



Centro Universitario de la Defensa en la Escuela Naval Militar

TRABAJO FIN DE GRADO

*Diseño de la distribución en planta (Layout) para un garaje de
nueva construcción en la ENM*

Grado en Ingeniería Mecánica

ALUMNO: Miguel Ruiz Ruiz-Andreu

DIRECTORES: Rafael M. Carreño Morales

CURSO ACADÉMICO: 2014-2015

Universida_{de}Vigo



Centro Universitario de la Defensa en la Escuela Naval Militar

TRABAJO FIN DE GRADO

*Diseño de la distribución en planta (Layout) para un garaje de
nueva construcción en la ENM*

Grado en Ingeniería Mecánica
Intensificación en Tecnología Naval
Cuerpo General

Universida_{de}Vigo

RESUMEN

En el presente trabajo fin de grado (TFG) se pretende llevar a cabo un estudio de la organización del garaje de la ENM, analizando la distribución en planta o layout de los medios de producción, asimismo, se estudian los procesos que tienen lugar para la prestación del servicio en sus instalaciones. A partir de aquí tomando como punto de partida la superficie, la distribución del espacio disponible, las instalaciones, los flujos de personas y materiales, se estudiará la situación del layout actual, analizando los movimientos, los flujos de materiales y de información entre las diferentes secciones así como la maquinaria empleada y los servicios utilizados. Posteriormente se procederá a la aplicación de una metodología eficiente y contrastada que nos permita mejorar la distribución en planta actual y proponer un nuevo layout del garaje. Para ello nos ayudaremos de una aplicación informática de diseño para una mejor representación de los movimientos y distribución del garaje, empleando los cambios necesarios que nos ayuden a mejorar dicha distribución. Se utilizará la metodología Systematic Layout Planning (SLP) debida a Richard Muther. La aplicación informática de diseño asistido permitirá visualizar el layout en un plano y representar los flujos físicos y de información con claridad. Finalmente se presentará un layout que mejore el actual.

“La distribución en planta es un fundamento de la industria. Determina la eficiencia y en algunos casos, la supervivencia de una empresa” [Richard Muther]

PALABRAS CLAVE

Organización, Distribucion en planta, Layout, metodología SLP

AGRADECIMIENTOS

A mi familia por su inestimable apoyo, mi padre Miguel, mi madre Pilar y mi hermano Alberto.

A mi tutor el profesor Don Rafael Carreño por su gran dedicación y seguimiento durante todo el duro proceso de trabajo de este TFG.

Agradecimientos al señor Lois, encargado del garaje de la ENM por su gran colaboración y amabilidad y finalmente a mi novia Bea por su comprensión y ayuda durante tantas horas de trabajo y sacrificio.

CONTENIDO

Contenido	1
Índice de Figuras	
Índice de Tablas.....	
1.Introducción y objetivos.....	
1.1.Descripcion del problema	8
1.2.Justificación	8
1.3.Objetivos	
1.3.1.Objetivo final.....	
1.3.2.Objetivos específicos.....	
2. Estado del arte	
2.1. Introducción a la distribucion en planta.....	10
2.2. Reseña historica del layout	11
2.3. Objetivos de una buena distribución.....	12
2.4. Principios básicos de la distribución en planta.....	13
2.5. Tipos de distribución de planta.....	14
2.6. Introducción a la Planificación Sistemática del Layout (SLP)	14
3. Desarrollo del TFG.....	
3.1 Introducción al desarrollo.....	16
3.2 Fases del método	17
3.3 Aplicación del método.....	17
3.4 Factores que afectan a la distribución.....	23
3.5 Identificación de departamentos y actividades.....	25
3.5.1. Identificación y descripción de las secciones.....	27
3.5.2. Diagrama de recorrido.....	29
3.5.3. Desarrollo del Diagrama Relacional de Actividades.....	31
3.5.4. Desarrollo del Diagrama Relacional de Actividades (Representación Nodal).....	32
3.5.5. Diagrama Relacional de Actividades.....	33
3.5.6. Determinación de superficies.....	35
3.5.7. Realización de soluciones y selección de la mejor Distribución en Planta.....	36
4.Resultados.....	39
5.Conclusiones y líneas futuras.....	
5.1.Conclusiones.....	42
5.2.Líneas futuras	44

5.2.1 Empleo de algoritmos para el diseño de la distribución en planta44

6. Bibliografía.....

ÍNDICE DE FIGURAS

Fig. 2.6.1. Esquema del Systematic Layout Planning [1].....	15
Fig. 3.3.1.- Ejemplo de Tabla de relaciones. [2]	19
Fig. 3.3.2. Ejemplo de Diagrama de relación de espacios [2]	21
Fig. 3.3.3. Ejemplo de mejor distribución. [2].....	23
Fig. 3.5.1. Ubicación del garaje.	26
Fig. 3.5.2. Alzado principal del garaje.	27
Fig. 3.5.1.1 Detalle de las distintas secciones del Garaje	28
Fig. 3.5.2.1.- Diagrama de recorrido	30
Fig. 3.5.3.1. Tabla de Relaciones.	31
Fig. 3.5.4.1.-Diagrama relacional de Actividades.....	32
Fig. 3.5.5.1.-Descripcion de las superficies del garaje.....	34
Fig. 3.5.6.1.- Diagrama relacional de Superficies.....	35
Fig. 3.5.7.1. Esquema de Solución 1	36
Fig. 3.5.7.2. Esquema de Solución 2	37
Fig. 3.5.7.3. Esquema de Solución 3	38
Fig. 5.2.1.1. Una primera solución obtenida según Algoritmo CORELAP. [2]	45

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 3.5.5.1.- Superficie destinada a cada sección del garaje.....	33
---	----

1 INTRODUCCIÓN Y OBJETIVOS

1.1 Descripción del problema

El presente TFG está destinado al estudio del garaje de la Escuela Naval Militar (ENM) desde el punto de vista de la organización, dada la antigüedad de sus instalaciones y al gran número de vehículos que da servicio. Se pretende realizar un estudio de la eficiencia de su distribución actual y comprobar si la Armada podría plantearse la construcción de un nuevo edificio o la rehabilitación del existente. Tomando como punto de partida la superficie, el espacio disponible, el personal y los servicios necesarios para su normal funcionamiento, se planteará el diseño de una distribución en planta que optimice y/o racionalice el flujo de materiales y de personas, con objeto de conseguir un mejor aprovechamiento de los recursos.

1.2 Justificación

Debido al elevado número de vehículos y al poco espacio disponible, así como la antigüedad de las instalaciones se tratará de proponer un nuevo layout. En los meses tanto de enero como de julio se requiere la revisión de hasta 17 vehículos que han de pasar su inspección técnica, por todo lo anterior se pretende reorganizar la distribución en planta, referida a la organización física de los factores y elementos que participan en el mantenimiento de las distintas unidades y a la determinación de espacios y ubicación de sus distintas secciones.

En este caso se pretende determinar la distribución más adecuada para el área del garaje de la ENM, teniendo en cuenta las características físicas del mismo.

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo final

El principal objetivo del presente trabajo fin de grado es completar el grado de ingeniería mecánica impartida en el Centro Universitario de la Defensa (CUD) ubicado en la ENM de Marín así como aplicar los conocimientos adquiridos a lo largo del grado en diferentes materias, en este caso del ámbito la de organización industrial. Se quiere contribuir a la mejora de la eficiencia del garaje con la propuesta de un nuevo layout para el mismo que redunde en un mejor y más económico funcionamiento de sus instalaciones.

1.3.2 Objetivos específicos

En base al objetivo fundamental planteado se pueden especificar ciertos objetivos puntuales que se presentan a continuación:

-Analizar mediante métodos y herramientas adecuadas las zonas donde tienen lugar la actividad y los flujos de movimientos e información del garaje.

-Evaluar los requerimientos organizativos del garaje para desarrollar un nuevo layout.

-Proponer un layout de secciones eficiente en función de las necesidades y servicios que se prestan, aplicando la metodología Sistematic Layout Planning (SLP).

2. ESTADO DEL ARTE

2.1 Introducción a la distribución en planta

La mayor relevancia en el ámbito de la ingeniería la tienen aquellas empresas u organizaciones que llevan a cabo su actividad en operaciones de diversa índole. En la formación de estas tienen lugar decisiones relacionadas entre sí que han de ser tomadas en las distintas fases de la estrategia de operaciones.

Entre las decisiones podemos encontrar las de distribución en planta, que son fundamentales para la planificación estratégica y también presentan un reto para la administración.

Estas decisiones posteriormente determinarán la eficiencia de las operaciones, también para diseñar los puestos de trabajo, por lo que resulta fundamental mejorar la práctica de la distribución en planta o layout.

Dentro del proceso de organización de la producción en los de productos y servicios, la distribución en planta ocupa un lugar de gran importancia, ya que básicamente nos ayudará a evitar muchos gastos innecesarios tanto de personal como de instalaciones y espacio utilizado.

El hecho de situar en el sitio preciso tanto máquinas, como herramientas, y el usar de manera racional el espacio durante el proceso de producción, de manera que las operaciones propias de la actividad se lleven a cabo con el menor número de movimientos posibles, exige unos conocimientos técnicos importantes y una preparación que resulta de enorme utilidad a la organización. De aquí que estas tareas deban ser encomendadas a ingenieros con adecuada formación técnica en estos tipos de materia.

Se han encontrado innumerables casos de distribuciones en las que la organización ha sido realizada por, personas sin formación en estas técnicas. No se puede tener la esperanza de adquirir un resultado de layout con calidad similar al que conseguiríamos contando con personal especializado en la materia.

A lo que se conoce por Distribución en Planta y diagrama de recorrido es al proceso de ordenación física de los elementos industriales de manera que formen un sistema productivo capaz de lograr los objetivos fijados de la forma más adecuada y eficiente.

Dicho orden de espacios de trabajo, de personal y de los medios de producción debe ser lo más económico para el desempeño de las funciones, al mismo tiempo que el más seguro y satisfactorio para los trabajadores [1].

2.2 Reseña histórica del el layout

Históricamente la ordenación en cuanto a las distintas áreas de trabajo es tan antigua como el ser humano. Desde siempre se ha mostrado un área de trabajo para una función pero sin apariencia de reflejar el uso de ninguna técnica o principio.

Esto no quiere decir necesariamente que trabajos anteriores nunca hayan sido eficientes, en muchos casos eran tan efectivos como la capacidad de los hombres, materiales y herramientas de la época permitían. Sin embargo estas antiguas distribuciones eran principalmente la creación de un hombre en su industria particular, existían muy pocos objetivos específicos o metodologías reconocidas en cuanto a la distribución en planta.

Con la llegada de la revolución industrial se transformó para los propietarios en objetivo principal el estudiar la ordenación de sus fábricas. En primer lugar las mejoras iniciales fueron destinadas hacia la mecanización de los equipos y con el tiempo los jefes o sus administradores comenzaron a crear conjuntos de especialistas para solventar los problemas de la distribución y con ellos llegaron los principios y técnicas que hoy en día conocemos.

