout, aunque basto, imperfecto y sin pulir de línea ya la fisonomía de lo que será el arreglo final en lo que al Layout general o de Areas se refiere. No es sin embargo, un Layout efectivo, ni lo será, hasta que sea reajustado para que integre dentro de sus espacios, las consideraciones modificatorias que puedan afectarlo. Estas incluyen factores tan importantes como el sistema de Manejo de Materiales prácticas de operación o métodos, seguridad etc. Así cada idea potencialmente buena, debe ser examinada y debe vencer el reto de su factibilidad, representado por las "Limitaciones Prácticas".

Mientras se procede a estos reajustes, una idea tras otra se examinan y prueban. Aquellas de valor práctico se conservan y las que no resisten el análisis son descartadas. Finalmente se llega a un juego de alternativas (entre 2 y 5 generalmente). El problema radica entonces en decir cuál será el plan seleccionado. En este punto alguna forma de análisis económico debe ser utilizada. Sin embargo a menudo esta etapa es un escollo por la dificultad de individualizar ciertos costos y por la cantidad de intangibles escondida, en cada plan. En este caso, se compara por otros factores de conocida influencia aunque de efecto indirecto, ya que en esta fase lo que interesa es el valor relativo de las alternativas, más que un análisis elaborado y perfecto de costos.

Como resultado de esta evaluación, se debe seleccionar un plan o eventualmente, una combinación de dos o más Layouts, puede ser sugerida como posible durante el proceso de evaluación.

Esta alternativa se convierte en el "Layout seleccionado". Esto es el Layout General; con su selección termina la fase II del planeamiento. Como se verá más adelante, el procedimiento a seguir con el Layout de detalle, para máquinas y equipos en cada área, es básicamente el mismo.

ENCUADRE DE LOS FACTORES P.Q.R.S. y T.

Hemos visto hasta ahora como está constituido el Patrón

de procedimientos pero, cómo se relaciona con los factores que se ha enumerado y descrito en la llave de acceso a este problema? Veamos la ilustración que expone este aspecto.

El procesado de toda la información necesaria para llenar cada rectángulo, comienza con estos cinco elementos: El diseño del producto y las proyecciones de ventas deben entretejerse e integrarse con un análisis P-Q. Esta investigación debería ser previa generalmente, al análisis del flujo y a la confección del diagrama de inter-relaciones.

P.Q.R. se combinan para desarrollar el flujo de materiales (Rectángulo Nº 1) P.Q. y S. se combinan para desarrollar el análisis de Proximidad (Rectángulo 2). Con el flujo de materiales y el análisis de Proximidad se puede entrar a la confección de diagramas. (Rectángulo 3).

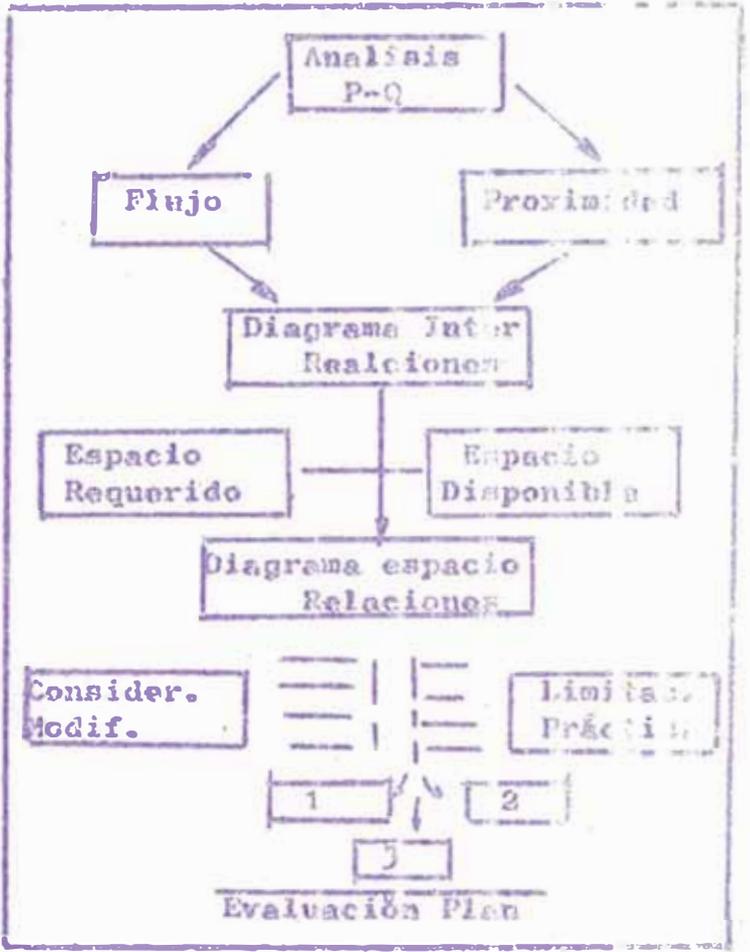
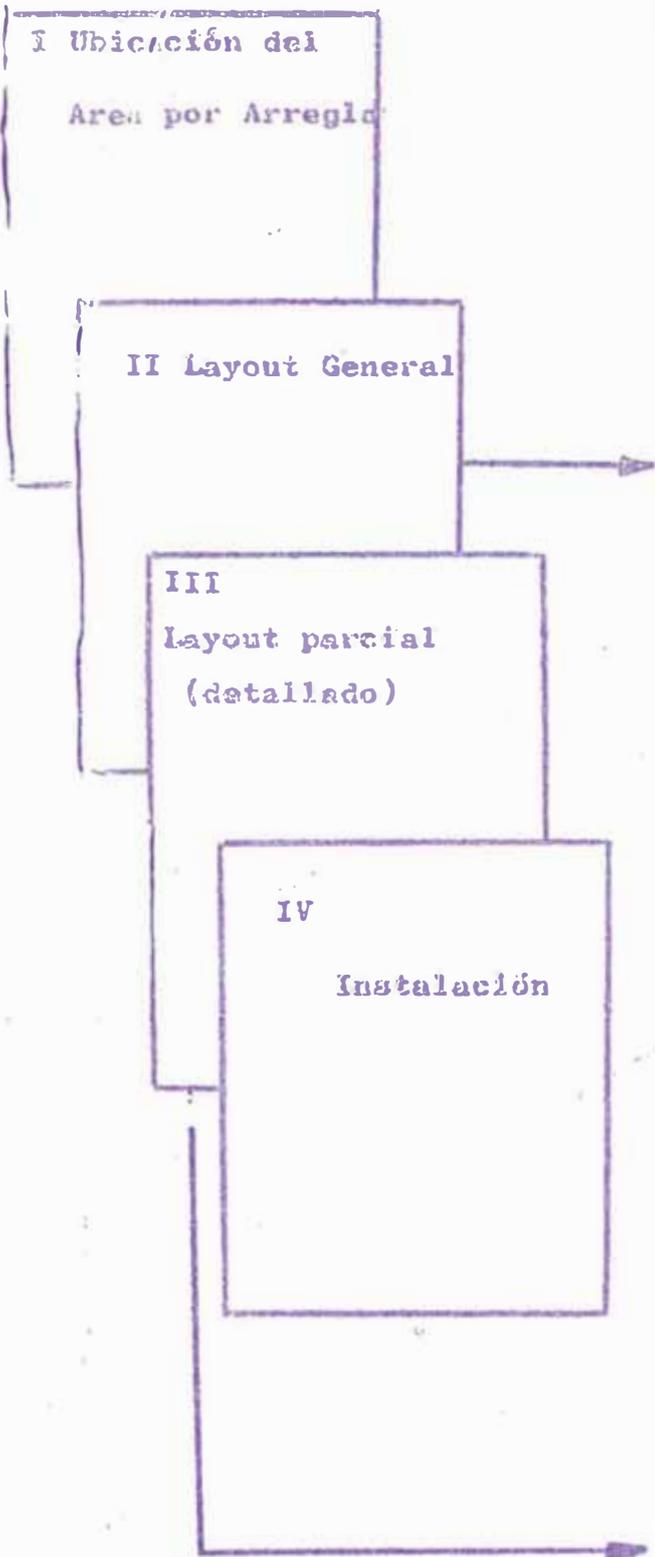
La ruta "R" junto con "T" esencialmente determinan la maquinaria y equipo requeridos por el proceso particular a emplear. Similarmente los servicios se traducen en los equipos y elementos auxiliares que deben respaldar la producción. Ambos elementos son convertidos finalmente en necesidades de espacio. Estos requerimientos son entonces incluidos en el procedimiento patrón tal como se ha descrito anteriormente.

