



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL

**FACULTAD DE INGENIERÍA MARÍTIMA, CIENCIAS
BIOLÓGICAS, OCEÁNICAS Y RECURSOS NATURALES**

**APLICACIÓN DE TECNOLOGÍAS DE PROCESOS NO CONVENCIONALES
PARA MEJORAR LA PRODUCTIVIDAD DE LA OPERACIÓN DE UN
BUQUE DE PESCA PELÁGICA DE CERCO**

TESIS DE GRADO

Previa la obtención del Título de:

INGENIERO NAVAL

Presentada por:

José Eduardo Correa Crespo

Guayaquil – Ecuador

2014

AGRADECIMIENTO

A mis Padres por la educación que me brindaron y al M.Sc. Patrick Townsend quien me orientó en la presente tesis.

DEDICATORIA

La presente tesis se la dedico a mi Esposa, a mis Profesores de la ESPOL, a mis familiares y a los amigos que me acompañaron durante mis años de estudios.

DECLARACIÓN EXPRESA

“La responsabilidad del contenido de esta Tesis de Grado, me corresponde exclusivamente; y el patrimonio intelectual de la misma a la Escuela Superior Politécnica del Litoral”.

(Reglamento de Exámenes y Títulos profesionales de la ESPOL)

José Eduardo Correa Crespo

TRIBUNAL DE GRADO

Ing. Cristóbal Mariscal
Presidente del Tribunal

Ing. Patrick Townsend Valencia
Director de Tesis

Ing. Marco Velarde
Miembro Alterno

ÍNDICE GENERAL.

INDICE GENERAL	I
INDICE DE FIGURAS	III
INDICE DE TABLAS.....	IV
SÍMBOLOS Y ABREVIATURAS	V
RESUMEN	VI
INTRODUCCION	VIII
Capítulo 1: PROBLEMÁTICA DEL SECTOR PESQUERO:	
ANTECEDENTES Y LEGISLACIÓN.....	1
1.1 El trabajo a bordo de los barcos pesqueros de especies pelágicas en Ecuador.....	1
1.2 Legislación Marítima aplicable a los barcos de pesca.....	7
Capítulo 2: PRESENTACIÓN DEL TIPO DE MODELO PRODUCTIVO A ESTUDIAR.....	
2.1 Descripción del trabajo de maniobras durante la faena de cerco de un buque pelágico.....	14
2.2 Limitaciones de las responsabilidades a bordo.....	27
2.3 Elaboración del modelo productivo.....	35
Capítulo 3: SELECCIÓN DE LAS HERRAMIENTAS PRODUCTIVAS NO CONVENCIONALES A APLICAR EN EL MODELO.....	
3.1 Selección de las herramientas productivas no convencionales a aplicar en el modelo.....	42

3.1 Presentación de algunos métodos de agrupamiento existentes.....	42
3.2 Exposición de métodos de similitud aplicables.....	47
3.3 Presentación de algunos métodos de secuenciación para nivelar la producción.....	52
3.4 Selección de los métodos y justificación.....	59
Capítulo 4: APLICACIÓN DE LOS MÉTODOS PRODUCTIVOS Y ANÁLISIS DE RESULTADOS.....	63
4.1 Aplicación del método de similitud seleccionado.....	63
4.2 Obtención de la secuenciación de la producción.....	75
4.3 Comentario sobre los resultados.....	87
5. Conclusiones y recomendaciones.....	100
6. APÉNDICE Y ANEXOS.....	103
7. BIBLIOGRAFÍA.....	111

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.1.- Maniobra de Cerco.....	6
Figura 2.1.- Buque en maniobra de cerco.....	15
Figura 2.2.- Área de maniobras.....	22
Figura 2.3.- Recogida de la anillas.....	22
Figura 2.4.- Distribución del área de maniobras.....	24
Figura 2.5.- Área de responsabilidades a bordo.....	28
Figura 2.6.- Ubicación del personal en la cubierta de maniobras.....	33
Figura 2.7.- Modelo productivo.....	38
Figura 3.1.- Layout celular (modificada de Groover y Zimmer, pág 278).....	44
Figura 3.2.- Matriz Clúster.....	45
Figura 3.3.- Ejemplo de Matriz de agrupamiento directo.....	46
Figura 3.4.- Matriz SLCA.....	49
Figura 3.5.- Matriz de similitud de Jaccard.....	51
Figura 3.6.- Algoritmo de secuenciación Toyota.....	55
Figura 4.1.- Agrupamiento lineal del modelo.....	64
Figura 4.2.- Dendrograma de similitud del modelo propuesto.....	74

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2.1.- Ubicación de los tripulantes en el área de maniobras.....	32
Tabla 2.2.- Actividades de los elementos del modelo.....	40
Tabla 4.1.- Interrelación entre elementos del modelo.....	67
Tabla 4.2.- Cálculo de los coeficientes X_i y X_j	69
Tabla 4.3.- Cálculo del coeficiente X_{ij}	72
Tabla 4.4.- Cálculo del coeficiente de similitud S_{ij}	73
Tabla 4.5.- Secuencia para el valor de $K=1$	82
Tabla 4.6.- Secuencia para el valor de $K=2$	84
Tabla 4.7.- Secuencia para el valor de $K=3$	86
Tabla 4.8.- Bloque de subsecuencias.....	88
Tabla 4.9.- Esquematización de la subsecuencia.....	98

SÍMBOLOS Y ABREVIATURAS

A_i	Tarea productiva
b_{ij}	Cantidad consumida del proceso por esa actividad.
C	Duración total de un ciclo de producción
K	Unidades del producto conseguido
$M\#$	Elemento del proceso productivo.
N_i	Cantidad del proceso que se va ejecutando para completar la producción total
Q_i	Cantidad de producción planificada del proceso M_i
T_i	Tiempo de ejecución del proceso M_i
Q	Cantidad total de producción
S_{ij}	Coefficiente de similitud de Jaccard
X_i	Coefficiente de fila
X_{ij}	Coefficiente interrelacionado
X_j	Coefficiente de columna
Σ	Sumatoria
\rightarrow	Secuencia

RESUMEN

Durante años, los barcos pesqueros de especies pelágicas con red de cerco, trabajan con una tripulación que oscila entre 18 y 22 personas, cubriendo puestos determinados típicos tales como el “winchero”, el “jaretero”, el “moñero” entre otros, no logrando las diferentes empresas pesqueras establecer procesos que fijen la ubicación y responsabilidades de cada tripulante a bordo.

En muchos casos, buques con sistema de Power block han mejorado sus condiciones de maniobra colocándoles haladores de red tipo Petrel que supuestamente permitirían una reducción del personal a bordo; no ocurriendo esto porque los capitanes o patrones de pesca no lo permiten justificando ellos la organización del personal en cubierta¹.

El rendimiento de la tripulación en embarcaciones pesqueras sigue siendo un tema sin resolver debido a la naturaleza diversa y multidimensional de la operación. Por regla general, el rendimiento es medido por los encargados de las flotas de acuerdo con lo que sucedió en el pasado y por lo que está sucediendo en el presente; de tal forma, que esta es la medida observable y cuantificable.

¹ Basado en comentarios de capitanes de pesca a bordo de la Flota Pesquera Polar, dichos en Octubre de 2012 previa a salida a faenas.

Se busca estudiar el desempeño, el rol y la cantidad de personas que laboran en la maniobra de pesca de cerco, considerando sus estaciones de trabajo de manera que se logre una disposición más eficiente.