Inicialmente se tendía solo a juntar los procesos que eran similares y las máquinas empleadas para ellos, alinear las áreas de trabajo en filas ordenadas de tal manera que se delimitaran pasillos y situar los materiales en el extremo del conjunto de manera que se transportaba al otro extremo de la planta.

Hoy en día se conoce que aquella forma de distribuir era incompleta y en muchos de los casos eran contradictorias.

2.3 Objetivos de una buena distribución.

- Disminución del riesgo para la salud y el aumento de la seguridad para los trabajadores: por ejemplo, cualquier distribución en la que las maquinas no se dejan en pasillos o requieren un paso del trabajador por zonas peligrosas como hornos o zonas con productos químicos, se trataran de evitar en futuras distribuciones.

- Elevación del nivel de satisfacción del trabajador y el incrementar su moral: ya que a todo trabajador le agrada el hecho de trabajar en una planta que se encuentre bien organizada.

- Incremento de la producción: cuanto más se acerque la distribución a la perfección mayor será la producción a un precio de costo igual o menor

- Disminución de las demoras en la producción: en el momento en el que una fábrica es capaz de ordenar las operaciones que requieren el mismo tiempo o similar, se podrán eliminar los momentos en que el material que se encuentra en pleno proceso tenga que pararse.

- Ahorro del área ocupada: como la utilizada por pasillos extensos e inútiles, demasiada lejanía entre algunas máquinas o la no adecuada disposición de tomas de corriente, la cual puede consumir un gran espacio que se podría ahorrar.

- Reducción del manejo de materiales: muchas empresas se organizan de manera que sus trabajadores pueden pasar el trabajo directamente de una operación a la siguiente, de manera que se elimina un transporte por cada máquina.

- Mayor utilización de la maquinaria, mano de obra y de los servicios: dependiendo cuál de ellas tenga un mayor coste se potenciarán al máximo una u otra.

- Reducción del material del proceso: aunque este no sea problema de la distribución en planta, siempre que se pueda tener el material en continuo movimiento directamente de una operación a la siguiente, será trasladado con una mayor velocidad a lo largo de la plante y el material utilizado en el proceso se verá significativamente reducido.

- Acortamiento del tiempo de fabricación: disminuyendo distancias y minimizando el tiempo de espera se producirá un acortamiento del tiempo que necesita el material para ser desplazado a lo largo de la planta [1].

- Reducción del trabajo administrativo: En el momento en el que tenemos la posibilidad de distribuir nuestra planta de manera automática, el trabajo de programación, podría ser reducido de gran manera.

- Logro de una supervisión más fácil y mejor: una buena distribución puede influir de gran manera en la facilidad y calidad de la supervisión. Por ejemplo, si situamos la oficina desde la cual un encargado pudiera vigilar la planta de trabajo, esto representaría un ahorro de trabajo en cuanto a la labor de supervisión.

- Disminución de la congestión y la confusión: las demoras del material, el manejo innecesario del mismo y la intersección de los circuitos de transporte, son factores que pueden conducir a confusiones y congestionar el trabajo.

- Disminución del riesgo para el material o su calidad: nuevas y mejores distribuciones separaron actividades que podían perjudicarse unas a otras, reduciendo por tanto el riesgo para los materiales.

- Mayor facilidad de ajuste a los cambios de condiciones: por ejemplo en el caso de desear ampliar una instalación, con una buena distribución inicial nos adaptaremos a los cambios o mejoras que deseemos implementar de una forma mucho más fácil.

2.4 Principios básicos de la distribución en planta

i) Principio de la integración de conjunto: La mejor distribución es la que integra a los personas, los materiales, la maquinaria, las actividades auxiliares, así como cualquier otro factor de modo que resulte el compromiso mejor entre todas estas partes.

ii) Principio de la mínima distancia recorrida: A igualdad de condiciones, es siempre mejor la distribución que permite que la distancia a recorrer entre operaciones sea la mas corta.

iii) Principio de la circulación o flujo de materiales: En igualdad de condiciones, es mejor aquella distribución que ordene las áreas de trabajo de modo que cada operación o proceso este en el mismo orden o secuencia en que se transforman, tratan o montan los materiales.

iv) Principio del espacio tridimensional: La economía se obtiene utilizando de un modo efectivo todo el espacio disponible, tanto en vertical como en horizontal.

v) Principio de la satisfacción y de la seguridad: A igualdad de condiciones será siempre más efectiva, la distribución que haga el trabajo más satisfactorio y seguro para los trabajadores.

vi) Principio de la flexibilidad: A igualdad de condiciones, será siempre más efectiva la distribución que pueda ser ajustada o reordenada con menos costo o inconvenientes [1].

2.5 Tipos de distribución de planta

Fundamentalmente existen siete sistemas de distribución layout:

i) Movimiento de material: Probablemente el elemento más común. El material se mueve de un lugar de trabajo a otro, de una operación a la siguiente.

ii) Movimiento de personas: Los operarios se mueven de un lugar de trabajo al siguiente, llevando a cabo las operaciones necesarias sobre cada pieza de material. Esto raramente ocurre sin que los hombres lleven consigo herramientas.

iii) Movimiento de maquinaria: El trabajador mueve diversas herramientas o máquinas dentro de un área de trabajo para actuar sobre una pieza grande.

iv) Movimiento de material y de hombres: El hombre se mueve con el material llevando a cabo una cierta operación en cada máquina o lugar de trabajo.

v) Movimiento de material y de maquinaria: Los materiales y la maquinaria o herramientas van hacia los hombres que llevan a cabo la operación. Raramente práctico, excepto en lugares de trabajo individuales.

vi) Movimiento de hombres y de maquinaria: Los trabajadores se mueven con la herramienta y el equipo generalmente alrededor de una gran pieza fija.

vii) Movimiento de materiales, hombres y maquinaria: Generalmente es demasiado caro e innecesario el mover los tres elementos [1].

2.6 Introducción a la planificación Sistemática del layout (SLP)

El método SLP fue desarrollado por un especialista reconocido internacionalmente en materia de planeación de fábricas, quién ha recopilado los distintos elementos utilizados por los Ingenieros Industriales para preparar y sistematizar los proyectos de distribución.

Cualquier distribución de planta se fundamenta en los siguientes tres parámetros:

- Relaciones: Nos indican el grado relativo de cercanía o proximidad deseado o también el que requieran entre máquinas o también departamentos.
- Espacio: Indicado por la cantidad, clase y forma o configuración de los equipos a distribuir.
- Ajuste: Es el arreglo físico de los equipos, maquinaria, servicios, en condiciones reales.

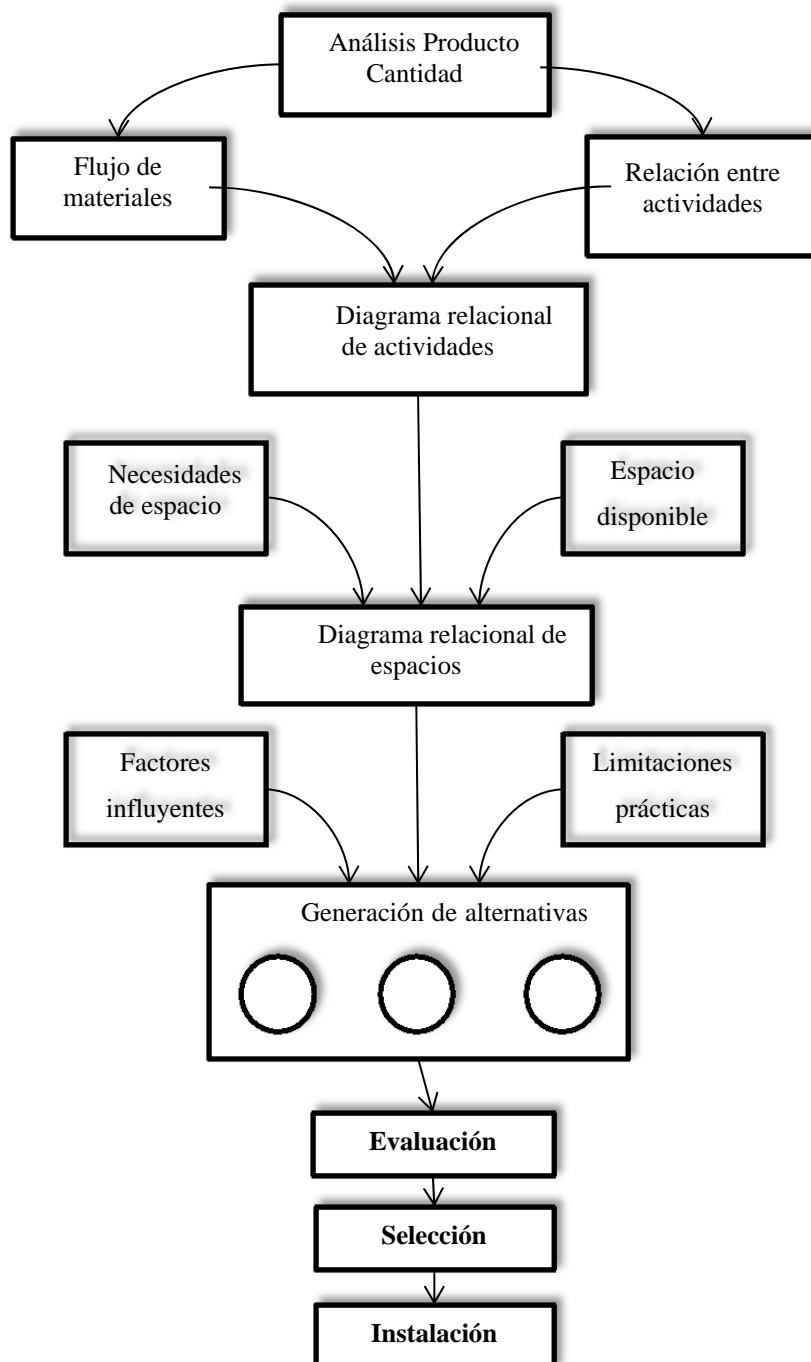


Fig. 2.6.1. Esquema del Systematic Layout Planning [1].

3. DESARROLLO DEL TFG

3.1 Introducción al desarrollo

Como ya mencionamos anteriormente la metodología empleada será la Planeación Sistemática de la Distribución en Planta (SLP) de Muther.

Esta metodología conocida como SLP por sus siglas en inglés, ha sido la más aceptada y la más comúnmente utilizada para la resolución de problemas de distribución en planta a partir de criterios cualitativos. Aunque fue concebida para el diseño de todo tipo de distribuciones en planta independientemente de su naturaleza., igualmente aplicable a distribuciones completamente nuevas como a distribuciones de plantas ya existentes. El método reúne las ventajas de las aproximaciones metodológicas precedentes e incorpora el flujo de materiales en el estudio de distribución, organizando el proceso de planificación total de manera racional y estableciendo una serie de fases y técnicas que, como el propio Muther describe, permiten identificar, valorar y visualizar todos los elementos involucrados en la implantación y las relaciones existentes entre ellos.