Cuando se ingresa en la etapa II (Layout detallado o parcial) debe tenerse en cuenta que puede necesitarse

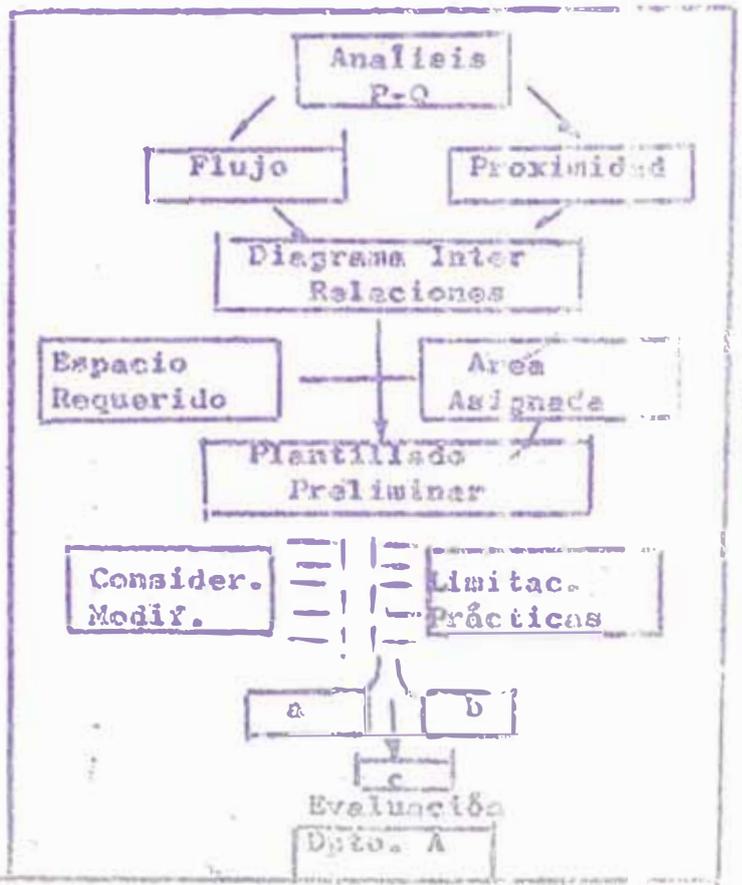
PATRON DE PROCEDIMIENTOS Y SU UBICACION DENTRO DEL ESQUEMA DE FASES

II LAYOUT GENERAL

FASES



Layout Parcial (detailed)



algún reajuste del *Layout* general. Esto es, aún cuando se ha acordado y decidido un determinado arreglo general, este puede ser reajustado y transformado dentro de ciertos límites, conforme se van elaborando los detalles. Este concepto concuerda con el traslape de las fases tal como ha sido enunciado inicialmente. La ubicación del Procedimiento dentro del conjunto de fases del planeamiento, puede apreciarse en la ilustración siguiente.

2. INGENIERIA DEL PROYECTO

2.1. SELECCION DE METODOS

En esta parte del trabajo, se expondrá los diferentes métodos de análisis utilizados al adecuar el Patrón de Edificamientos antes descrito, a las necesidades específicas de las obras del presente proyecto.

2.1.1. ANALISIS DE PRODUCTO Y CANTIDAD

Pese a la natural posibilidad de construir edificaciones de mas de un tamaño y características, en el presente caso, se ha trabajado sobre la base del máximo tamaño (350 ton.) teniendo en cuenta la conocida tendencia al máximo de bodegas y a la condición particular de enfrentarse un programa de producción de 48 embarcaciones de esta capacidad para este año. Evitar una disminución en capacidad de embarcación real, de acuerdo a estas circunstancias y al programa de trabajo, no sería funcional por las características que se señala en las premisas de diseño. (Ver el programa de resultados). Determinado el tipo y tamaño del producto de las disponibilidades de espacio, cualquiera que fuesen el arreglo, limitaban (Sumando el espacio de ambas plantas) la capacidad de erección simultánea de ocho quillas por vez.

Por otro lado al no existir problema de diversificación, se hace innecesaria la aplicación del estudio de curvas P-Q para estudiar este aspecto del layout.

Como se puede apreciar pués, las condiciones específicas del proyecto han simplificado la solución de esta parte del planeamiento por las limitaciones existentes; Ello es indudablemente afortunado, ya que, de requerirse la determinación de capacidades futuras se habría tenido que tropezar con la falta de información sobre planes anticipados y se debería haber basado las predicciones, sobre estadísticas sumamente desiguales, aleatorias y salpicadas de eventos caprichoso deformadores de la tendencia como es el caso en este sector de la industria.

2.1.2. ANALISIS DE FLUJO

En la determinación del Patrón de Flujo, se ha hecho uso de los siguientes métodos de diagramado:

- a) Diagrama de Operaciones.
- b) Hoja de Ruta o Multiproducto.
- c) Diagramas de Ensamblaje.
- d) Diagrama de Recorrido. (Hilos, en la etapa de gabinete).

La razón básica para poner énfasis en el aspecto cualitativo del flujo, mas que en el cuantitativo, es la naturaleza secuencial del proceso en su avance hacia el ensamblaje.

Esto se desprende del examen de la hoja de ruta, basando una evaluación aproximada de la importancia del flujo (Código de vocales) para los casos en que una idea de magnitud era necesaria. Esto permitió avanzar rápidamente al planteamiento de alternativas sin esperar los resultados de un Análisis de Intensidad de Flujo que no hubiera arrojado más luz sobre las necesidades de carga relativa a las áreas involucradas en el estudio, que la obtenida por los Gráficos del Proceso. Es sumamente cómodo disponer de estas herramientas cuando son necesarias, pero se requiere cuidadoso juicio antes de embarcarse en su utilización ya que demandan considerable costo en horas de ingeniería si su uso no está justificado por la incidencia esporádica en la precisión de los resultados del planeamiento.

2.1.3. ANÁLISIS DE PROXIMIDAD Y DIAGRAMAS DE I.R.

El Análisis de Proximidad se ha realizado sobre un cuadro de inter-relaciones para el planeamiento del Layout de oficinas; Los diagramas de Inter-Relaciones desarrollados a partir del Análisis antedicho, se han reducido a dos por la relativa limitación al Nº de variaciones sustanciales, que imponían los resultados del propio análisis. Por otro lado una extensión en mayores diagramados hubiera significado teorizar fútilmente ante la realidad de un edificio existente el cual ya se había logrado adecuar a los requisitos del análisis de Proximidad en las mencionadas alternativas.

2.1.4. PLANTEAMIENTO DE ALTERNATIVAS

Al proceder a la elaboración de diversas soluciones, se ha empleado el método del tarjeteo o "Card Posting", plantillando en diversas posiciones y verificando con diagramas de hilos, el efecto de los distintos arreglos sobre las Rutas de Flujo más importantes o más representativas. No se ha utilizado el diagrama de interrelaciones por que este no produce arreglos satisfactorios donde la secuencia de Flujo es importante.

2.1.5. REQUERIMIENTOS DE ESPACIO

Para calcular las necesidades de espacio de los diferentes talleres y áreas de trabajo, se ha utilizado los siguientes métodos:

- a) Metrado de Elementos.
- b) Conversión y Estimados.
- c) Espacios Estandar.
- d) Layout Borrador.

Como se puede apreciar en el cuadro adjunto, a veces se ha recurrido a más de un método, con el fin de verificar la aproximación de otro, en los casos en que la precisión en la asignación del espacio requerido era crítica. Posteriormente estas han sido balanceados con las disponibilidades correspondientes procediéndose a

D E T E R M I N A C I O N E S D E E S P A C I O
(S E L E C C I O N D E M E T O D O S)

	A R E A S Y T A L L E R E S								
	TALLER DE TUBERIA E HIDRAULICA	CALDERERIA	MAESTRANZA	CARPINTERIA	* ERECCION	ALMACENES	OFICINAS	COMEDOR	TALLERES PEQUEÑOS
METODO DE CALCULO ENPLEADO	*	*	*	*	*				
METRADO DE ELEMENTOS	*	*	*						*
CONVERSION Y ESTIMADOS	*	*				*			
ESPACIOS ESTANDARD							*	*	
LAYOUT BORRADOR		*	*	*					

* Para Cascos, casetas y puentes en ambas plantas (Planta principal y Ampliación)

los reajustes en el tarjeteo al momento de incluir en estos, el factor espacio, como resultado de estos cálculos.

2.1.6. EVALUACION DE ALTERNATIVAS

De los distintos métodos de Evaluación, aplicables a las alternativas seleccionadas (Se plantearon cinco) preliminarmente, se ha escogido el de Factorización por reunir para este caso, las características que la señalaban como más aconsejable, a saber:

- a) Cobertura de otros criterios además del económico.
- b) Facilidad de interpretación y fundamentación.
- c) Suficientemente expeditivo sin sacrificar la dosis de objetividad que se requiere.
- d) Se presta para el trabajo en comité, que es la forma final en que se realizó.