Para conseguir este objetivo, se aplicarán métodos de análisis como los de agrupamiento, coeficientes de similitud y el problema del cuello de botella, para probarlos con criterios de clasificación y codificación de los puestos de maniobra mediante un método de persecución del objetivo seleccionado.

Se plantea aplicar el método del coeficiente de similitud de Jaccard, el árbol de decisión y el método de persecución del objetivo que sea de secuenciación. Todos estos sugeridos por el Director de Tesis, que orientará la previa investigación de los diferentes métodos existentes para poder justificar la aplicación de los mismos.

INTRODUCCIÓN

La ingeniería de fabricación o de manufactura, comprende una gama de materias y tecnologías que se fundamentan en lo científico-tecnológico.

En el caso de las fabricaciones mecánicas, esta lleva una transformación de carácter geométrico o de forma, de tal manera que en la presente tesis se considerará la fabricación en un sentido más amplio de acuerdo a sus dos niveles de integración como son la horizontal que incluye transportación y la vertical que incluye automatización de los procesos.

De observaciones a bordo de buques de pesca durante mi actividad profesional, he visto permanentemente cómo se cuestiona el trabajo a bordo, la cantidad de gente que va embarcada y los aumentos de salarios por la importancia de cada puesto.

Considerando que el barco pesquero de cerco valora el número de lances que hace en una noche, es decir un barco con “gente más capacitada” que en una noche hace 1 o 2 lances de red más que otro barco, obtiene mayor captura, mejor reconocimiento y por ende mayor rendimiento siendo felicitados por los armadores al final de la temporada de pesca.

Así que esta maniobra está relacionada directamente con la producción del barco, y es definitivamente un proceso productivo.

De tal forma que en la presente tesis, se va a ajustar el área de maniobras de un buque pesquero pelágico a un sistema abierto de entorno, es decir el conjunto de condiciones externas al sistema, que influyen en el desarrollo de una actividad determinada.

Pero, ¿Qué es el área de maniobras de un buque pesquero pelágico? Primero hay que definir como embarcación pesquera pelágica, a la que se dedica a la captura de sardina, macarela, jurel y otras especies pequeñas que nadan en grandes cardúmenes cerca de la costa a poca profundidad y a una velocidad aproximada de 6 nudos sin contar la corriente.

Cuando el buque mediante el empleo de equipos electrónicos determina la ubicación y rumbo del cardumen, procede a bajar la red y hacer un cerco con la misma para evitar que los peces escapen.

Allí en el área de la cubierta principal, los tripulantes ejecutan la tarea productiva de la embarcación, que es la de recoger la red otra vez a bordo del buque de la mejor forma y más rápida posible.

Es una tarea repetitiva que se ejecuta de igual forma en cada lance, y en la que los tripulantes distribuyen sus responsabilidades y obligaciones en un puesto del buque determinado.

Los capitanes de pesca, que son los encargados de dirigir las faenas y para este caso, la maniobra de recogida; dirigen su esfuerzo para observar y determinar cuáles son los tripulantes y personas que entorpecen, atrasan o facilitan esta maniobra.

En esta área de maniobra los cargos específicos más identificados son el de jaretero, que es la persona que controla la salida y la estiba de la jareta o cabo que cierra el fondo de la red, el popero, quien se encarga de la recogida del cable de la tira de popa que cierra el cerco; los wincheros que operan el winche principal; el anillero cuyo rol consiste en recoger las anillas del cabo de jareta mientras va subiendo la red; los estibadores de la red en popa de quienes también depende la velocidad con la que cae la red en la cubierta y el capitán de pesca, que opera los equipos oleo hidráulicos y es el que dirige toda la maniobra.

Por otro lado, la actividad en el área de maniobras cambia constantemente creando una situación dinámica.

Por ejemplo, uno de los roles a bordo el del jaretero, permanece todo el tiempo de la recogida de la jareta en el winche principal hasta que toda la jareta se encuentra a bordo y luego va a ocupar el puesto de pañero el cual corresponde a las personas que están estibando la red.

La maniobra de recogida de la red desde que cae al agua hasta que está embarcada, se puede ajustar de una forma más eficiente empleando los diferentes métodos productivos existentes, que considere la ejecución de cada tarea realizada por los tripulantes como la entrada y salida de un proceso.

Cada tarea va a depender del factor humano, que se refiere a todo lo relacionado con la formación y motivación de los tripulantes.

Se va a medir la capacidad productiva que puede ser obtenida en una unidad de producto que es la recogida de la red durante un cierto periodo de tiempo que corresponde al lance. Cómo este es muy repetitivo, es decir del tipo de configuración continua y en línea, es más representativo medir las unidades acabadas.

Con la optimización de esta capacidad productiva se puede lograr que todas estas actividades del proceso productivo de maniobras y manejo de

maquinaria, van a perseguir adicional a la organización, el aumento en la destreza de todos los tripulantes al estar bien definidos sus roles, un ahorro de tiempo derivado de la ausencia de rotación de tareas repetitivas y la posibilidad de mecanizar algunas tareas al simplificar las actividades a realizar.

Además, intervienen factores como la disminución en el tiempo de aprendizaje de una de las tareas y la posibilidad de encontrar el puesto más idóneo para las habilidades de cada persona.

Pese a que los buques de pesca de cerco tienen diferentes equipos de maniobras tales como, power block, sistema de halador y estibado hidráulico, pluma de maniobra de izada entre otros, los roles son los mismos en las diferentes maniobras; y cómo una prueba de ello se puede comentar que los buques con diferentes tipos de maniobra, operan en aguas Ecuatorianas con el mismo número de tripulantes a bordo y con los mismos cargos plenamente identificados.

La herramienta va a considerar métodos de simulación, métodos de organización y métodos de secuencia. Los métodos seleccionados se escogen luego de una descripción de las diferentes opciones que se tienen a la mano y que se ajusten más a este tipo de proceso.

Cuando se tenga el modelo de este sistema de producción a bordo del buque, se podrá cuantificar las mejoras en el proceso, ya que esta representación no es más que un conjunto de ecuaciones matemáticas de una serie de variables junto con las restricciones a la que está sometida.

Este ajuste permitirá tener una herramienta matemática que cuantificará el desempeño de la tripulación a bordo.

En la ingeniería, no gusta decir que se va a optimizar el proceso porque los métodos optimizadores son ideales, pero si decir que se va a encontrar un método más satisfactorio el cual corresponde a las soluciones heurísticas que consisten en métodos no convencionales para la optimización de procesos.

Capítulo 1

PROBLEMÁTICA DEL SECTOR PESQUERO: ANTECEDENTES Y LEGISLACIÓN.

1.1 El trabajo a bordo de los barcos pesqueros de especies pelágicas en Ecuador.

El Ecuador es un país pesquero por naturaleza, y ello se puede observar al realizar una visita a los diferentes puertos pesqueros ubicados de norte a sur en el litoral [7].

Los buques que operan en estos puertos son de tipo chinchorrero, cerquero, atunero, de línea o long line, transmallero, pomadero y de pesca artesanal con atarraya y caña.

Las embarcaciones con red de cerco para la captura de especies pelágicas, se encuentran ubicados principalmente desde el Puerto de Manta hasta Puerto Bolívar.