El método SLP, es una forma organizada para realizar la planeación de una distribución y está constituida por cuatro fases, en una serie de procedimientos y símbolos convencionales para identificar, evaluar y visualizar los elementos y áreas involucradas de la mencionada planeación. Esta técnica, incluyendo el método simplificado, puede aplicarse a oficinas, laboratorios, áreas de servicio, almacén u operaciones manufactureras y es igualmente aplicable a mayores o menores readaptaciones que existan, nuevos edificios o en el nuevo sitio de planta planeado.

El método SLP, consiste en una estructura de pasos, un patrón de procedimientos de la Planeación Sistemática de la Distribución en Planta y un juego de conveniencias.

3.2 Fases del método

Las cuatro fases o niveles de la distribución en planta, que además pueden superponerse uno con el otro, son según Muther (1968):

Primera fase: Localización. En este punto deberemos decidir la ubicación de la planta que deseamos distribuir. Si se tratara de una planta nueva se buscaría una posición geográfica adecuada basada en la satisfacción de ciertos factores relevantes para la misma. En caso de una redistribución, como lo es en nuestro caso, el objetivo será determinar si la planta se mantendrá en el emplazamiento actual o si se trasladará hacia otro edificio, o hacia un área de similares condiciones que satisfaga las necesidades.

Segunda fase: Aquí llevaremos a cabo una distribución global del conjunto. En esta fase estableceremos el modelo de flujo para la sección que vamos a distribuir y se señala también el tamaño, la correspondencia, y la distribución de cada una de las funciones principales, sin centrarse de momento de la distribución en planta teniendo en cuenta los detalles. Como resultado en esta fase obtendremos una representación a escala de la planta.

Tercera fase: Distribución en detalle. Consiste en elaborar el plan de distribución de manera minuciosa, en él se incluirá donde serán asignados los puestos de trabajo, la maquinaria que utilizaremos y los equipos necesarios,

Cuarta fase: Puesta en marcha. Esta última fase envuelve todos los desplazamientos físicos y ajustes que realizaremos, con el fin de lograr la distribución que planeamos inicialmente

3.3 Aplicación del método.

En este punto describiremos cada uno de los pasos en los que consiste el método, que más adelante serán aplicados en nuestro layout.

Primer paso: análisis de la relación entre el producto y la cantidad

En primer lugar se deberá conocer en planta qué se va a realizar y las dimensiones de la actividad, y establecer que estas previsiones han de ser para un espacio de tiempo concreto.

De este estudio es posible elegir el tipo de distribución más indicado para el proceso que estamos estudiando. Debido a que el número de productos puede oscilar de gran manera, se pueden presentar diversidad de situaciones en cuanto al volumen de información que recibamos. En caso de que el abanico de productos sea muy amplio, la mejor decisión será la de formar grupos de productos parecidos. Más tarde se ordenaran dichos grupos según su relevancia, siguiendo la previsión realizada.

Segundo paso: análisis del recorrido de los productos

Aquí se determinara la sucesión y el número de movimientos de los productos por las distintas tareas. De esta información y de la producción, se diseñaran distintos tipos de diagramas y graficas de flujo de materiales.

De dichos diagramas no obtendremos la distribución en planta pero nos facilitaran en gran medida su planteamiento. A partir de estas se podrán asignar puestos de trabajo, secciones principales y secundarias, secciones para el almacenamiento, etc.

Tercer paso: análisis de las relaciones entre actividades

En este paso se debe estudiar de qué tipo son las relaciones entre las distintas secciones y la magnitud de las mismas, los medios disponibles y los diferentes servicios que nos proporciona la planta.

Las relaciones no se refieren exclusivamente al flujo de materiales, ya que este pudiera ser irrelevante o incluso no darse entre distintas funciones.

Si no existiera intercambio de materiales entre dos actividades esto no implicaría que no pudieran darse otro tipo de relaciones que dispongan, el hecho de que sea necesaria la cercanía entre ellas. Para poder representar las relaciones entre las distintas áreas de una manera lógica y que nos ayude a clasificar la magnitud de estas correspondencias, se utiliza la tabla relacional de actividades.

Esta consiste en un diagrama de doble entrada, en el que quedan reflejadas la necesidad de cercanía entre cada actividad y las demás según los factores de proximidad. Se expresaran estos requisitos mediante un código de letras, utilizando las siguientes letras que nos expresan en orden decreciente la necesidad de proximidad entre las distintas secciones:

- A (absolutamente necesaria),
- E (especialmente importante),
- I (importante),
- O (importancia ordinaria)
- U (no importante)
- X. (indeseabilidad)

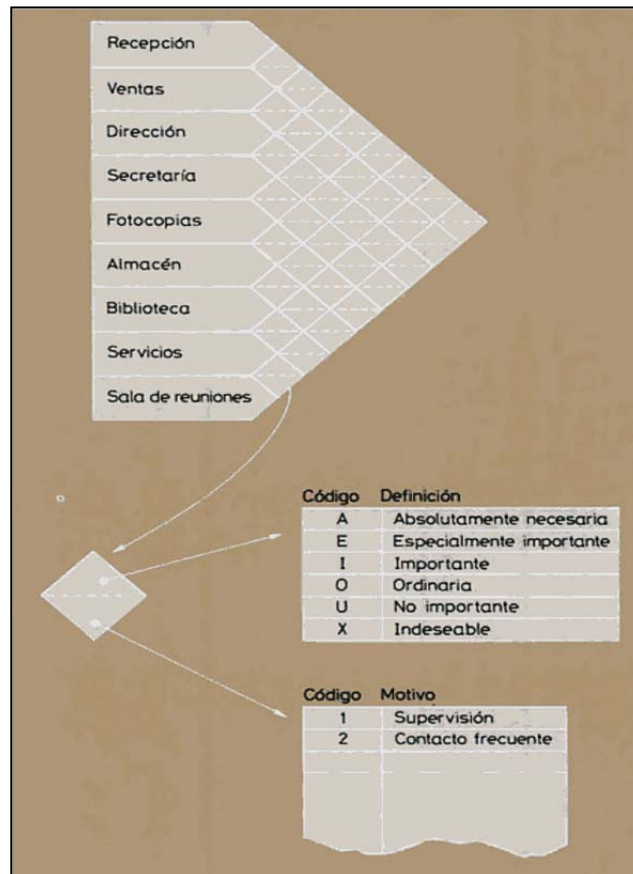


Fig. 3.3.1.- Ejemplo de Tabla de relaciones [2].

Cuarto paso: desarrollo del Diagrama Relacional de Actividades

Una vez recogidos los datos e información anteriores, que relacionan tanto la proximidad entre las distintas secciones como las relaciones entre ellas, se recoge en el Diagrama Relacional de actividades. Su intención es la de recopilar la ordenación topológica de las distintas funciones a partir de la información la cual se dispone.

Se han de conseguir distribuciones en las que las actividades que tienen un índice mayor en el flujo de materiales estén lo más cercanas posible (que se cumpla el principio de la mínima distancia recorrida), y en donde el ciclo de actividades sea similar a aquellas con la que se relacionan (cumpliendo el principio de la circulación o flujo de materiales).

Quinto paso: análisis de las necesidades y disponibilidad de espacios

Este paso ira en la dirección de la obtención de alternativas posibles de distribución, es decir, la introducción en la fase de diseño, de información relacionada al área que se necesitara para cada actividad para su normal desempeño.

Deberemos hacer una previsión, tanto de la superficie disponible, como de topología del área destinada a cada tarea.

En la planificación se puede hacer uso de las diversas técnicas de cálculo de espacios para conseguir una previsión del área que se requiere por cada función.

Los datos que se obtengan han de comprobarse con la existencia de espacio. Si la exigencia de espacio fuera mayor que la disponible, deberán hacerse los reajustes pertinentes, o rebajar la previsión de demanda superficie de las actividades, o bien, elevar la disponibilidad de superficie.

Sexto paso: desarrollo del Diagrama Relacional de Espacios

Diagrama de gran parecido al Diagrama Relacional de Actividades pero, con la particularidad de que las distintas representaciones de cada actividad se representan a escala de manera que el tamaño que tiene cada una sea proporcionado al área que se necesitara para el desarrollo de cada una de las actividades.

Es frecuente añadir, además, otro tipo de información referente a la actividad como, el número de equipos u otro tipo de información.

Una vez obtenida la información incluida en dicho diagrama se está en condiciones de idear un conjunto de distribuciones alternativas que sirvan como solución o mejora. El objetivo será pues el de crear de el diagrama ideal en una serie de distribuciones reales, considerando todos los factores condicionantes y limitaciones que afectan al problema.

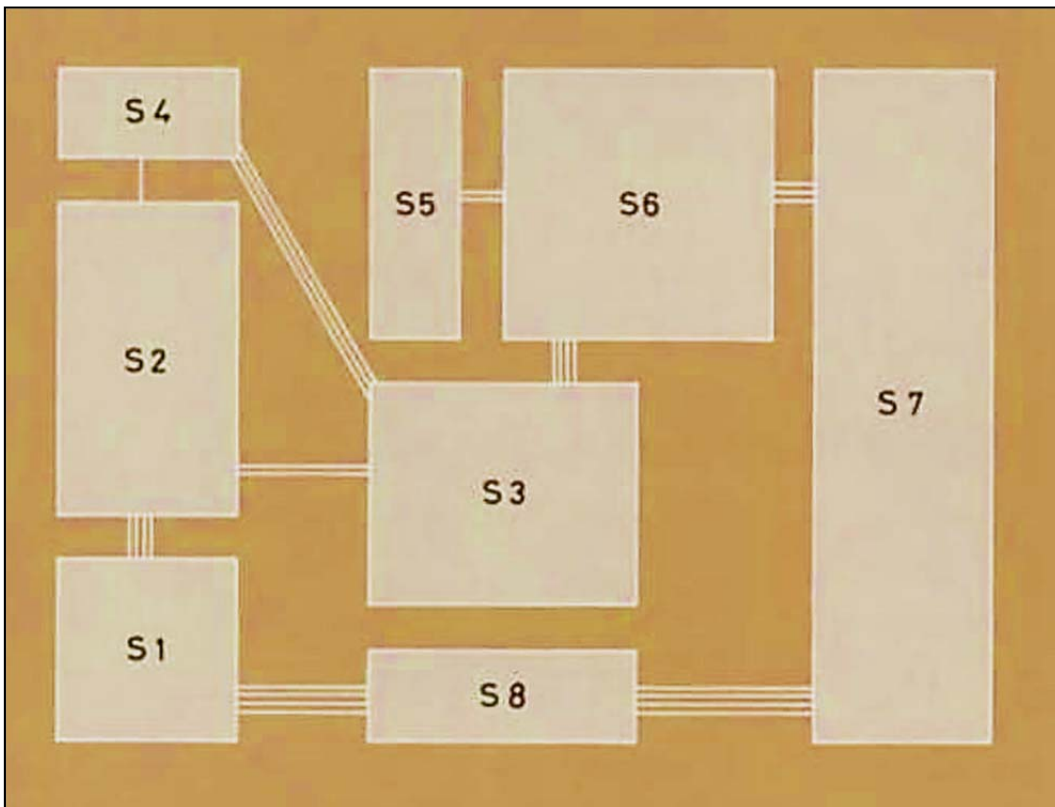


Fig. 3.3.2. Ejemplo de Diagrama de relación de espacios [2].