D A T A T E C N I C A

DIAGRAMA DE ENSAMBLE CASCO

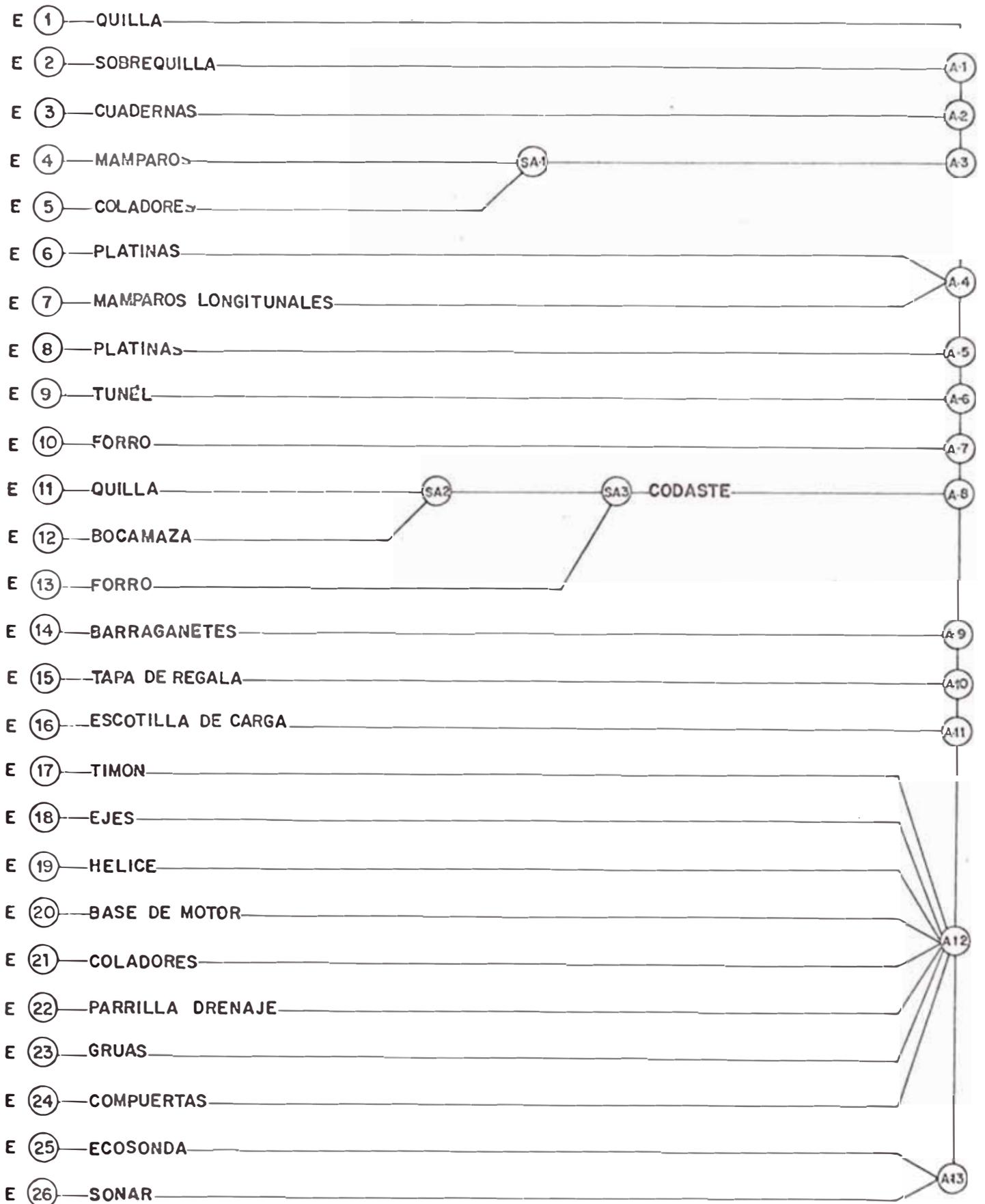


DIAGRAMA DE ENSAMBLE-PANGA

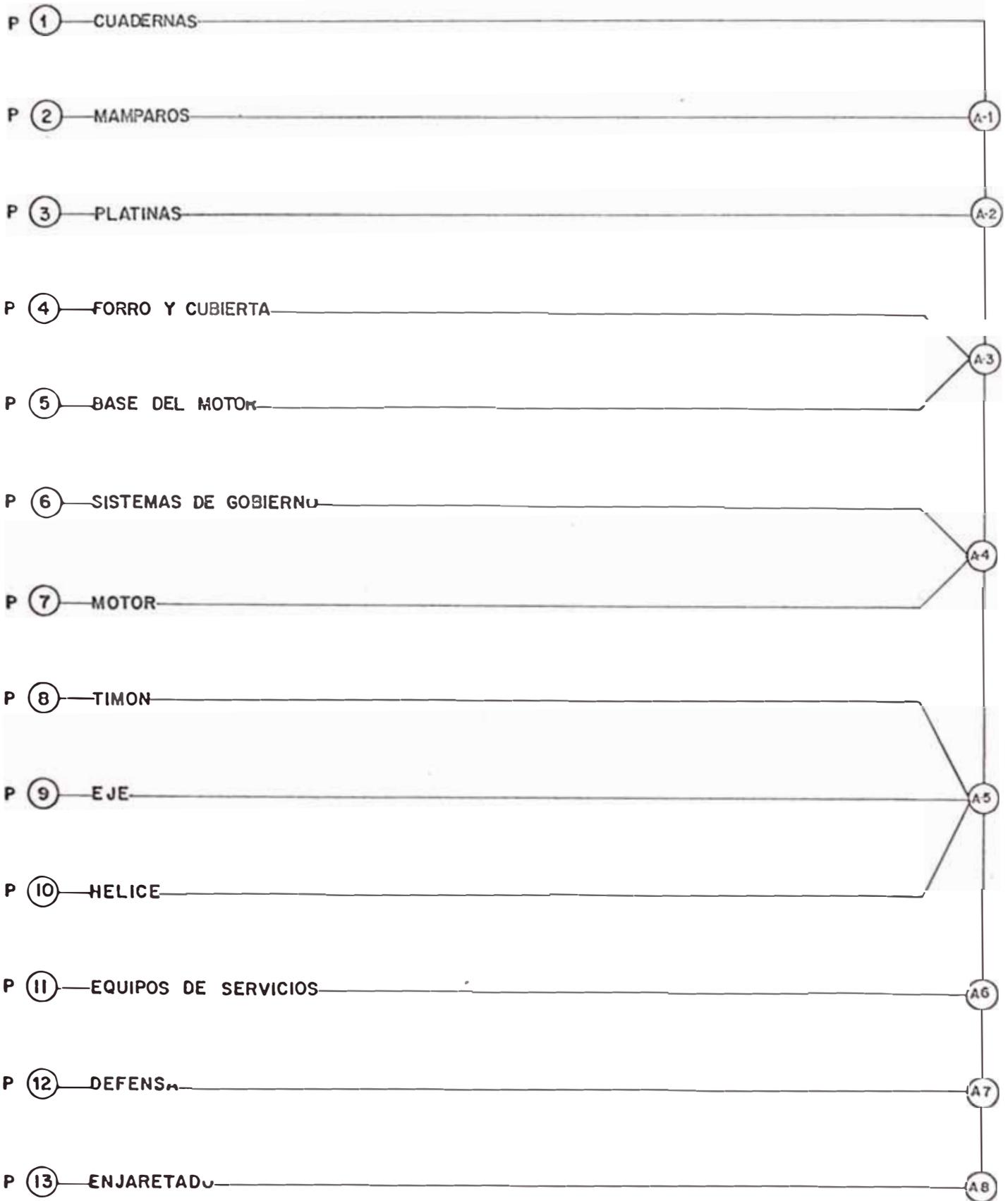
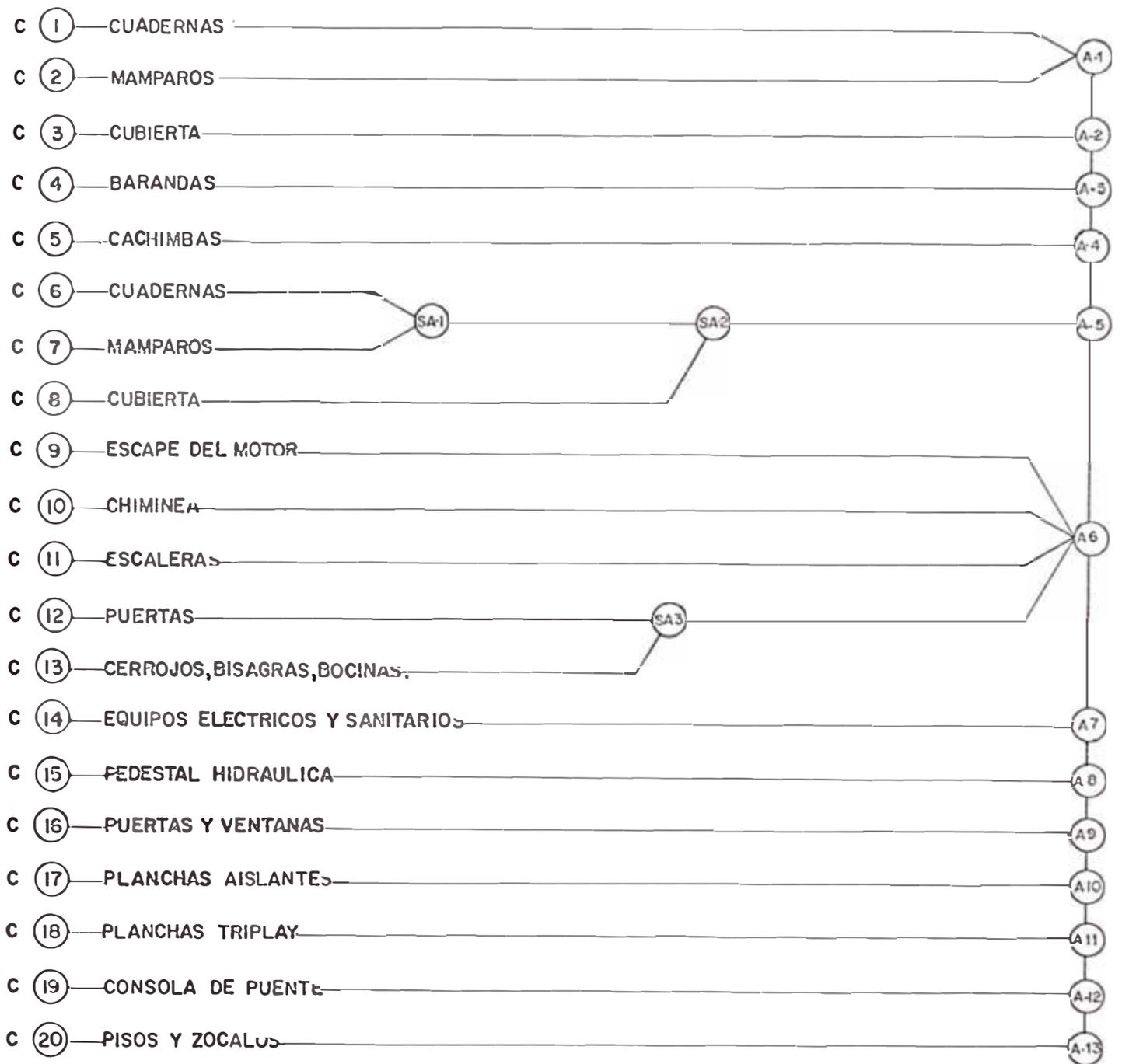