Las embarcaciones empleadas en el Ecuador, son de tipo de cerco sardina-anchoveteras con capacidad de captura con bodegas entre 15 y 350 toneladas de captura en parte refrigeradas y otra parte no.

Los rangos de potencia de los motores principales, lo cual es una referencia de la intensidad del trabajo, están en un rango entre los 235 HP y los 890 hp [7].

Con respecto a su tamaño por eslora, las embarcaciones se encuentran en el intervalo de mayores de 25 metros sin superar los 50 metros de eslora, según la base de datos del Instituto de Pesca².

Los tamaños de las redes son variables y generalmente están en función del tamaño de la embarcación. Su longitud armada fluctúa entre 366 y 840 m según el Instituto Nacional de Pesca del Ecuador. Así mismo su altura de trabajo está entre 40 y 100 m.

² <http://www.institutopesca.gob.ec/> Enero 2013

El sistema de pesca que tiene el buque de red de cerco de especies pelágicas, está integrado por equipos oleo hidráulicos, la red de cerco, el cabo de jareta y la panga o pangón.

Algunos buques tiene equipos de pesca más automatizados como el winche de combinación de cable, otros el sistema petrel para halado de la red que facilita el trabajo durante la captura y la recogida de la red. Otros buques en especial los artesanales, tienen equipos más manuales y el trabajo a bordo es más esforzado y en ciertas condiciones infrahumano [9].

Los buques cuentan con una habitabilidad en algunos casos subestándar, es decir, sin las condiciones de comodidad y confort adecuadas.

La mayoría no cuenta con sistemas de aire acondicionado para la temporada de Diciembre a Mayo, cuando la temperatura ambiente sobrepasa los 30 grados Celsius, y tampoco con protecciones para el frío durante los meses restantes del año en las cuales las temperaturas pueden estar abajo de los 22 grados centígrados y por efecto del viento se incrementa la sensación de frío.

Las literas y los espacios son ajustados a las dimensiones mínimas legales posibles, lo que afecta el descanso de los tripulantes ya que la incomodidad

no permite un descanso apropiado para recuperar energía después de las faenas de pesca.

Los tripulantes por lo general laboran durante toda la noche en intervalos no continuos dependiendo de si el Capitán de Pesca encuentra capturas o no. Adicional, durante el día debe cumplir los trabajos de mantenimiento de la nave que le sean exigidos o ayudar en la movilización de equipos, carga o insumos que son llevados a bordo por el personal que administra la flota.

Esto hace que los tripulantes de numerosos barcos que operan en el Puerto de Chanduy, Salango, La Libertad y Posorja [7], desembarque apenas el buque toca puerto, para regresar a embarcarse, al atardecer, a la hora convenida. Esto permite que el tripulante unas veces descanse en su hogar o se dedique a otras actividades lo que puede afectar su rendimiento a bordo.

Cuando las embarcaciones cuentan con un sistema de frío para conservación de la captura, la tripulación puede pasar hasta 3 días en altamar, donde se trabaja toda la noche y durante el día se proceden a realizar las guardias respectivas de mantenimiento.

En otras ocasiones, la pesca principalmente en los meses del verano, se ubica en caladeros muy distantes lo que permite que los barcos naveguen entre 4 a 8 horas de travesía permitiendo que los tripulantes descansen y tengan un mejor rendimiento.

En la Figura 1.1, se observa el buque en la maniobra de cerco, y puedo comentar en base a mi experiencia a bordo de los buques de pesca pelágicos, que es el momento de mayor trabajo, presión y actividad.

El trabajo a bordo para este tipo de buques, corresponde para algunos, laborar solo cuando se hace el cerco, otros como en el caso de los maquinistas cumplen horarios de mantenimiento y guardia en máquinas. Los tripulantes cumplen también guardias en cubierta para la limpieza de la nave y el control de la seguridad, ya que en las aguas del Golfo de Guayaquil principalmente hay muchas naves que suelen abordar los pesqueros en búsqueda de combustible, alimentos, agua u otro tipo de oportunidades.

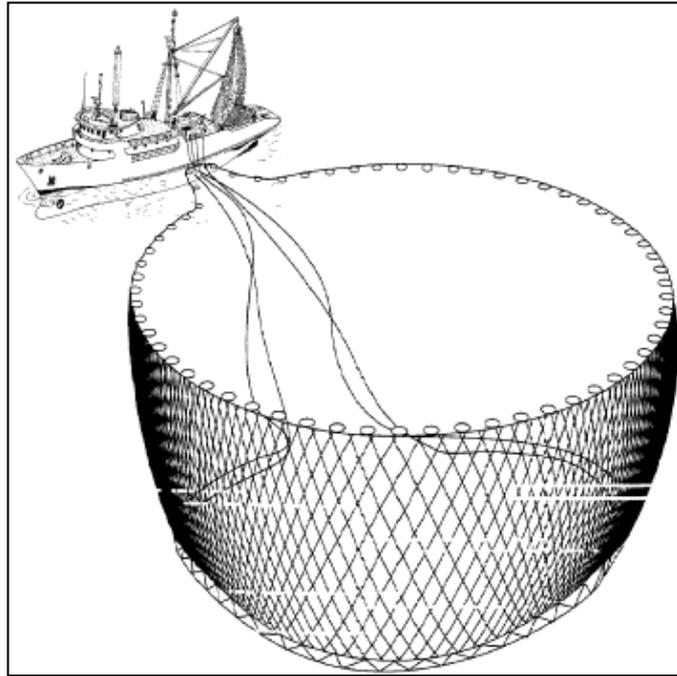


Figura 1.1.- Maniobra de Cerco

El Patrón Costanero, se encarga de navegar la embarcación a los caladeros y dirigir la maniobra de la nave durante la descarga de pescado. Durante la maniobra de la recogida de la red de cerco, opera la rueda del timón para que el buque no se entrampe con la red, y hace la maniobra de sacada y recogida del manguerón de pescado que succiona la captura a las bodegas.

El Cocinero se encarga de las tres comidas al día, y dependiendo de las maniobras que se realicen en la noche, prepara una cena en la madrugada para que los tripulantes tengan mayor energía y rindan.

El trabajo es de fuerza durante la maniobra de cerco, y los equipos automatizados lo que hacen es facilitar el tiempo de maniobras, a pesar de

esto la tripulación no está exenta de halar cabos, cargar anillas, tener que desenredar la red, lanzarse al agua para coser agujeros en la red y otros.

Todos los tripulantes están sometidos a la presión del capitán de pesca, sus gritos y sus insultos, pese a que las actuales leyes del Ecuador, en cuanto al trabajo y a las condiciones laborales, ya no permiten este tipo de trato todavía ocurren.

1.2 Legislación Marítima aplicable a los barcos de pesca.

La Organización Internacional del Trabajo [8], [9], de la cual el Ecuador es signatario, regula o de alguna forma intenta regular la labor de los pescadores en los barcos pesqueros.

Así, en Las Condiciones de Trabajo del Sector Pesquero [9], se define esta relación del trabajo de la siguiente forma: *“La relación de trabajo para la mayor parte de los pescadores y armadores de buques pesqueros es distinta de la que tienen los trabajadores de tierra y, con frecuencia, otros trabajadores marítimos”*.

Con esto queda claro que la aplicabilidad de condiciones en una oficina de un banco por ejemplo, no va a ser la misma que a bordo del buque pesquero,

debiendo contar en ambos casos con las mínimas condiciones de confort y seguridad necesarios para el ser humano.