Séptimo paso: evaluación de las alternativas de distribución de conjunto y selección de la mejor distribución.

Una vez desarrolladas las soluciones, hay que proceder a seleccionar una de ellas, para lo que es necesario realizar una evaluación de las propuestas, lo que nos pone en presencia de un problema de toma de decisión.

La evaluación de los planes alternativos determinará que propuestas ofrecen la mejor distribución en planta.

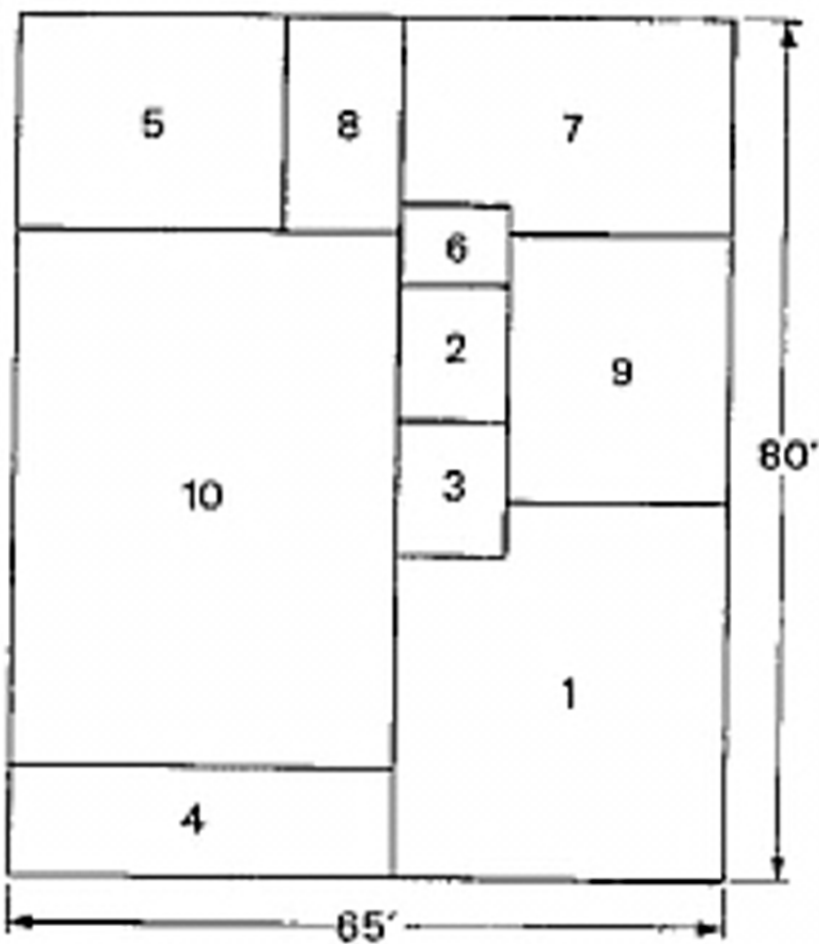


Fig. 3.3.3. Ejemplo de mejor distribución. [2]

3.4 Factores que afectan a la distribución

Los principales factores que afectan a una distribución en planta son los siguientes:

Material:

Considerado el factor más importante para la distribución e incluye el diseño, características, variedad, cantidad, operaciones necesarias y su secuencia. En nuestro caso el material principal y en el que basaremos nuestro estudio será en el de la circulación de los vehículos, teniendo en cuenta la circulación de materiales destinados a la reparación o al mantenimiento de los mismos, es decir, los filtros alojados en el pañol de repuestos, aceites, anticongelantes, líquidos de frenos, neumáticos etc.

Maquinaria:

Los equipos y la maquinaria utilizada son factores que influyen notablemente. La información obtenida será de gran importancia para realizar la correcta distribución. La actividad principal del taller gira en torno a este factor. La maquinaria principal que podemos encontrar es el elevador.

Últimamente los talleres vienen optando por implementar dichos sistemas de elevación para realizar las tareas que antiguamente se hacían en los fosos. Este hecho tiene su explicación en que en la actualidad ya no se realiza puesto que es más costoso que aquel. Además el foso necesita mayor espacio para permitir las maniobras de aproximación.

También hay que tener en cuenta la ergonomía, puesto que con el elevador el operario puede adaptar la altura de trabajo acorde al trabajo que va a realizar y de su propia fisionomía.

Personal:

Factor a tener en cuenta en la distribución en planta aunque el hombre es el elemento más flexible puesto que se puede adaptar a cualquier tipo de situación, son importantes las condiciones de trabajo. El personal del que disponemos en el garaje de la escuela naval militar es de dos chapistas, dos mecánicos y un electricista.

Movimientos:

Factor muy relevante. Estos determinaran si la planta es o no eficiente en su flujo de operaciones y si el layout actual es el más adecuado. Para esto nos ayudará el diagrama de recorrido.

Espera:

Uno de nuestros objetivos será el de minimizar dicho tiempo de espera y optimizar la circulación.

Servicios:

Son las actividades, elementos y personal que sirven para auxiliar la producción. Pueden ser: al personal, al material o a la maquinaria

Características del edificio y localización:

Dependiendo si ya existe en el momento de la distribución en planta o no influirá en menor o mayor medida. Hay muchas empresas cuya actividad puede ser desarrollada en cualquier tipo de edificio, algunas no necesitan edificación pero la mayoría deben adaptarse a las exigencias industriales que les demandan sus procesos.

El proceso que vamos a seguir es el siguiente:


- i) Identificación de secciones y actividades y diagrama de recorrido
- ii) Realización de la Tabla Relacional de Actividades.
- iii) Desarrollo del Diagrama Relacional de Actividades (Representación Nodal).
- iv) Determinación de superficies.
- v) Desarrollo del Diagrama Relacional de Superficies
- vi) Propuesta de soluciones y selección de la mejor Distribución en Planta.

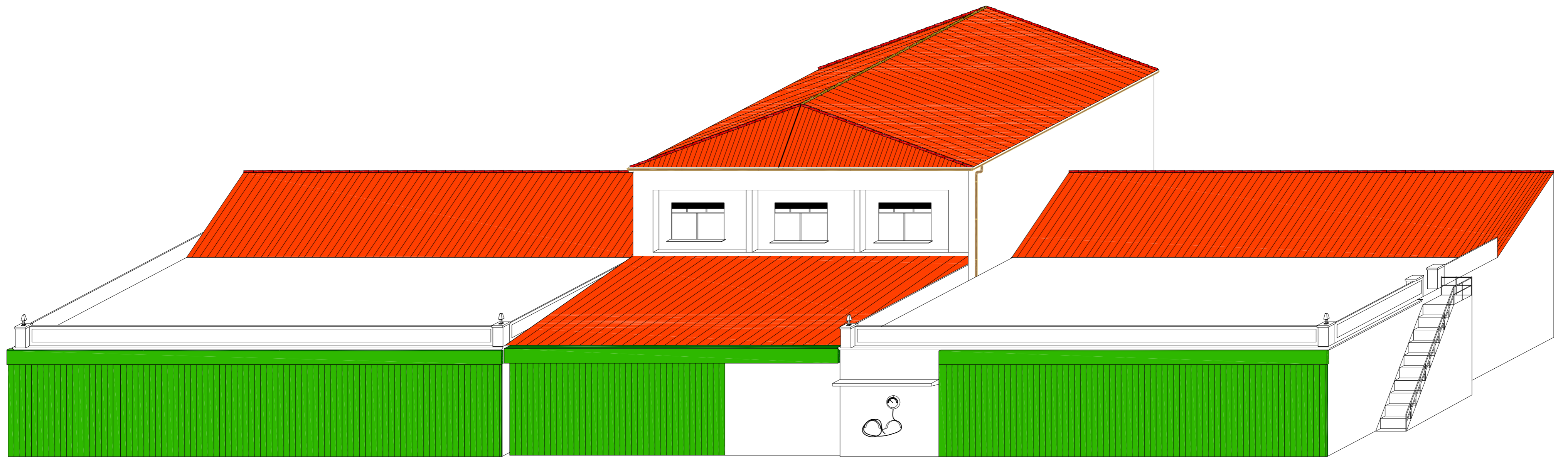
3.5. Identificación de departamentos y actividades


El garaje completo está compuesto por dos naves principales. La primera está destinada básicamente al almacenamiento de vehículos, no tiene otra función que la de guardar bajo techo los vehículos. En su interior no se producen reparaciones ni ningún proceso de reparación. Cuando alguna reparación es necesaria el vehículo se trasladara a la segunda nave que es donde se subsanara todo tipo de avería y donde se dispone de los equipos necesarios. En los planos siguientes podemos distinguir la ubicación del garaje y el diseño de alzado donde se pueden distinguir ambas naves.



UBICACION

	TRABAJO DE: DISEÑO DE LA DISTRIBUCION EN PLANTA (LAYOUT) PARA UN GARAJE DE NUEVA CONSTRUCCION EN LA ENM - MARIN -	
	PLANO DE: UBICACION	PLANO Nº 3.5.1
PROYECTADO POR: M. RUIZ RUIZ-ANDREU <small>e-mail: mtriguezandreu@fermingenieria.net</small>	REFERENCIA	FECHA MARZO 2015
PROMOTOR: CUD-ESCUELA NAVAL MILITAR		ESCALA S/E



	TRABAJO DE: DISEÑO DE LA DISTRIBUCION EN PLANTA (LAYOUT) PARA UN GARAJE DE NUEVA CONSTRUCCION EN LA ENM — MARIN —	
	PLANO DE: ESTADO ACTUAL.ALZADO	PLANO Nº 3.5.2
PROYECTADO POR: M. RUIZ RUIZ-ANDREU e-mail: mruizandreu@ferrobayern.es	REFERENCIA	FECHA
PROMOTOR: CUD-ESCUELA NAVAL MILITAR		ESCALA 1:100

3.5.1. *Identificación y descripción de las secciones*

Garaje de estacionamiento: En la primera nave se encuentra un garaje destinado al almacenamiento de los vehículos de mayor tamaño, podría dar cabida hasta 8 vehículos grandes. En este espacio no se realiza ningún proceso de reparación, sino que sirve de parking o sitio de espera para vehículos que requieren reparaciones o revisión.

Como podemos ver en los planos se componen de dos espacios divididos por pilares.

Taller: Es donde tiene la mayor actividad de dirección, se utiliza como aparcamiento para albergar vehículos de representación y también se puede usar como espacio destinado a revisar vehículos que pueden necesitar una revisión simple o necesitar un repuesto de los pañosles mas próximos. Dentro del espacio del taller podemos encontrar:

Encargado: Lugar donde se guardan todas las llaves de los vehículos y donde se realizan todas las labores logísticas pertinentes al mantenimiento de los vehículos.