DIAGRAMA DE ENSAMBLE CASETA Y PUENTE



NOIENCLATURA DE PARTES

E - CASCO

E1 .-	Quilla	E14.-	Barraganetas
E2 .-	Sobre quilla	E15.-	Tapa Regala
E3 .-	Cuadernas	E16.-	Escotilla de Carga
E4 .-	Mamparos	E17.-	Timón
E5 .-	Coladores	E18.-	Ejes
E6 .-	Platinas	E19.-	Hélice
E7 .-	Mamparos Longitudinales	E20.-	Base Motor
E8 .-	Platinas	E21.-	Coladores
E9 .-	Túnel	E22.-	Parrilla Drenaje
E10.-	Forro	E23.-	Grúas
E11.-	Quilla	E24.-	Compuertas
E12.-	Bocanaza	E25.-	Ecosonda
E13.-	Forro	E26.-	Sonar

C - CASETA Y PUENTE

C1 .-	Cuadernas	C12.-	Puertas
C2 .-	Mamparos	C13.-	Cerrojos, Bisagras, Bocinas.
C3 .-	Cubierta	C14.-	Equipos Eléctricos y Sanitarios.
C4 .-	Barandas	C15.-	Pedestal Hidráulica
C5 .-	Cachimbas	C16.-	Puertas y Ventanas
C6 .-	Cuadernas	C17.-	Planchas aislantes
C7 .-	Mamparos	C18.-	Planchas Triplay
C8 .-	Cubierta	C19.-	Consola de Puente
C9. -	Escape Motor	C20.-	Pisos y Zócalos.
C10.-	Chimenea		
C11.-	Escaleras		

P - PUENTE

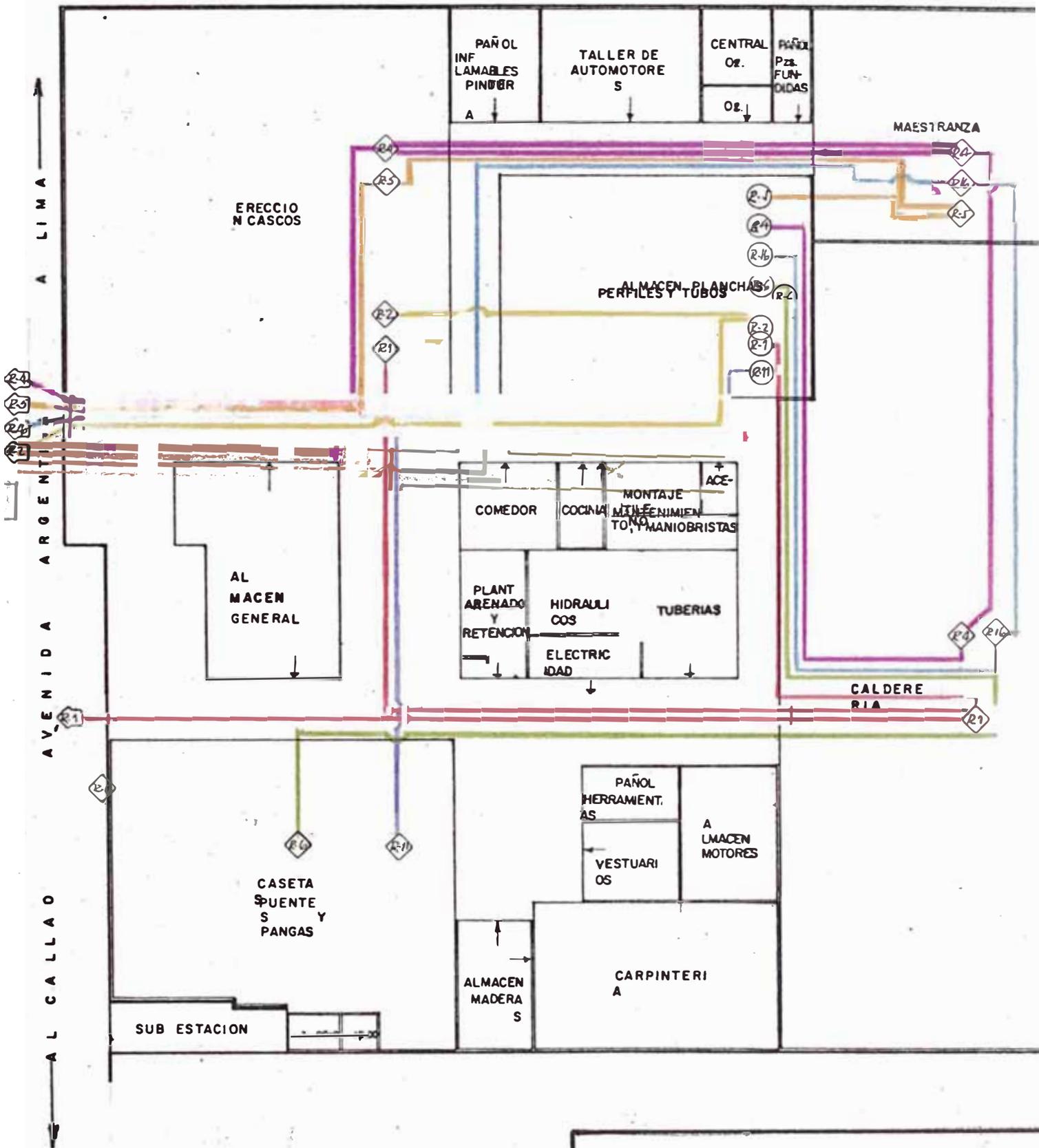
P1 .-	Cuadernas	P8 .-	Timón
P2 .-	Mamparos	P9 .-	Eje
P3 .-	Platinas	P10.-	Hélice
P4 .-	Forro y Cubierta	P11.-	Equipos de Servicios
P5 .-	Base del Motor	P12.-	Defensa
P6 .-	Sistemas de Gobierno	P13.-	Enjaretado
P7 .-	Motor		