Está escrito en el Convenio de la OIT sobre el alojamiento de la tripulación (pescadores), 1966 (núm. 126), se estipula, en el artículo 1, *que “se aplica a todos los barcos y buques, de cualquier naturaleza que sean, de propiedad pública o privada, de navegación marítima, propulsados mecánicamente, que se dediquen a la pesca marítima en aguas saladas y que estén matriculados en un territorio para el cual esté en vigor el presente Convenio”*

La OIT también hace referencia a las condiciones contractuales [9]: *“Si bien hasta cierto punto se ha logrado que los pescadores tengan acuerdos contractuales estables y oficiales similares a los de los trabajadores de tierra firme, en muchos casos no ha ocurrido así. Entre ellos se encuentran los pescadores independientes, los empleados de las empresas pesqueras de muy pequeño tamaño que emplean a uno o dos pescadores de forma habitual o esporádica, y los pescadores que no tienen ninguna relación de trabajo formal con su empleador. Muchos pescadores están contratados sólo de manera parcial en el sector de la pesca y obtienen el resto de sus ingresos de la agricultura o de otras ocupaciones”.*

Esta inestabilidad que describe la OIT y que la regula, no se cumple en el medio pesquero, ya que los trabajadores por un error durante la maniobra pueden ser despedidos o cambiados de buque.

Adicionalmente, cuando los barcos van a largos procesos de mantenimiento, la tripulación muchas veces queda cesante o se busca trabajo en otra embarcación dándose esta inestabilidad.

En la legislación, también se habla de la pesca artesanal [9]: *“En las zonas costeras de los países en desarrollo, aunque hay importantes actividades de pesca industrial, la mayor parte de los pescadores trabajan en el sector artesanal en pequeña escala. Un pescador puede ser el propietario o miembro del mismo hogar que el propietario, tener otro tipo de acuerdo tradicional a largo plazo con éste o ser un trabajador ocasional sin ningún vínculo especialmente sólido con él”.*

El pescador artesanal, es el menos protegido de los pescadores y trabaja en condiciones inhumanas. Por la experiencia personal visitando barcos en caladeros, algunos pequeños buques de cerco apenas si tienen un baño y la tripulación debe asearse en cubierta a la intemperie. Esto ocurre porque los dueños son los mismos artesanos no preparados y manejan la embarcación no como una pequeña empresa sino como su “hacienda personal”.

Para los países desarrollados, que también tiene su aplicación en el Ecuador menciona la OIT lo siguiente [9]: *“En los países desarrollados, muchos pescadores están también empleados en el sector de la pesca en pequeña escala y pueden trabajar con contratos de trabajo informales u ocasionales. En los países donde la relación entre empleador y trabajador está normalmente reconocida por la legislación, los pescadores pueden estar excluidos de dichas disposiciones debido al sistema de reparto característico del sector de la pesca. Esta exclusión puede dar lugar a dificultades para obtener el seguro de desempleo, asistencia sanitaria y otras prestaciones de que disfrutaban muchos trabajadores de tierra”*.

En la realidad, no se cumple esta legislación, ya que los pescadores trabajan cortos periodos. Por ejemplo durante la veda de la sardina y las especies pelágicas³, los meses de marzo y septiembre, los trabajadores no reciben remuneración alguna y buscan otras fuentes de ingreso para subsistir. Muchos de ellos parten al campo a la cosecha de café o a la siembra de especies de la temporada, y en numerosas ocasiones que ya no regresen al mar por otro largo periodo.

En cuanto al sistema de paga o de reparto de las utilidades de la pesca, la OIT dice al respecto [9]: *“El sistema tradicional de remuneración en el sector*

³ <http://www.institutopesca.gob.ec/> Enero2013

de la pesca es el reparto de las capturas. La tripulación y el armador deben cubrir conjuntamente ciertos gastos de explotación, que se deducen de los beneficios brutos obtenidos con la venta de las capturas. Los beneficios netos se dividen luego entre el propietario del barco y los miembros de la tripulación, de acuerdo con una fórmula previamente establecida. Los riesgos se comparten entre el propietario del barco y los miembros de la tripulación. Algunas veces, la remuneración de los pescadores está basada en una proporción de las capturas, pero con la garantía de un salario mínimo. Los ingresos de los pescadores siguen dependiendo del volumen de las capturas y de los beneficios derivados de su venta, pero el reparto suele hacerse normalmente antes, y no después, de la deducción de los costos de explotación”.

El salario regular no está estipulado en Ecuador. Todos los pescadores ganan su porcentaje de pesca de acuerdo al cargo y a la dificultad de su tarea. Incluso el pago no va de acuerdo al grado de instrucción y muy pocas veces es reconocida la matrícula de a bordo como un incentivo a la paga.

Vale más la fuerza y la astucia que la instrucción de escuela, siendo esta una realidad que la he vivido en la experiencia en los barcos pesqueros y que distará mucho de cambiar porque los mismos pescadores entre ellos se lo aplican.

Todos ganan por su trabajo, y quien no pesca una noche no gana, es por esta razón que cuando un pescador se enferma, este bordea la miseria muchas veces ya que por su idiosincrasia no tienen la cultura del ahorro.

En cuanto a las Condiciones de vida y de trabajo en el mar, se tiene lo siguiente [9]: *“La pesca implica un riesgo que normalmente no existe en los empleos terrestres: la plataforma de trabajo casi nunca está inmóvil. El mismo tipo de actividad en tierra, por ejemplo el eviscerado o fileteado manual del pescado, puede ser peligroso si el operador pierde el control del cuchillo. En el mar, es doblemente peligroso, sobre todo cuando las condiciones atmosféricas son poco favorables. Además, los pescadores no tienen normalmente un horario de trabajo fijo y, una vez que el barco comienza a pescar, los períodos de descanso son poco frecuentes hasta que el patrón considera que se ha capturado y almacenado suficiente pescado. Luego, de regreso hacia el puerto los mismos miembros de la tripulación tienen que limpiar la cubierta y hacer guardias. De vuelta ya en el puerto, las capturas tienen que descargarse y hay que preparar el barco para el próximo viaje”.*

Esto corrobora lo mencionado en el punto 1.1, cuando se describió el tipo de comodidad y situación en los camarotes de los barcos, así como los tiempos de descanso.

Con los antecedentes antes descritos, resulta interesante modelar el proceso productivo a bordo del buque pesquero, ya que esto ayudará a definir la importancia de cada trabajador y su participación.

Esto ayudará a definir su paga, su tiempo de trabajo, su reemplazo y demás actividades dentro de lo que se considera un modelo productivo.

Capítulo 2

PRESENTACIÓN DEL TIPO DE MODELO PRODUCTIVO A ESTUDIAR

2.1 Descripción del trabajo de maniobras durante la faena de cerco de un buque pelágico.

Un buque de pesca de cerco pelágico, por lo general es un barco de madera o acero, que posee una red como su nombre lo dice: de cerco.

La distribución típica que se va a considerar, es la mostrada en la Figura 2.1, en la cual se observa un buque en maniobras con sus equipos de izada de la red a estribor, la superestructura a proa y la cubierta de pesca o de estiba de la red a popa. En algunas oportunidades los equipos de izada pueden estar a babor pero esto no es muy común en nuestro medio ni será tomado en cuenta para este estudio.