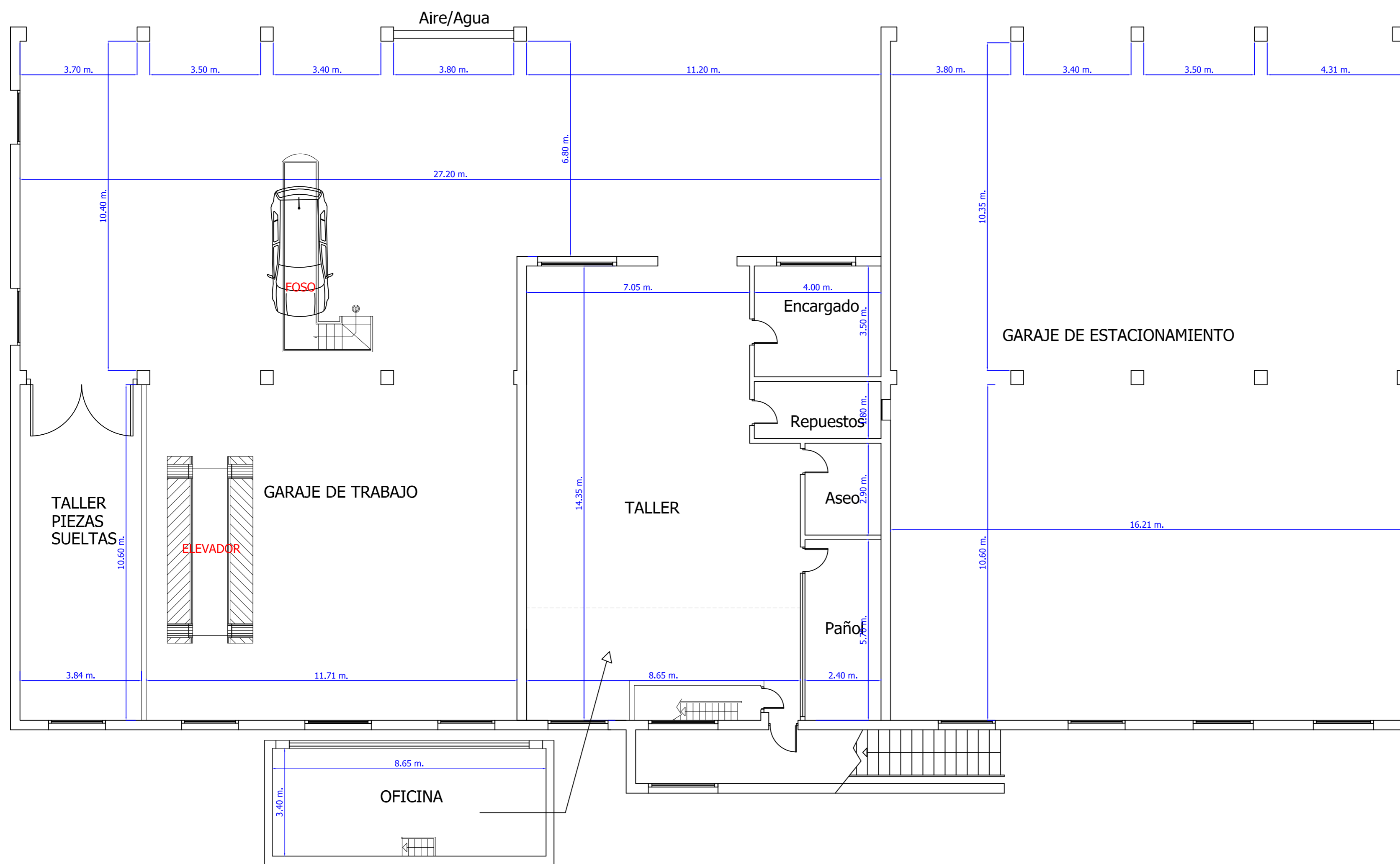
Repuestos: Almacén destinado a guardar repuestos básicos en los que priman los filtros, también se pueden encontrar anticongelantes y líquidos de frenos.



Pañol: Destinado principalmente a la sustitución y reparación de neumáticos en el que también se almacena el aceite de repuesto.

Garaje de trabajo: En este espacio es donde tienen lugar la mayoría de las actividades de mantenimiento de los vehículos siendo la pocos los que son revisados a pie de calle. En el podemos encontrar un foso y un elevador y en la esquina inferior derecha un punto limpio, destinado a aquellas piezas que no son de utilidad, baterías, aceites usados etc.

Taller de piezas sueltas: Espacio destinado como lugar de trabajo para el mantenimiento y reparación de piezas sueltas de los vehículos.

En la siguiente figura podemos apreciar una vista en planta de ambas naves y cada una de las secciones que la componen.



 	TRABAJO DE: DISEÑO DE LA DISTRIBUCION EN PLANTA (LAYOUT) PARA UN GARAJE DE NUEVA CONSTRUCCION EN LA ENM - MARIN -	
	PROYECTADO POR: M. RUIZ RUIZ-ANDREU e-mail: mruizandreu@ferrobayernia.net	PLANO DE: ESTADO ACTUAL.COTAS
REFERENCIA	FECHA MARZO 2015	PROMOTOR: CUD-ESCUELA NAVAL MILITAR
		ESCALA 1:100

3.5.2.- Diagrama de recorrido

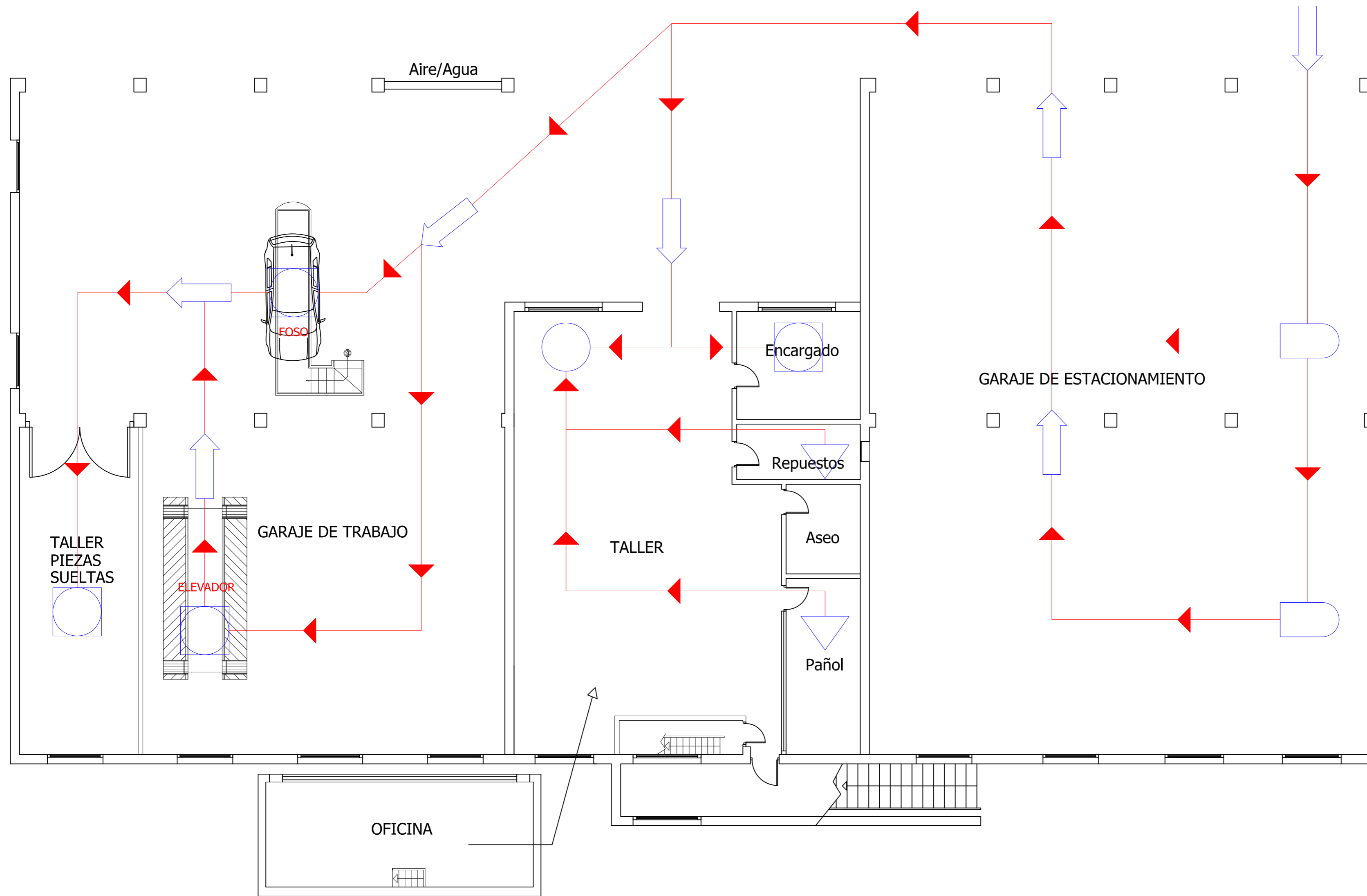
El diagrama de recorrido es un diagrama o modelo a escala de la distribución actual de las distintas áreas a considerar en la planta y en donde se marcan las líneas de flujo que indican el movimiento del material, equipo o trabajadores de una actividad a otra.

Pasos para la elaboración del diagrama de recorrido.

- i) Se preparan plantillas de dibujo con todas las máquinas o equipos.
- ii) Se diferencia cada fase proceso o función.
- iii) Se elabora un plano a escala donde se muestre toda el área y los diferentes departamentos por donde van a circular los distintos flujos de operaciones.
- iv) Se localizan las actividades en los puntos donde se realizan, empleando los símbolos de la Asociación Americana de Ingenieros Mecánicos (ASME)
- v) Se indica el flujo o el curso que siguen las operaciones, indicando con una flecha el sentido de la trayectoria.

Se pueden encontrar posibilidades de mejorar un layout si se buscan sistemáticamente. Para ello deberemos conocer las estaciones de trabajo y las máquinas y disponerlas de manera que permitan el trabajo más eficiente.

Los diagramas de recorrido son diagramas analíticos de las operaciones del proceso dibujados sobre representaciones a escala de la sección o secciones donde el proceso se lleva a cabo de tal forma que los símbolos ASME de cada acción se dibujan en la posición del lugar en que se realizan.



LEYENDA	
	OPERACION
	TRANSPORTE
	DEMORA
	INSPECCION-OPERACION
	ALMACENAMIENTO
	RECORRIDO

	TRABAJO DE: DISEÑO DE LA DISTRIBUCION EN PLANTA (LAYOUT) PARA UN GARAJE DE NUEVA CONSTRUCCION EN LA ENM - MARIN -	
	PLANO DE: DIAGRAMA DE RECORRIDO	PLANO Nº: 3.5.2.1
PROYECTADO POR: M. RUIZ RUIZ-ANDREU <small>e-mail: mruizandreu@ferrobayern.es</small>	REFERENCIA	FECHA: MARZO 2015
PROMOTOR: CUD-ESCUELA NAVAL MILITAR		ESCALA: 1:100

3.5.3 Realización de la tabla relacional de actividades

En este punto realizaremos el análisis de la relación entre las distintas actividades y secciones mediante una tabla relacional

CODIGO	RELACION DE PROXIMIDAD
A	ABSOLUTAMENTE NECESARIA
E	ESPECIALMENTE IMPORTANTE
I	IMPORTANTE
O	IMPORTANCIA ORDINARIA
U	NO IMPORTANTE
X	INDESEABLE

GARAJE DE ESTACIONAMIENTO																			
GARAJE DE TRABAJO	I																		
TALLER		U																	
TALLER PIEZAS SUELTAS		E																	
ENCARGADO			A																
ASEO				U															
REPUESTOS					U														
PAÑOL						O													
OFICINA							U												
								U											
									U										
										U									
											U								
												U							
													U						
														U					
															U				
																U			
																	U		
																		U	
																			U

Fig. 3.5.3.1. Tabla de Relaciones.