ACABADOS

A1 .-	Escalera	A7 .-	Enjaretado
A2 .-	Desaguador	A8 .-	Tanques de Petróleo
A3 .-	Winche	A9 .-	Tuberías é Hidráulicos
A4 .-	Pluma	A10.-	Bridas
A5 .-	Mástil	A11.-	Escotilla de personal
A6 .-	Tangón		

PLANTA PRICIPAL

LAYOUT GENERAL ALTERNATIVA "A"



- Nota:
Las flechas indican accesos.
- SIMBOLO
 - INICIO DE RUTA
 - ◇ PUNTOS INTERMEDIOS
 - ◻ SALIDAS AL EXTERIOR

St. A - T0

DIA GRAMA DE RECORRIDO CONSIDERANDO RUTAS PRINCIPALES
1-R2-R4-R5-R6-R11-R16

PLANTA PRINCIPAL

LAYOUT GENERAL

ALTERNATIVA "B"

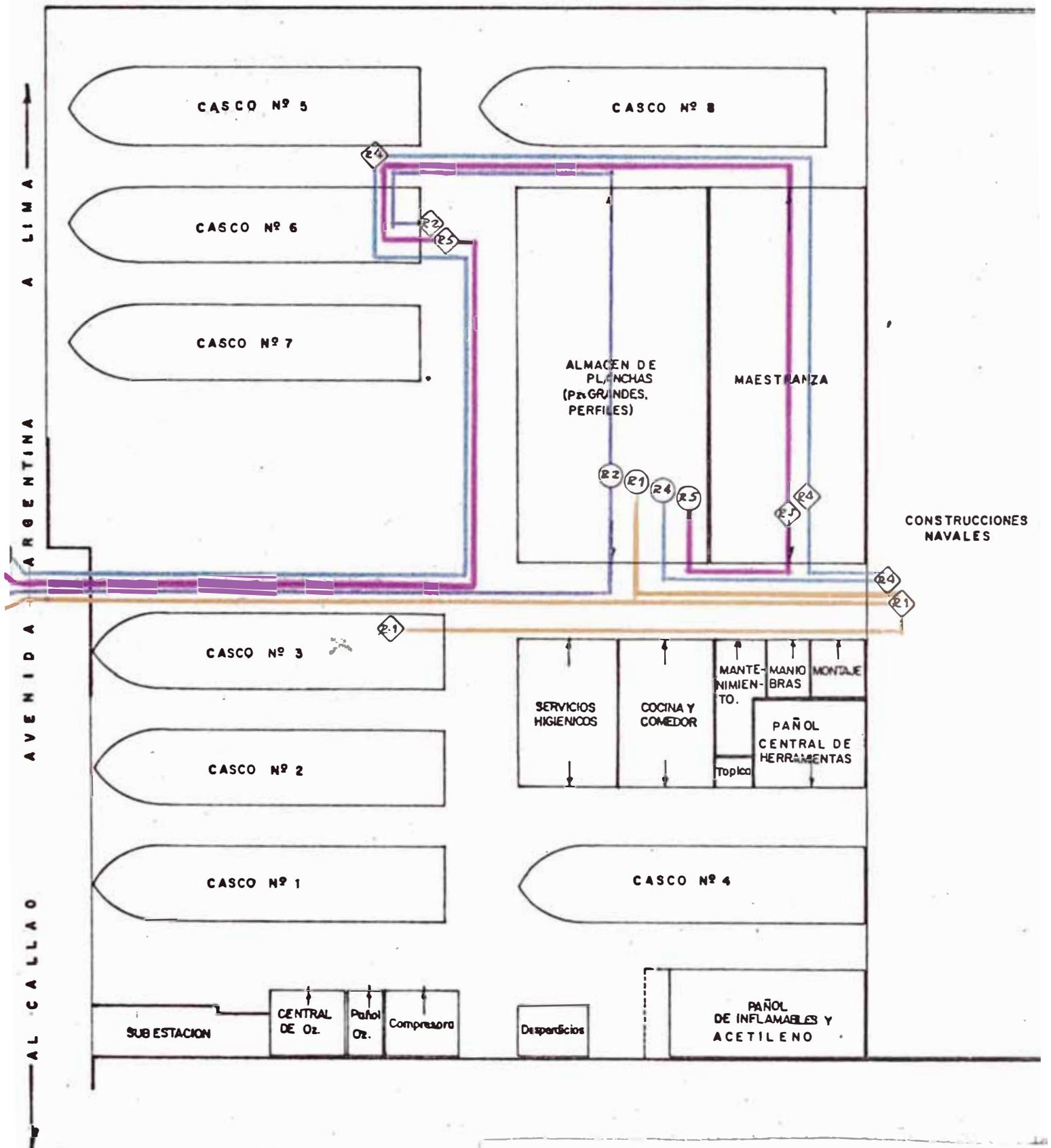
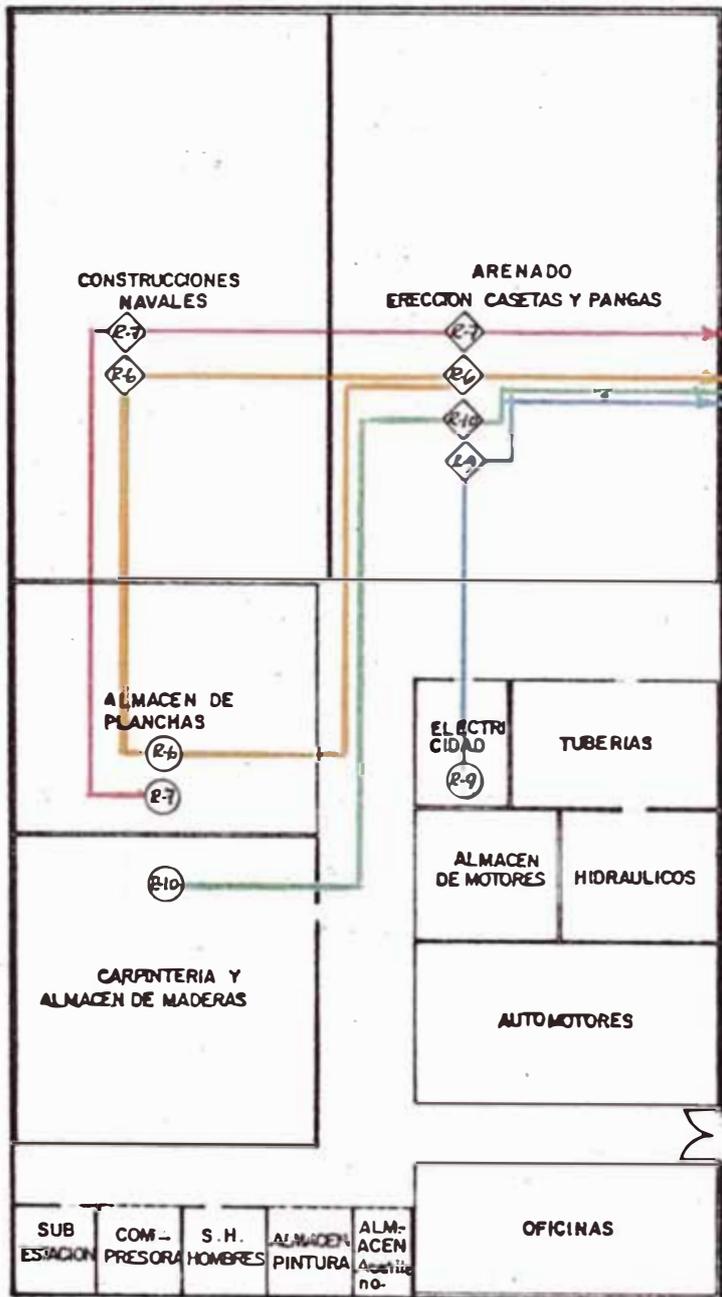


DIAGRAMA DE RECORRIDO
CONSIDERANDO RUTAS PRINCIPALES

DISPOSICION DE LA AMPLIACION
(Alternativas Descartadas)

LAYOUT GENERAL
ALTERNATIVA "B"



LAYOUT GENERAL
ALTERNATIVA "A"
(Situación Actual)