Figura 2.1.- Buque en maniobra de cerco

El buque considerado, va a ser de tipo power block, donde se realiza en la maniobra la respectiva moña, que es izar tramos de la red durante la maniobra con un estrobo o cabo circular, para ser llevada la misma al halador.

Este halador o power block no es más que una polea de fuerza, generalmente oleohidráulica, que estiba la red ayudado por los tripulantes.

Se maneja desde una consola de mando, comúnmente ubicada en el entrepuente mirando hacia la popa de tal forma que tiene una vista completa sobre toda la maniobra del buque. Allí se posiciona el capitán de pesca para dirigir la maniobra y operar la consola que mueve el power block.

El capitán de pesca, da sus órdenes pero no cambia por lo general de puesto a los tripulantes, es decir, alguien que está estibando la red no es común mandarlo al winche porque no tiene la experiencia ni la capacidad para hacerlo. O simplemente, no va a arriesgar equipos que cuestan decenas de miles de dólares para que se cometa una equivocación.

Estos barcos por lo general llevan la siguiente tripulación a bordo, que corresponde a un total de 18 personas con ocupaciones claramente definidas.

- a) Capitán pescador, el cual es el responsable de hacer pesca, controlar el manejo y la seguridad de la tripulación. Debe estar presente durante el lance, la cala y la maniobra de recogida de la red.

Por lo general, el perfil del capitán de pesca es el de un jefe de cubierta que por su experiencia ascendió a capitán de pesca. De tal forma que el emplea lo que vio en sus trabajos anteriores a bordo para mejorarlo y usarlo siendo pocos los cambios que ocurren a bordo.

- b) Capitán costanero, quien responde ante la autoridad marítima por el buque, navega al caladero y ocupa una posición sin importancia

durante la maniobra de pesca ya que solo estiba el manguerón que absorbe el pescado a bordo.

De tal manera, que él no participa en la maniobra de recogida de la red ni de la captura.

- c) Tecnólogo pesquero, quien hace las veces de administrador del buque y durante la maniobra de cerco opera los equipos de radio y observa que no se de robos a bordo de la embarcación o ventas ilegales de pesca.

No tiene participación significativa en lo que es la maniobra de recogida de la red de cerco, por lo cual no se tomará en cuenta en el modelo productivo.

- d) Jefe de cubierta, comúnmente llamado moñero, quien es el segundo al mando de la tripulación encargada de la maniobra y durante la recogida de la red maneja el estrobo que sube la red a la borda, resuelve problemas y hace las veces del capitán si la situación así lo requiere.

Adicional dependiendo de los problemas que ocurran a bordo, debe estar capacitado para suplir cualquiera de los puestos de los tripulantes durante la maniobra de recogida de la red.

- e) Panguero, quien se encarga del mantenimiento y la operación de la panga durante el cerco y la recogida de la red. Este duerme en la panga toda la noche, listo para ser soltado al inicio del lance.

Su trabajo principal durante la recogida de la red es el de mantener el buque fuera del cerco, ya que las corrientes marinas pueden empujarlo hacia la hélice y enredarse la red o los cabos con la misma. El panguero no colabora directamente con la maniobra de lance, recogida y subida de la pesca, en realidad colabora directamente con el cerco e indirectamente con las otras situaciones.

- f) Cocinero, encargado de alimentar a la tripulación. Durante las maniobras de faenas no cumple ningún rol a bordo y por lo general se encuentra descansando o preparando alimentos para la media noche.

Por su condición de trabajo dedicado solo a las tareas en el interior de la superestructura o caseta, dentro de los buques pesqueros pelágicos no existe la posibilidad de que labore en las maniobras o apoye a la

maniobra de recogida de la red de cerco. De tal forma que su aportación a este trabajo, no es directa ni indirectamente durante toda la faena de pesca.

- g) Maquinista, quien por lo general debe trabajar en el anillero, es decir sacar las anillas del cabo de jarete durante la recogida de la red a medida que va subiendo el mismo.

Durante las maniobras de lance, recogida y subida de la pesca, no cumple labores en máquinas a menos que la situación lo requiera por alguna emergencia. Como se mencionaba anteriormente, la “idiosincrasia” del medio pesquero, no lo mantiene en sala de máquinas durante las faenas porque considera que es peligroso estar “abajo en máquinas” porque si el barco durante la escora de la maniobra tiene peligro de hundirse, le resultará muy difícil salir de este compartimento.

- h) Motorista, que permanece a la supervisión de la maquinaria del buque y no participa en las maniobras de lance, recogida y subida de la captura. Es el segundo al mando en máquinas, y cumple estrictamente las órdenes del maquinista.

- i) Aceitero, quien asiste en el winche para maniobrar el cable de la tira de popa y poder hacer que este se vaya recogiendo y jalando el cabecero de proa de la red cumpliendo las órdenes del maquinista. Este trabajo permite que el cerco se cierre rápido de forma superficial y no se escape la captura.

- j) Jaretero, que debe estibar la jareta en la cubierta y en el rollo cuando el tiempo lo permite. Durante el lance, maniobra el freno para que la jareta no se enrede en el carrito por la velocidad a la que va saliendo.

- k) Popero, que debe estibar el cable de la tira de popa en el carrito. Durante el lance, maniobra el freno para que la jareta no se enrede en el carrito por la velocidad a la que va saliendo.

- l) Winchero, que se dedica a manejar exclusivamente el winche principal para subir la jareta y apoyar al aceitero. Este trabaja en concordancia con el anillero para que la maniobra de recogida se realice con normalidad y permite que el cerco se cierre rápido en el fondo y no se escape la captura.

- m) Estibador 1, estiba la red en popa.

- n) Estibador 2, estiba la red en popa y asiste a medida que se lo necesite a problemas de rotura de la red en el agua siendo estos casos fortuitos.
- o) Estibador 3, estiba la red en popa y envía señales luminosas al panguero a orden del moñero si la situación lo amerita.
- p) Estibador 4, estiba la red en popa y ayuda al panguero cuando necesita realizar maniobras con los cabos, asegurar el buque o le falta algún insumo.
- q) Estibador 5, estiba la red en popa y eventualmente ilumina al panguero por si la situación lo amerita.

En la Figura 2.2 y la Figura 2.3, se observan diferentes situaciones a bordo durante la maniobra.

En ella vemos los tripulantes realizando sus labores con sus vestimentas adecuadas, ocupando sus puestos de trabajo, desempeñando sus responsabilidades y reduciendo el tiempo de recogida de la red, el cual es el objeto de estudio.



Figura 2.2.- Área de maniobras



Figura 2.3.- Recogida de la anillas

Para considerar en la presente tesis los tiempos de maniobras, que están relacionados con los tiempos de trabajo, se van a ajustar al reglamento signado por la República del Ecuador con la Organización Internacional del Trabajo OIT, Capítulo V⁴ menciona: *“Las leyes y reglamentos, e incluso los convenios colectivos, que se refieren, por ejemplo, a la jornada de ocho horas o a la semana de cuarenta horas no parecen abordar el problema del número excesivo de horas de trabajo (y, por lo tanto, la fatiga), pero establecen una distinción entre las horas trabajadas con una remuneración normal y las remuneradas como horas extraordinarias. Esta legislación parecería ser eficaz únicamente para los barcos de pesca que emplean pescadores cuyo salario se fija por horas, al menos parcialmente, y no ofrece gran protección para los pescadores que trabajan con arreglo al régimen de reparto”*.