3.5.4 Desarrollo del Diagrama Relacional de Actividades (Representación Nodal).

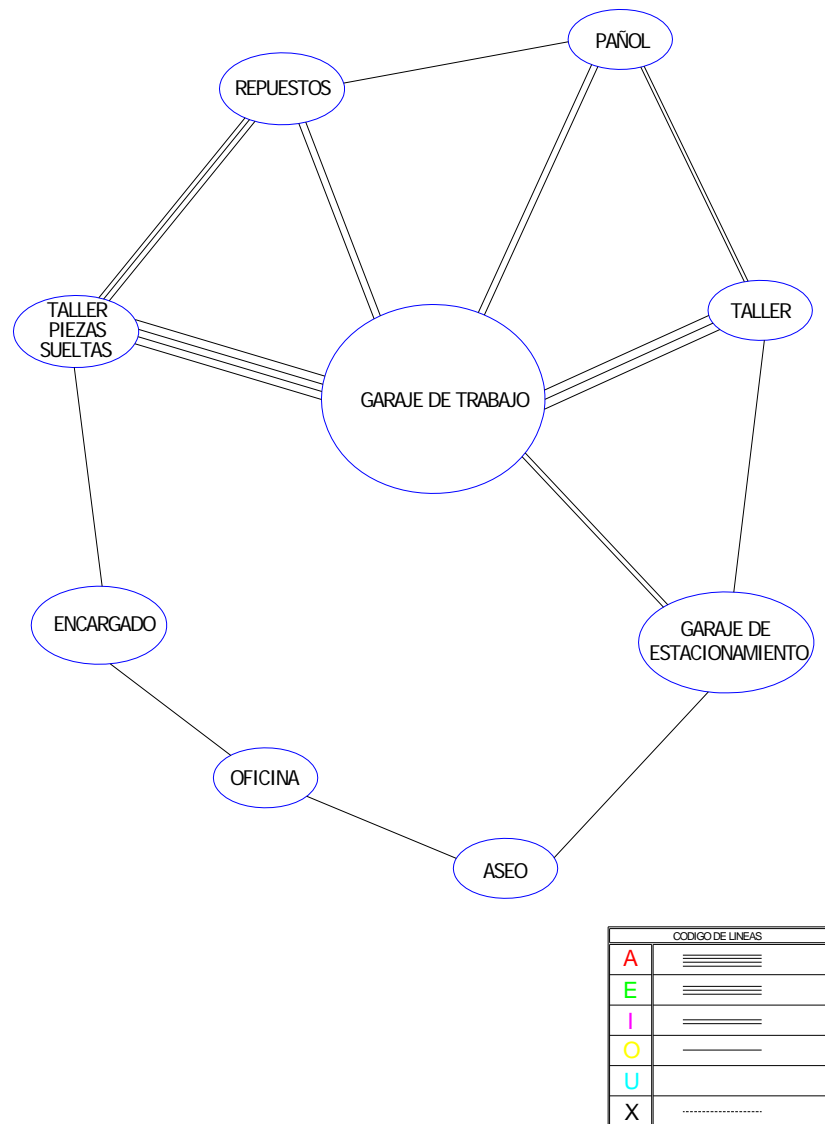
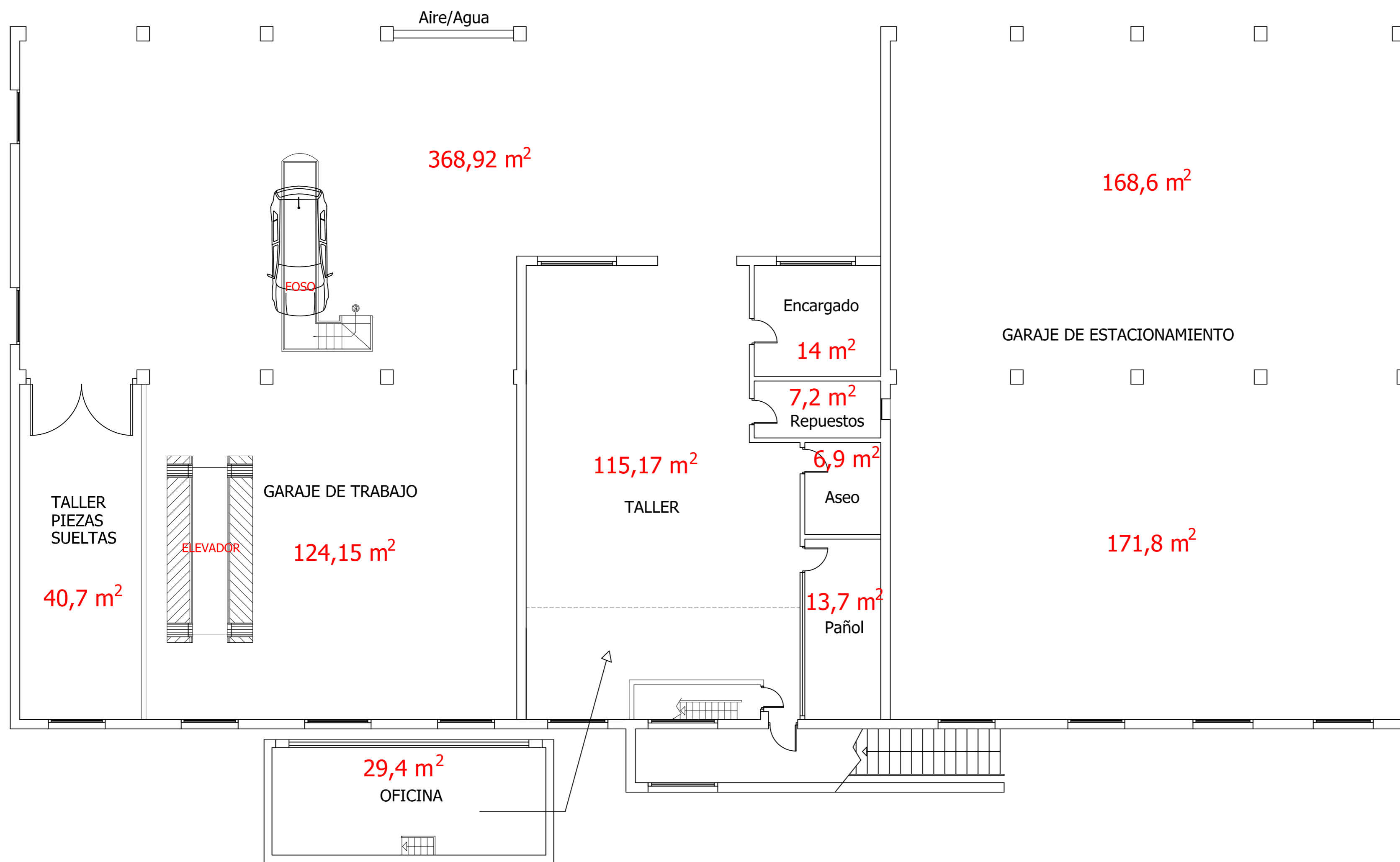




Fig. 3.5.4.1 Diagrama relacional de Actividades

3.5.5 Determinación de superficies

DEPARTAMENTOS	CODIGO	AREA (m ²)
Garaje de estacionamiento	1	340,4
Garaje de Trabajo	2	493,1
Taller	3	115,2
Taller piezas sueltas	4	40,7
Encargado	5	14,0
Repuestos	6	7,2
Aseo	7	6,9
Pañol	8	13,7
Oficina	9	29,4
TOTAL		1060,6

Tabla 3.5.5.1.- Superficie destinada a cada sección del garaje.



 	TRABAJO DE: DISEÑO DE LA DISTRIBUCION EN PLANTA (LAYOUT) PARA UN GARAJE DE NUEVA CONSTRUCCION EN LA ENM - MARIN -	
	PROYECTADO POR: M. RUIZ RUIZ-ANDREU <small>e-mail: mruiz@andreu.ferrologia.net</small>	PLANO DE: ESTADO ACTUAL.SUPERFICIES
REFERENCIA	FECHA MARZO 2015	PROMOTOR: CUD-ESCUELA NAVAL MILITAR
		ESCALA 1:100