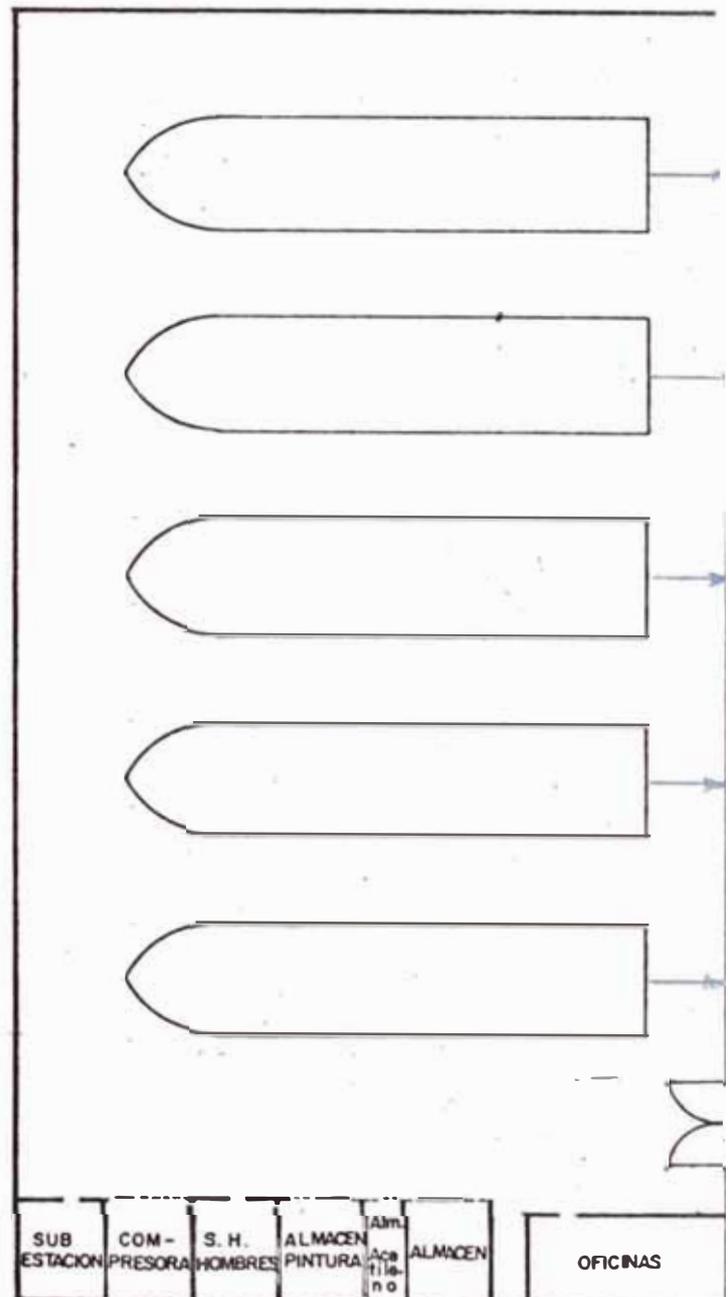


DIAGRAMA DE RECORRIDO
CONSIDERANDO RUTAS PRINCIPALES

PLANTA PRINCIPAL

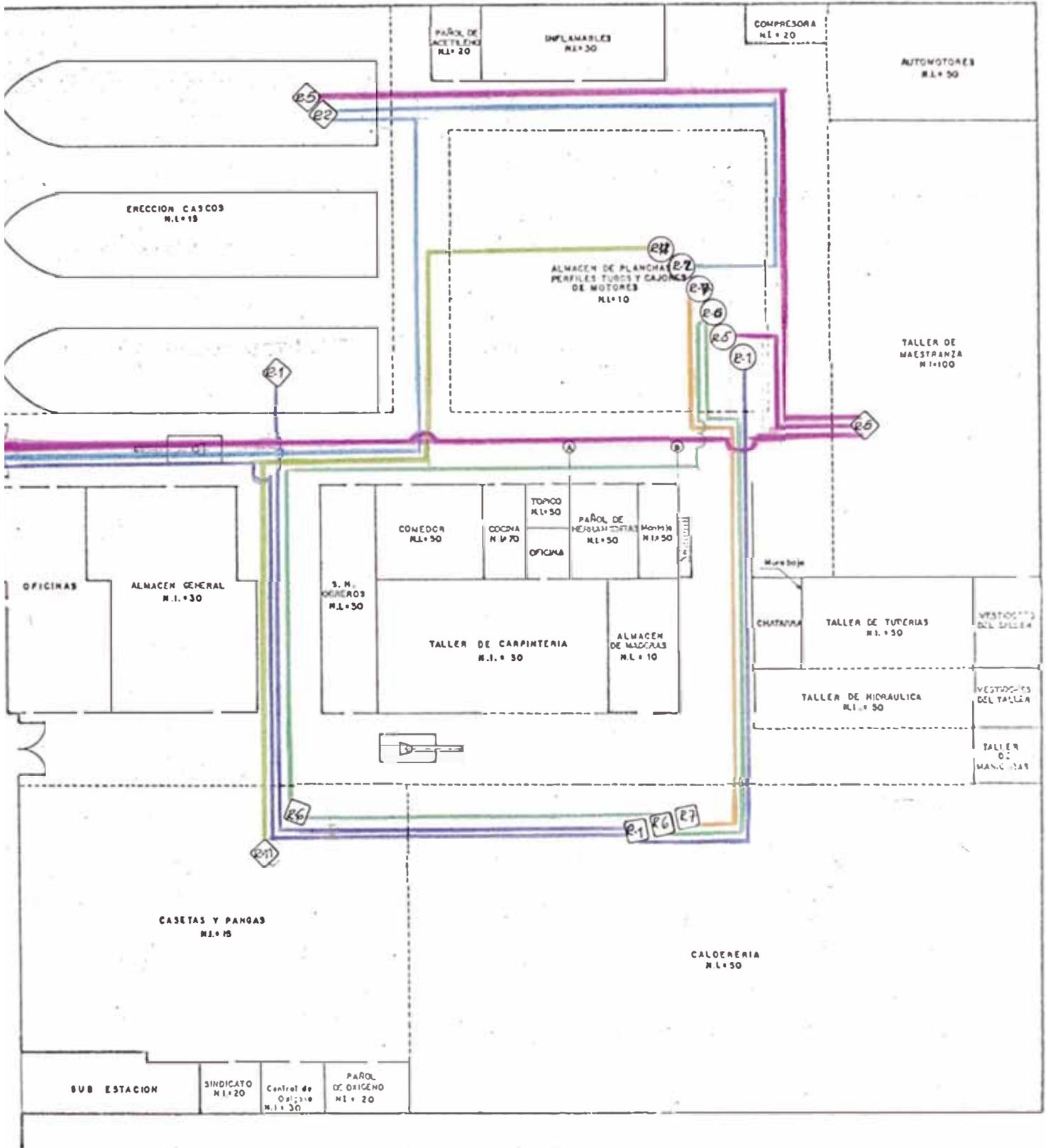


DIAGRAMA DE RECORRIDO



Segundo Piso

SIMBOLOS

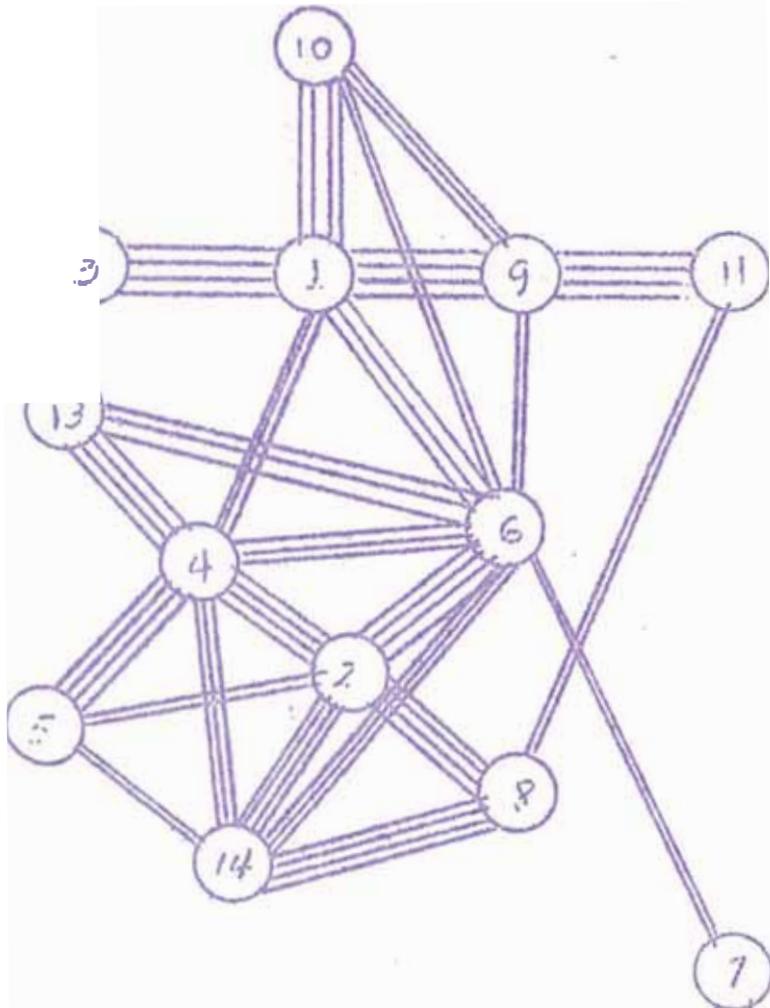
- INICIO DE RUTA
- ◇ PUNTO INTERMEDIO
- ◊ SALIDA AL EXTERIOR