Es decir, se tomarán las responsabilidades actuales de los barcos pesqueros pelágicos que realizan faenas de pesca en Ecuador.

El área de producción o maniobras a considerar en la presente tesis se muestra en la Figura 2.4

⁴ OIT, “Informe V (1): Condiciones de trabajo en el sector pesquero”. Conferencia Internacional del trabajo, 92ava reunión Ginebra Suiza. 2004. Extraído el 3 de Noviembre a las 22h42 desde el link <http://books.google.com.ec>.

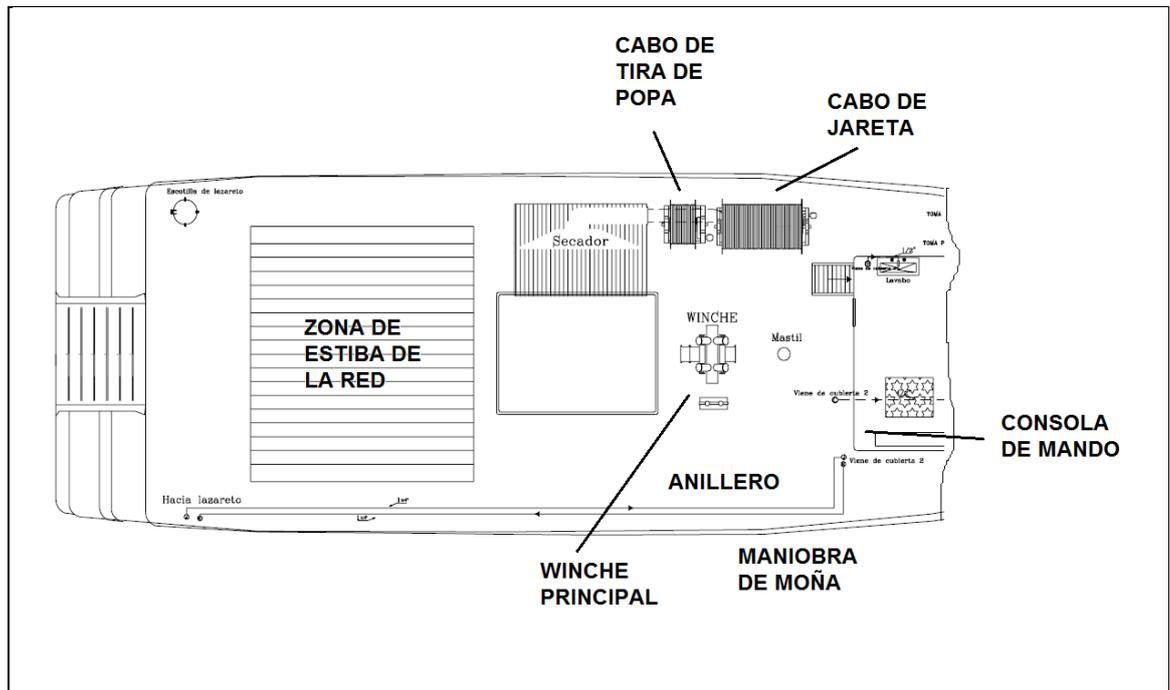


Figura 2.4.- Distribución del área de maniobras

Esta área de maniobras corresponde a la cubierta de popa detrás de la superestructura de un buque pesquero con maniobra de Power block, en la que se puede identificar:

- El rollo del cabo o cable de tira de popa
- El rollo del cabo de jareta.
- El winche principal de pesca.
- El pescante de estribor conocido como el anillero.
- La zona de maniobra de la moña
- La consola de equipos oleohidráulicos.
- La zona de estiba de la red.

Esta es el área de la embarcación, en la cual en los capítulos siguientes, se va a desarrollar el modelo productivo, definiendo las ubicaciones de los tripulantes y sus áreas de competencias para saber sus interrelaciones y tiempos de labores. El plano de este buque se muestra completo en el Apéndice 1.

De tal forma que de los 18 tripulantes indicados en este capítulo, no se tomarán en cuenta los que no tienen participación significativa en la maniobra de recogida de la red de cerco, quedando para el área de maniobras los siguientes.

- Jaretero.
- Popero.
- Winchero 1, quien corresponde al Aceitero.
- Winchero 2, quien corresponde propiamente al winchero.
- Moñero, el cual es el jefe de cubierta.
- Anillero, que corresponde al Maquinista.
- Operador de equipos, el cual es el capitán de pesca.
- Estibadores, que corresponde al estibador 1, estibador 2, estibador 3, estibador 4 y estibador 5.

Pero ¿Por qué se escogió este modelo a estudiar? Se escogió porque la medición del desempeño siempre va a ser indispensable para una fábrica, para un buque o para cualquier proceso productivo.

Según Machuca⁵, *“el concepto original de los sistemas de fabricación de primera, son aplicables a toda la fábrica. Esto significa que todo el ciclo de diseño, planificación, programación, control y expedición deben ser consideradas como un sistema completo”*.

Si se observa el tipo de trabajo realizado en la cubierta de maniobras del buque pesquero, esta se ajusta a un proceso completo de producción, y si se logra que todas las personas se comprometan en su rol, se reduciría tiempo de ejecución y se lograría una mejoría considerable en su operación y desempeño.

⁵ Machuca, J.A.D., “Dirección de Operaciones. Aspectos estratégicos en la producción y en los servicios. McGraw-Hill, Madrid. 1995.

2.2 Limitaciones de las responsabilidades a bordo.

De acuerdo con Machuca⁶, *“la capacidad es la cantidad de producto o servicio que puede ser obtenido en una unidad productiva durante un cierto periodo de tiempo”*. Entonces la medida de la capacidad va a depender del tipo de proceso, trabajo o actividad en la cubierta de maniobras.

La limitación de las responsabilidades de los puestos a bordo se va a presentar de acuerdo a los siguientes tripulantes o elementos, a los cuales se les asigna la numeración “M#” para asociarlos al modelo.

- Jaretero (M1).
- Popero (M2).
- Winchero 1 (M3).
- Winchero 2 (M4).
- Moñero (M5).
- Anillero (M6).
- Operador de equipos (M7).
- Estibadores (M8).

⁶ Machuca, J.A.D., “Dirección de Operaciones. Aspectos estratégicos en la producción y en los servicios. McGraw-Hill, Madrid. 1995.

Estos están relacionados de acuerdo con la Figura 2.5, que muestra su área de competencia dentro de la cubierta de maniobras.