3.5.6 Diagrama Relacional de Actividades.

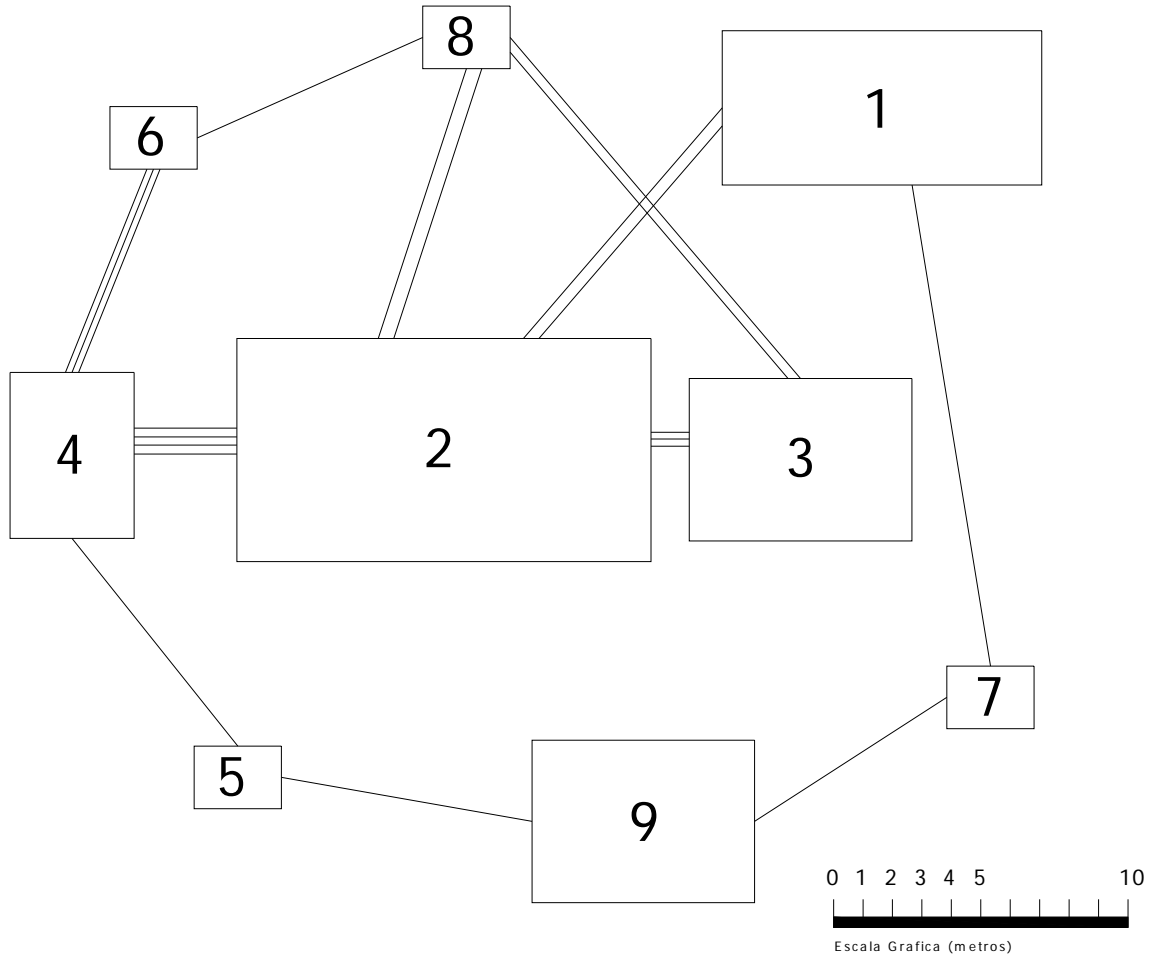


Fig. 3.5.6.1 Diagrama relacional de Superficies

3.5.7 Propuesta de soluciones y selección de la mejor Distribución en Planta

El Diagrama Relacional cumple las condiciones impuestas en la Tabla Relacional y partiendo de él se procede a diseñar las distintas soluciones.

Solución 1.- Se obtiene siguiendo estrictamente el Diagrama Relacional de Superficies. Aparece una distribución en planta de forma irregular y desordenada, en la que la mayor parte de departamentos giran en torno al garaje de trabajo.

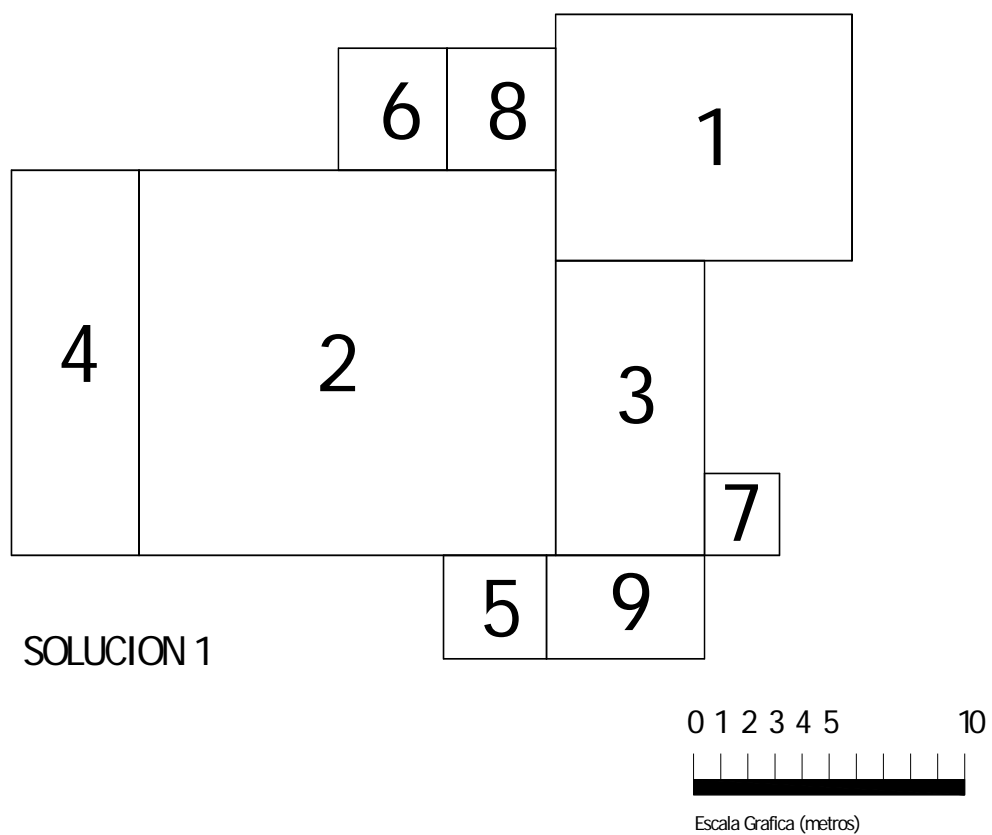


Fig. 3.5.7.1. Esquema de Solución 1

Solución 2

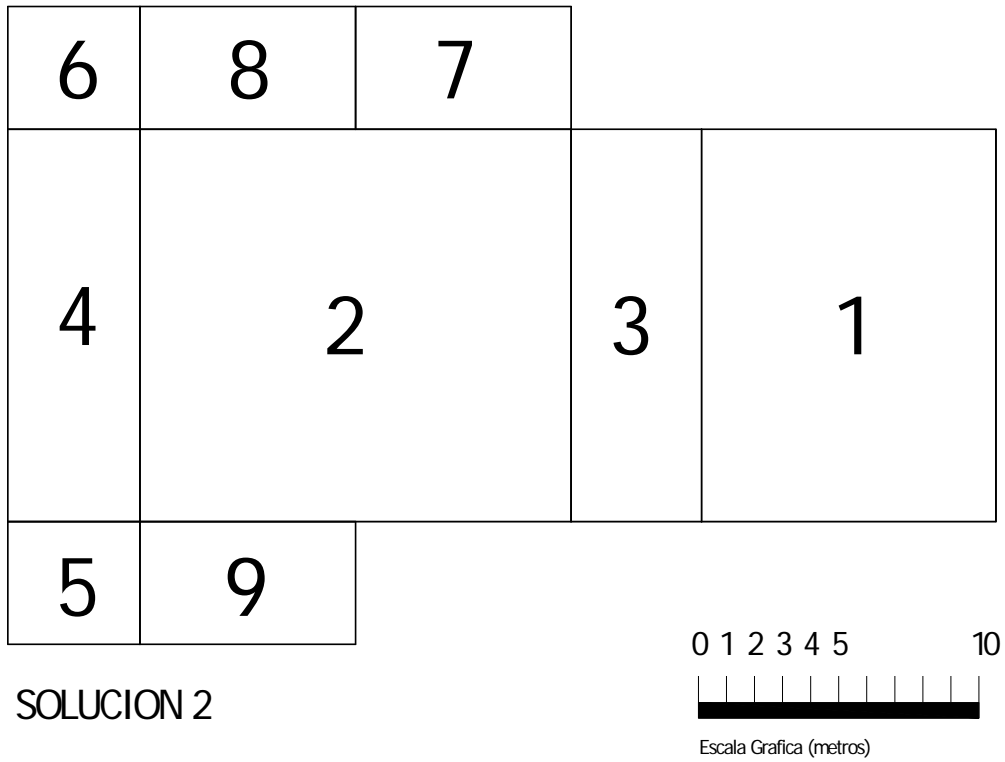


Fig. 3.5.7.2. Esquema de Solución 2

Solución 3

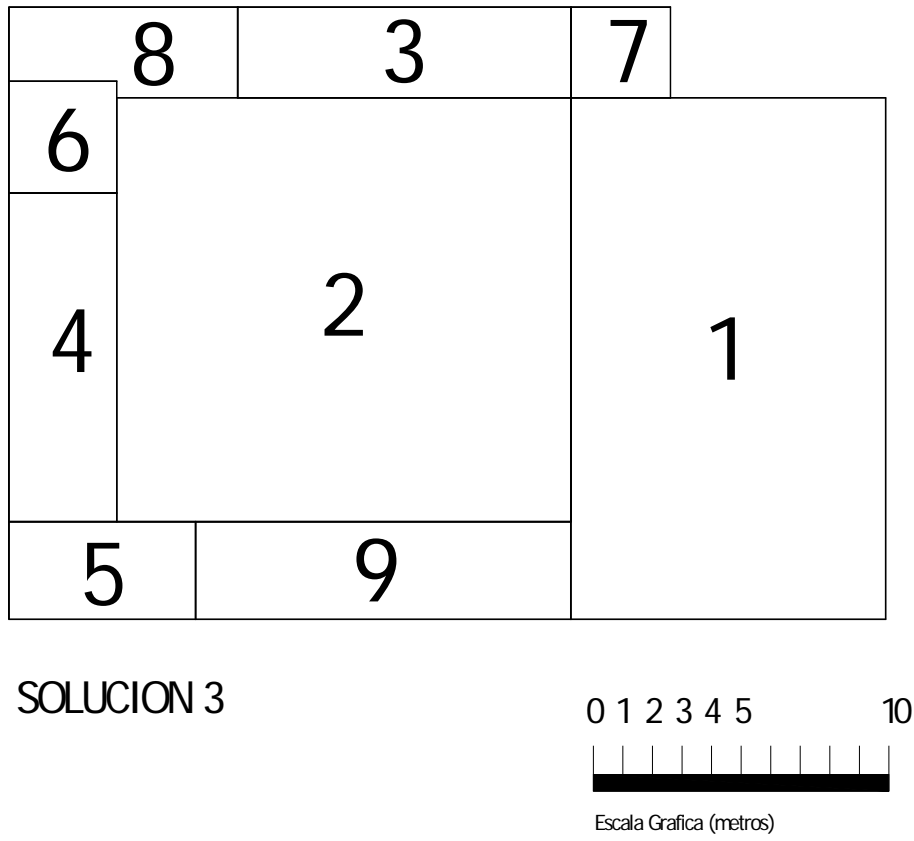


Fig. 3.5.7.3. Esquema de Solución 3

4. RESULTADOS

Los resultados obtenidos de la aplicación de la metodología SLP serían los expuestos a continuación:

La nueva distribución intenta mostrar el efecto que esta genera o ejerce en el trabajo de las personas, en cuanto a su productividad. El diseño de una planta más abierta sin muchas paredes y muros divisorios es la más apropiada para facilitar la comunicación entre los operarios y encargado.

La obtención de soluciones es un proceso que exige cierta creatividad y debe desembocar en alguna propuesta como la reflejada al final del desarrollo. Los resultados que obtenemos una vez realizados los diagramas, habiendo estudiado su diagrama de recorrido y una vez analizadas las distintas necesidades de proximidad entre las distintas secciones se observa que:

-Como se encuentra actualmente el garaje de trabajo y el de piezas sueltas deben permanecer muy próximos, ya que se acortan los traslados de piezas del elevador o el foso al mismo taller, y que además al cumplir el principio de menor distancia recorrida colaboramos con la seguridad del trabajador al evitar largos recorridos con posibles piezas que puedan ser pesadas.

-Secciones como la de repuestos y el pañol deben situarse muy próximas tanto al garaje de trabajo como al taller de piezas, ya que con la actual estructura, los trabajadores han de recorrer una larga distancia si necesitan el recambio de una pieza, coger un recambio de aceite o disponer de un neumático.