LAYOUT GENERAL
 PROPUUESTO
 PLANTA PRINCIPAL
 ESCALA 1:600

DIAGRAMA DE INTER-RELACIONES (OFICINAS)

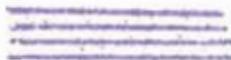
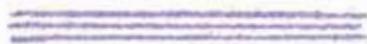
Resumen del Cuadro de Inter-Relaciones

A= 12
 E= 7
 I= 6
 O= 5
 X= 8



15

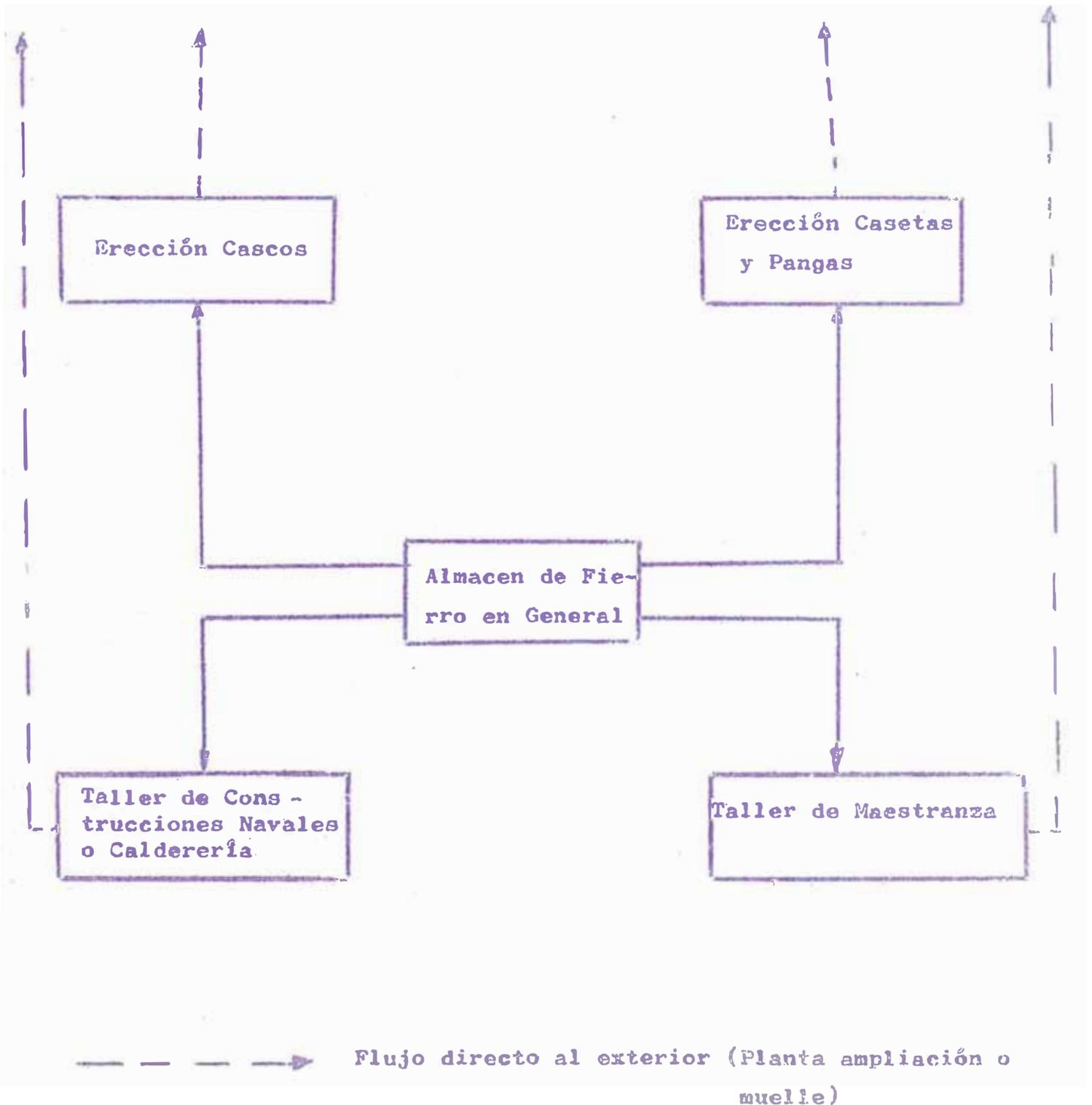
LEYENDA

A = 
 E = 
 I = 

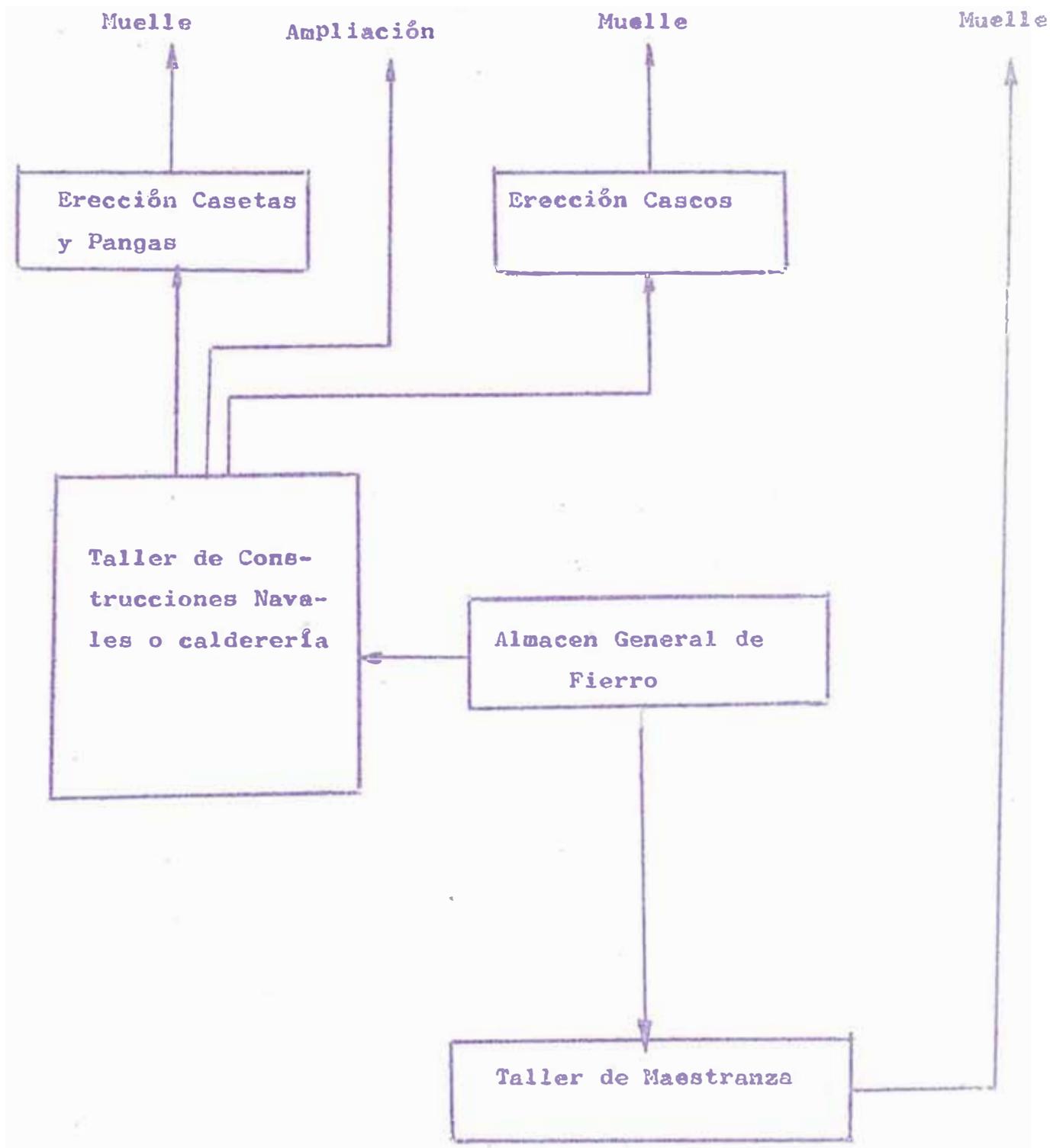
NOTA.-No se han considerado en el diagrama los símbolos "O" y "X", por que sólomente considerando los restantes ya se tiene una pauta de distribución de las Oficinas.