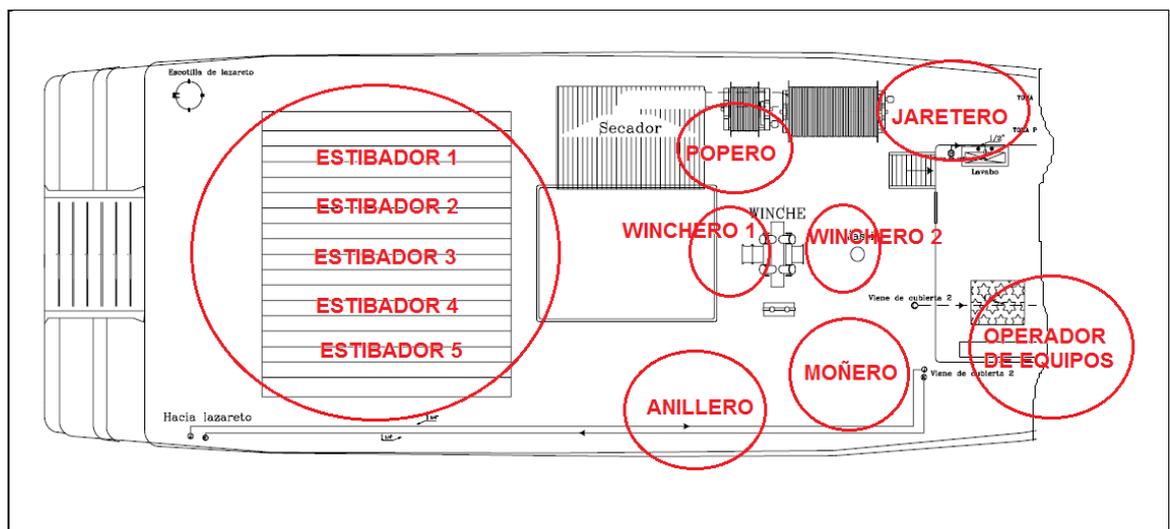


Figura 2.5.- Área de responsabilidades a bordo

La ubicación de cada tripulante va a depender su capacidad, destreza y disponibilidad. De tal manera que se debe analizar lo siguiente.

- a) Si se tiene la experiencia adecuada para realizar los trabajos que le sean encomendados.
- b) Si la tarea es compleja en relación a la capacitación que adquirió.
- c) Si es posible eliminar alguna de las actividades de la tarea para disminuir el tiempo del proceso.
- d) Si se aprovecha adecuadamente el espacio disponible.

Cabe destacar que no se puede ampliar el espacio más de lo que está, ya que la cubierta de maniobras del buque es un espacio fijo y el modelo debe ajustarse estrictamente el modelo a lo que hay a bordo.

El modelo también deberá considerar que no se pueden incrementar más equipos de los instalados, ya que se está estudiando la producción de un buque típico y no se está mejorando la producción con modificación de instalaciones.

De acuerdo a esto, se tiene la siguiente asignación de responsabilidades de los tripulantes para el momento de la recogida de la red de pesca de cerco, de acuerdo a la ubicación en el área de maniobras y a la designación normal que se da a los puestos a bordo, dentro del tipo de pesquero seleccionado.

Esto se presenta en la Tabla 2.1, definidos para cada tripulante.

ITEM	NOMBRE	UBICACIÓN
M1	Jaretero	Se encarga de la recogida del cabo de jareta. Este tripulante estiba el cabo en la cubierta a medida que va subiendo para evitar que se enrede.

		<p>Su área de trabajo es en la parte de babor y se considera una zona de alto riesgo. Se relaciona con el winchero 2 del cual depende la velocidad de su actividad.</p>
M2	Popero	<p>Se encarga de la recogida del cable de la tira de popa. Este tripulante estiba el cabo en el carrito designado a medida que va subiendo para evitar que se enrede.</p> <p>Su área de trabajo es en la parte de babor y se considera una zona de alto riesgo.</p>
M3	Winchero 1	<p>Es el tripulante que coloca el cable de la tira de popa en el tambor del winche principal simple de popa, y controla que este vaya siendo halado desde estribor para que lo pueda estibar el popero.</p>
M4	Winchero 2	<p>Es el tripulante que coloca el cabo de jareta en el tambor del winche principal de proa doble, y controla que este vaya siendo halado desde estribor para que lo pueda estibar el jaretero a medida de que el anillero va retirando las</p>

		<p>anillas.</p> <p>Es el que decide sobre el mando hidráulico del winche su velocidad y cuando se activa el actuador .</p>
M5	Moñero	<p>Se encarga, con un estrobo de anudar parte de la red a medida que van subiendo las anillas, para que esta pueda ser halada por el power block. Debe trabajar en conjunto con el operador de los equipos.</p>
M6	Anillero	<p>Es el trabajo de mayor riesgo a bordo, y se encarga de retirar las anillas del cabo de jareta mientras pasa por el pescante de estribor.</p> <p>Es el que marca cada ciclo de producción y determina cuando el cerco se encuentra cerrado.</p>
M7	Operador de equipos	<p>Es básicamente el capitán de pesca, que aparte de dar las órdenes, opera los equipos de estiba para controlar la subida de la red, de acuerdo a lo que va viendo en la cubierta de maniobra, en</p>

		<p>especial la velocidad de estiba de la red.</p> <p>Se ubica en la consola de equipos oleohidráulicos y trabaja durante toda la recogida de la red.</p>
M8	Estibadores	<p>Se ubican en la popa de la zona de maniobras, y se encargan de recibir la red cuando baja del power block o equipo estibador.</p> <p>Deben trabajar coordinados para que la red quede uniformemente distribuida sobre la zona de estiba y no se abulte quedando lista para el siguiente lance.</p>

Tabla 2.1.- Ubicación de los tripulantes en el área de maniobras

En la Figura 2.6, se esquematiza la ubicación física de los tripulantes en sus puestos de trabajo indicados en la Tabla 2.1. En ella se detalla la red pasando por el power block, así como el cabo de jareta y el cable de tira de popa pasando por el winche principal de pesca.

Se han esquematizado también las anillas en su ubicación en cubierta.

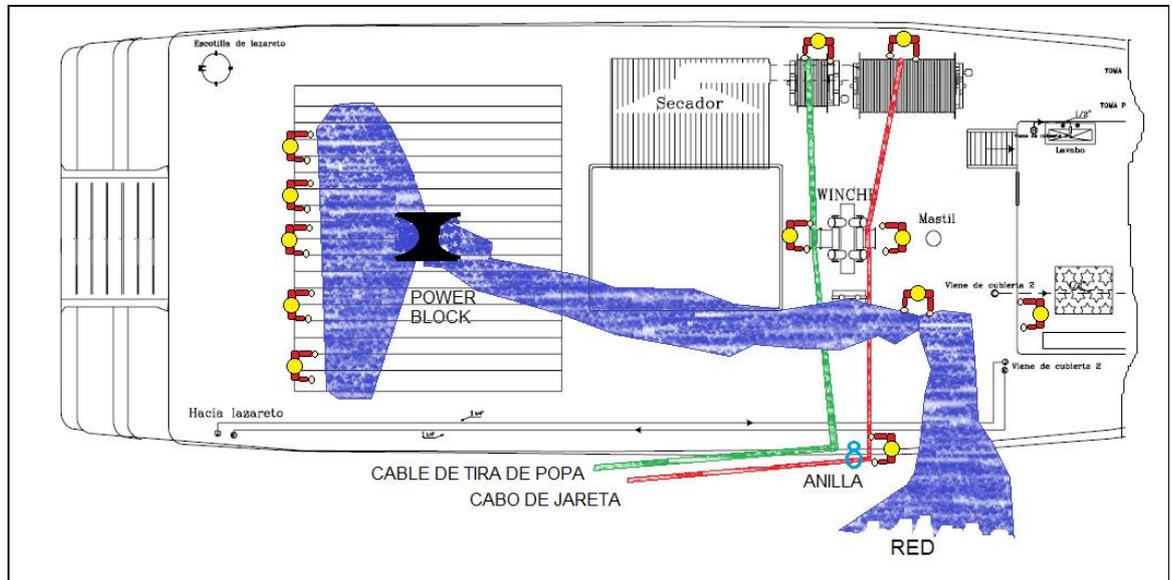


Figura 2.6.- Ubicación del personal en la cubierta de maniobras

También debe considerarse la jerarquía de prioridades, es decir si su trabajo es:

- a) Imprescindible, del cual depende absolutamente todo el proceso y no puede fallar o atrasarse durante la ejecución del mismo. Por ejemplo, el anillero es imprescindible porque si suspende su actividad de retirar las anillas a medida de que va subiendo el cabo de jareta, se enredaría el cabo en el pescante de estribor produciéndose un colapso del mismo con la consecuente rotura del cabo de jareta y pérdida de la captura.