-El lugar de trabajo del encargado se propone en una situación más céntrica, situado cerca del área de trabajo, desde la cual el jefe puede ejercer su función directiva a pie de del taller, ya que su situación actual se encuentra bastante separada de dicha área y tampoco dispone de visión directa debido a la existencia de la pared que separa taller y garaje de trabajo. Como ya se mencionó una distribución puede influir considerablemente en la facilidad y calidad de la supervisión.

-Se propone también como novedad siguiendo el principio de ahorro de área ocupada, situar las oficinas situadas en el piso superior colindantes a la nueva situación del encargado para favorecer la comunicación y la cooperación entre la labor de dirección y la de gestión de las oficinas. Se contempla la existencia de ruido cerca de la zona de trabajo, pero se puede abrir una nueva línea futura de posibles habitáculos insonorizados.

-Puesto que el uso del taller que se encuentra actualmente enfrente del encargado prácticamente se usa para guardar vehículos de representación, se propone un cambio de emplazamiento del mismo y una reducción de su superficie total, de manera que esta favorezca en área total al garaje de estacionamiento, de forma que ese área persiste para vehículos más representativos, pero de manera más ordenada y de fácil acceso

-Otra de nuestras soluciones es la suprimir la división que existe por la existencia del muro que divide taller y garaje de trabajo de manera que el diseño de la planta será más abierto. Aquí vemos que se puede abrir otra posible línea futura desde el punto de vista estructural, abierto a la remodelación del garaje o a la construcción de uno nuevo.

-Situaremos los servicios en un punto que equidiste prácticamente igual de todas las zonas de trabajo y en una zona más exterior.

-Se reduce de manera poco significativa el área del taller de piezas sueltas con el objeto de disponer paños y repuestos juntos y situados en torno al garaje de trabajo y a dicho taller.

-De manera que concluyendo podemos decir que obtenemos una planta más abierta que favorece la cooperación y elimina barreras para la comunicación cara a cara. Aumentamos la seguridad del trabajador puesto que ahorramos pasos por zonas en las que puede haber herramientas por el suelo y propiciar algún accidente.

Se eleva la satisfacción del trabajador al encontrarse trabajando en una planta mejor distribuida y ordenada, alcanzando una labor de supervisión más fácil y más cercana al encargado del parking ya que no tiene que hacer grandes desplazamientos para encontrarse en el área de trabajo.

5. CONCLUSIONES Y LÍNEAS FUTURAS

5.1.- Conclusiones

El SLP ha sido la metodología mundialmente más reconocida y más utilizada para la resolución de problemas de distribución en planta a partir de criterios cualitativos, a pesar de que fue ideada para el diseño de todo tipo de distribuciones en planta indistintamente del tipo que fueran.

Las propuestas metodológicas anteriores al SLP son simples e inconclusas y las desarrolladas más adelante son variantes este método y no han logrado el grado de aprobación de la de Richard Muther.

La aceptación del SLP es a nivel mundial, y la repercusión que ha tenido, ha sido la causa de que no haya habido apenas investigaciones de relieve posteriormente. Los siguientes estudios, se han centrado en la generación de alternativas de distribución y la evaluación y selección de las mismas.

El diseñar primero todo sin tener en cuenta los detalles, es decir, centrarse en el flujo principal de movimientos en primer lugar, sin fijarse en como esta ordenada físicamente. Esto nos permite obtener un modelo claro y preciso de la distribución que queremos encontrar sin las limitaciones o restricciones que puedan limitar nuestras capacidades de diseño.

No debemos seguir pasos improvisados a la hora del diseño de la distribución, debemos de contar con las metodologías y técnicas idóneas, como el SLP, con el fin de lograr una organización lo más eficiente posible de cada uno de los factores que afectan a nuestra planta y de esta manera optimizar tanto espacio y dinero.

Tenemos que tener claro que la correcta distribución no es solamente tarea del ingeniero o del diseñador que esté al cargo. Sino que se trata de una tarea de todos en conjunto, el compromiso y la actitud proactiva por parte de los miembros se hace imprescindible para alcanzar los objetivos deseados.

Es de vital importancia nunca caer en el error de que la única meta es el incremento de la productividad y reducir costos, sino que debemos tener siempre en mente el factor humano, ya que una correcta distribución en planta mejorará la calidad de vida de los trabajadores y consecuentemente su rendimiento y condiciones de trabajo.

Una conclusión a tener en cuenta es que un proyecto de este tipo es una gran oportunidad que se nos brinda para eliminar ciertas costumbres arraigadas que se dan en muchos sitios porque siempre se han realizado de ese modo, ya que perjudicaran las operaciones. El principal reto para el cambio es concienciar a los trabajadores de que se puede acabar con hábitos de prácticas no tan eficientes y que mejoren la calidad y condiciones de su trabajo.

La mejor manera de recibir el apoyo y la participación de cada uno de los trabajadores, es hacer que se sientan parte de nuestro nuevo proyecto, deberemos pedir el punto de vista e ideas de aquellos que deseen aportar cosas a nuestra nueva distribución.

A la hora de presentar nuestro diseño y nueva distribución con el fin de convencer a la dirección se deberá hacer eso de los mejores recursos tecnológicos que se disponga, se deben añadir simulaciones por computador, planos elaborados con programas de diseño asistido por ordenador (CAD) y no escatimar recursos en nuestra presentación.

5.2 Líneas futuras

Con el TFG realizado pueden abrirse nuevos horizontes para el futuro. Este ha sido pensado y diseñado desde el punto de vista analítico, hemos procedido al estudio de la distribución y hemos aplicado nuestra metodología pero sin tener en cuenta el punto de vista económico, así que se podría dar un estudio de viabilidad en cuanto al diseño que hemos propuesto.

También se podría combinar con otros tipos de futuros proyectos, involucrados en el área de la construcción, como una nueva ubicación y construcción de un nuevo garaje en la ENM o un proyecto de estudio de acústica para habilitar y mejorar las condiciones de trabajo de unas posibles oficinas en su interior.

5.2.1 Empleo de algoritmos para el diseño de la distribución en planta

Como líneas futuras también se abre la opción para futuros estudios de distribución en planta el uso de ordenadores ya que estos pueden constituir una gran ayuda en muchos momentos y concretamente el uso de algoritmos que nos generan soluciones automáticas. Algunos de ellos llegan a obtener una distribución esquemática. Entre ellos podemos encontrar dos tipos, algoritmos de mejora y algoritmos constructivos

Algoritmos de mejora: El primero de los algoritmos de mejora es el CRAFT, En el caso del CRAFT, el contorno del edificio debe ser rectangular, pero la posibilidad de introducir centros de actividad ficticios y de fijar la posición de cualquier centro permite tratar edificios de formas cualesquiera. CRAFT calcula para la distribución de partida, las distancias entre los centros de las áreas dedicadas a cada actividad (considerando una distancia rectangular) y, a partir de ellas, el costo de los movimientos. Después en cada iteración, el algoritmo considera, para los centros de actividad susceptibles de desplazamiento, sus posibles intercambios con otros y calcula, para cada uno de estos intercambios potenciales, la variación del costo. Si ningún intercambio produce una reducción de costo superior a un cierto valor, el algoritmo termina, si no, realiza el intercambio y se obtiene una nueva solución, a partir de la cual se sigue iterando [2].

El mayor inconveniente de CRAFT es que proporciona soluciones poco realistas, con líneas de separación poco regulares que dan lugar a formas difíciles de llevar a la práctica. Normalmente es obligado a proceder a ajustes manuales, pero esto puede resultar a veces demasiado complicado.

Algoritmos constructivos: Dentro de este tipo caben, al menos, dos enfoques básicos que se pueden presentar a través de los algoritmos más conocidos de cada uno de ellos son CORELAP y ALDEP

CORELAP

Empieza calculando para cada centro de actividad la suma de las evaluaciones de su relación con cada una de las demás. De esta forma, sitúa las actividades “más relacionadas” y entonces agrega progresivamente, en base a las tasas de cercanía deseadas, otras actividades a la disposición hasta que son puestas todas las actividades.

Este presenta inconvenientes y es que la solución obtenida se caracteriza por la irregularidad de las formas. Puede llevarla a hacer impracticable, salvo ajuste manual.

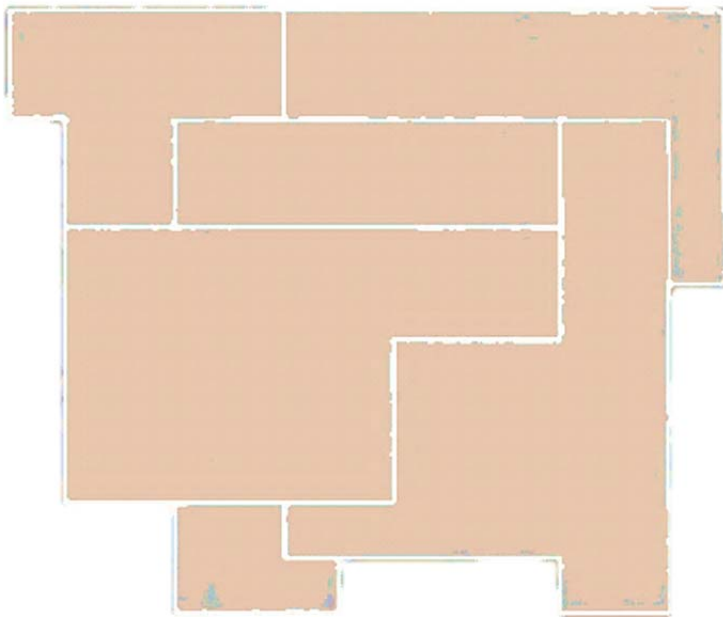


Fig. 5.2.1.1. Una primera solución obtenida según Algoritmo CORELAP [2].

ALDEP

Este enfoque permite superar esta grave dificultad del anterior algoritmo. Los datos para ALDEP incluyen la forma del edificio y la posición de elementos fijos.

Considera el edificio dividido en franjas. Selecciona al azar y sitúa la primera actividad en el rincón noroeste. Las actividades siguientes son seleccionadas y puestas: con forma a la proximidad deseada o, si no se haya relación significativa al azar

La mayor limitación es que la solución obtenida depende de la actividad que se coloca primero, por lo que se debe probar con varias opciones distintas [2].

6. BIBLIOGRAFÍA

- 1] R. Muther, Distribución en planta, Barcelona (España).: Hispano Europea.
- 2] J. y. C. A. Vallhonrat, Localización, Distribución en Planta y Manutención., Barcelona: Marcombo Boixareu Editores, 1991.
- 3] Salvendy. Biblioteca del Ingeniero industrial, Editorial Ciencia y técnicaS.A.
- 4] Trujillo, Juan José. Elementos de Ingeniería industrial, Editorial Reverte.
- 5] Taylor, Frederick. Principios de la Administración Científica, Editorial Herrero Hermanos, 1991.
- 6] Wright, Paul H. introducción a la Ingeniería, Editorial Pearson Educación, 1999.