ARREGLO DE LAS AREAS PRINCIPALES MEDIANTE EL "CARD POSTING" O TARJETEO

PLAN "A"



ARREGLO DE LAS AREAS PRINCIPALES MEDIANTE EL TARJETEO
O "CARD POSTING" DE LA ALTERNATIVA ELEGIDA (PLAN "C")



SUMARIO DE REQUERIMIENTO DE ESPACIO

Nº	AMBIENTE	AREAS (en m2)			% INCREMENTO CON RESPECTO AL ACTUAL	OBSERVAC.
		ACTUAL	NECESARIO	P.PROYECTAR		
1	Taller de E- lectricidad.	32	40	50	82%	
2	Taller de Tuberías.	220	200	200	- 10%	Mejorar uso de espacio.
3	Taller de Hidráulica.	140.00	140.00	160.00	14%	
4	Taller de Montaje.	36.00	36.00	36.00	-	Posibili- dad de in- tegrar con T.man- tenimien- to.
5	Pañol de Herramien- tas.	26.00	58.00	58.00	12%	
6	Taller de Mantenimien- to.	29.00	57.00	57.00	97%	a) Posibi- lidad de inte- grar con T.Montaje

SUMARIO DE REQUERIMIENTO DE ESPACIO

Nº	AMBIENTE	AREAS (en m2)			% INCREMENTO CON RESPECTO AL ACTUAL	OBSERVAC.
		ACTUAL	NECESARIO	P. PROYECTAR		
7	Comedores	90.00	95.00	95.00	5%	a) Máxima capac. 150 obre ros.
8	Cocina y despensa	34.00	37.00	37.00	9%	
9	Tópico	16.00	16.00	16.00	-	
10	Taller de Plantillas & Galibos	166.00	166.00	166.00	-	a) Se re- quiere anaqueles p. almace- nar las plantillas
11	Almacén ma- terial de compras (Volúmenes pequeños)	234.00	234.00	234.00		
12	Pañol oxí- geno.	17.00	36.00	36.00	110%	

SUMARIO DE REQUERIMIENTO DE ESPACIO

No	AMBIENTE	AREAS (en m2)			% INCREMENTO CON RESPECTO AL ACTUAL	OBSERVAC.
		ACTUAL	NECESARIO	P. PROYECTAR		
13	Pañol aceti- leno.	17.00	36.00	36.00	110%	
14	Pañol infla- mables, bi- dones de gra- sa y aceite	75.00	100.00	126.00	68%	
15	Almacén p. tubos y per- files	630.00	840.00	840.00	32%	Estimado.
16	Almacén maderas.	60.00	91.00	91.00	51%	Estimado.
17	Taller de Carpinte- ría.	124.00	286.00	286.00	55%	
18	Taller de Automoto- res.	230	230	230	-	

SUMARIO DE REQUERIMIENTO DE ESPACIO

Nº	AMBIENTE	AREAS (en m2)			% INCREMENTO CON RESPECTO AL ACTUAL	OBSERVAC.
		ACTUAL	NECESARIO	P. PROYECTAR		
19	Local Sin dicato.	20.00	20.00	20.00	-	
20	Taller Ma niobristas	-	-	30.00	100%	Nuevo am- biente.
21	Taller de Maestran- za.	348.00	600.00	880.00	153%	Absorve- ria traba jos de sub contrata.
22	Taller de Caldere- ría (Te- chado).	1085.00	1950	1950	80%	
23	Patio de Caldere- ría	515	-	-	-100%	
24	Zona de Casetas, puentes y pangas	675.00	1020.00	1020.00	51%	

SUMARIO REQUERIMIENTO DE ESPACIO

Nº	AMBIENTE	AREAS (en m2)			% INCREMENTO CON RESPECTO AL ACTUAL	OBSERVAC.
		ACTUAL	NECESARIO	P. PROYECTAR		
25	Zona Erección	1600.00	1600.00	1600.00	-	
26	Depósito de Chata rra.	25.00	40.50	40.50	62%	
27	Central de Oxígeno	-	30.00	30.00	100%	
28	SS.NH. Obreros	110.00	110.00	110.00	-	
29	Area de Com presora	32	32	32	-	
30	Sala de Com presora de la amplia - ción.	36	36	36		
31	SS.NH.Obre- ros, amplia ción.	33	33	33		

SUMARIO DE REQUERIMIENTO DE ESPACIO

Nº	AMBIENTE	AREAS (en m ²)			% INCREMENTO CON RESPECTO AL ACTUAL.	OBSERVACIONES
		ACTUAL	NECESARIO	P. PROYECTAR		
32	Almacén <u>ampliación</u>	34	34	34	-	
33	Pañol de <u>acetileno ampliación</u>	10	10	10	-	
34	Pañol de Pinturas <u>Ampliación</u>	29	31	31	7%	
35	Almacén de Planchas y Perfiles <u>Ampliación</u>		95	95	100%	
36	Oficina - <u>Ampliación</u>	47	47	47	-	

REQUERIMIENTOS DE ILUMINACION Y VENTILACION

AMBIENTE	Nivel de Iluminación (Bujías/pié)	Necesidad de Ventilación
<u>PLANTA PRINCIPAL</u>		
Taller de Electricidad.	50	Ventilación natural
Taller de Tuberías	50	" "
Taller de Hidráulica	50	" "
Taller de Montaje	50	" "
Pañol de Herramientas	50	" "
Taller de Mantenimiento	50	" "
Comedor (150 personas)	50	2250 pies ³ /minuto
Cocina	70	1600 pies ³ /minuto
Tópico	50	Ventilación natural
Taller de Plantillas	30	" "
Almacén General	30	" "
Pañol de Oxígeno	20	" "
Pañol de Acetileno	20	" "
Pañol de Inflamables	30	" "
Almacén de Planchas, perfiles, etc.	10	" "
Almacén de Maderas	10	" "
Taller de Carpintería	50	" "
S.S. H.H. Obreros	30	" "
Taller Automotores	50	" "

2.2.5. EVALUACION DE ALTERNATIVAS

- METODOLOGIA

Como se expuso anteriormente, en la sección correspondiente a Selección de Métodos, se escogió la Evaluación por Factorización; este método básicamente consiste en elegir los factores o características que tienen importancia para la empresa y calificar la eficacia de cada solución conforme a estos factores; La importancia de los mismos, es definida por los directivos de la empresa mediante coeficientes y se efectúa luego la calificación de cada plan, utilizando una escala convencional de vocales con un valor numérico definido. El uso aparentemente superfluo de letras cuando finalmente se va a otorgar un valor numérico, tiene la ventaja de impedir un control mental progresivo de la evaluación por los interesados, dando una mayor garantía de objetividad. Es un hecho demostrado que cada solución alternativa, cuenta con simpatizantes y detractores y es posible que estos perjudiquen o beneficiar sub-conscientemente a estas en función de esas inclinaciones. El Formulario de evaluación contiene espacio para señalar la característica principal que define a cada alternativa lo que facilita su identificación cuando no se está familiarizado con la denominación arbitraria. (Plan A Plan B.etc.) Los coeficientes han sido asignados sobre la base de una escala de 1 a 10

La calificación se ha efectuado mediante la escala y código de vocales siguientes:

A = Excelente = 4 puntos

E = Muy Bueno = 3 "

I = Bueno = 2 "

O = Regular = 1 punto

U = Deficiente = 0 "

- CRITERIOS DE EVALUACION

Es indudable que el criterio de los directivos para señalar los coeficientes de importancia de cada factor, ha estado principalmente influido, de dos hechos que han gravitado fundamentalmente sobre su decisión y a la larga sobre el resultado de la evaluación; estos han sido, a nuestro juicio:

- a) La necesidad de culminar con el mínimo de molestias y riesgos el pedido de embarcaciones que constituía el Plan de Producción del Año.
- b) La magnitud de la inversión inicial.

Esto ha dado indudablemente una ventaja a las soluciones más conservadoras, destacando pese a ello, en 2º lugar, el plan B que a juicio de los ponentes

posee mayores virtudes desde el punto de vista técnico. Esto confirma sin embargo la naturaleza de los resultados en Disposición de Plantas, siempre consecuencia de soluciones conciliatorias que van adecuando al final el planteamiento ideal inicial a los objetivos y necesidades prácticas del dueño del problema. Esta es una conclusión dura de asimilar en la experiencia, pero con la cual es necesario acostumbrarse a convivir.

De los resultados de la evaluación, se desprende que la solución seleccionada es la denominada Plan "C" con 130 puntos contra 121 de su más cercana competidora la alternativa "B", de Plantas independientes.