- b) Importante, como el del operador de equipos, que si se detiene durante la recogida de la red, los estibadores paran y simplemente esperarían hasta que regrese para continuar su labor. Cae en el campo de las probabilidades, que la pesca hasta eso muera y genere un peso adicional que rompa la red o haga que el buque se ponga en peligro.
- c) Preferente, que debe dársele espacio o lugar para que no afecte la maniobra, como al moñero.
- d) Conveniente, el cual no sería el caso en este modelo.
- e) Indiferente, que tampoco aplica al modelo, porque se está asumiendo que todos tienen una responsabilidad que vine pasando de tradición en tradición a bordo de los barcos pesqueros.
- f) Indeseable, que tampoco sería aplicable puesto que no duraría a bordo la primera noche, ya que cargaría con la culpa de los errores de otros.

De tal forma que los puestos definidos con sus responsabilidades, están entre importantes, imprescindibles y preferentes.

En base a mi experiencia⁷, el tiempo de maniobras de un buque pesquero es el siguiente:

- a) Lance de la panga y salida de la red 8 minutos.
- b) Recogida de la jareta, la red y la tira de popa, 50 minutos.
- c) Subida de la captura del bolso de maniobra, depende de la cantidad de captura y puede oscilar entre 10 minutos a horas.
- d) Recogida final de equipos, 10 minutos.

2.3 Elaboración del modelo productivo.

El modelo productivo debe englobar actividades de asignación de espacios y actividades en la cubierta de maniobras. Existen dos tipos de organización en el trabajo productivo, el fijo y el caótico [11]. Para el presente trabajo se escoge el modelo fijo.

Cómo el tipo de trabajo es repetitivo, se escoge un sistema fijo de actividades, es decir, cada tripulante ocupa su lugar en la cubierta y la dimensión del puesto responde a la actividad esperada.

El sitio queda reservado siempre para este tripulante, independiente de que realice o no la actividad.

⁷ Tiempos estimados de un buque de cerco convencional con equipo de power block y mayor a 30 metros de eslora. José Correa, Flota Pesquera Polar, durante faenas de pesca del segundo semestre del 2013.

La ventaja de asignar un sitio fijo según Machuca⁸, aplicándolo al caso del área de maniobras del buque pesquero pelágico son las siguientes.

- a) Satisfacer alguna necesidad de espacio en cubierta, ya que se sabe que lugares quedan vacíos.
- b) Limitar la capacidad de trabajo u operación de los tripulantes para que dé su mayor esfuerzo y que pueda reorganizar su actividad, en el caso de incrementarse las necesidades, por enfermedad o accidente de algún otro tripulante, y éste se ausente en la maniobra.
- c) Disponer de espacio para materiales extras de maniobras que se requieran por alguna causa especial.
- d) Cumplir con las regulaciones de la OIT⁹ sobre la calidad de trabajo a bordo: *“Limitar el tiempo de trabajo a un número máximo de horas durante un período determinado. El resultado no debe ser superior a 14 horas por cada período de 24 horas ni a 72 horas por cada período de 7 días, o _ prever un número mínimo de horas de descanso dentro de un determinado período de tiempo, el cual no debe ser inferior a 10 horas por cada período de 24 horas y 77 horas por cada período de*

⁸ Machuca, J.A.D., “Dirección de Operaciones. Aspectos estratégicos en la producción y en los servicios. McGraw-Hill, Madrid. 1995.

⁹ OIT, “Informe V (1): Condiciones de trabajo en el sector pesquero”. 92ava reunión Ginebra Suiza 2004

siete días. Este descanso puede dividirse en no más de dos períodos, uno de los cuales debe ser de al menos seis horas. Además, el intervalo entre los períodos consecutivos de descanso no debe ser superior a 14 horas”

Como comentario adicional, el otro tipo de modelo es el caótico o libre, que se caracteriza por permitir que cualquier puesto libre pueda ser ocupado por cualquier tripulantes, y el mismo puede estar ubicado sobre toda el área de maniobra pero menos en la que esté ocupada [10].

Como se observa, esta no es la forma de trabajo a bordo, ya que en realidad esto no ocurre y por “idiosincrasia” de los pescadores, a ellos no les gustan hacer los trabajos de los otros sino hubiese una causa forzada como accidente o ausencia justificada o injustificada, eso sí recibiendo una remuneración económica adicional por el trabajo agregado realizado.

El modelo seleccionado se presenta en la Figura 2.7, en la cual se aprecia las actividades de los puestos de trabajo y sus responsabilidades según la Tabla 2.1.

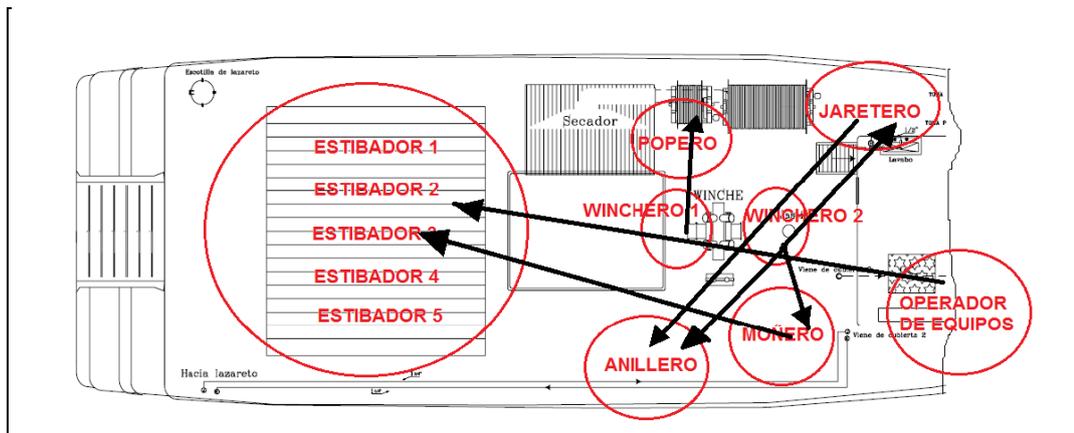


Figura 2.7.- Modelo productivo

Las principales actividades que se mueven en el proceso productivo son las indicadas a continuación:

- a) Recoger la jareta, que involucra a todos los que de una u otra manera tienen que estibar, halar o manipular el cabo de jareta.
- b) Recoger la tira de popa, que incluye al popero en su estiba y maniobra del cabo de jareta.
- c) Utilizar el winche, que involucra a los tripulantes que deben usar el winche de jareta para poder realizar su trabajo.
- d) Recoger las 50 anillas que sostienen el cabo de jareta con la red, lo que equivale a recoger la jareta.
- e) Halar la red, que implica a todos los tripulantes o elementos que deben manipular la red, sea estibándola, halándola o relacionándose indirectamente.

- f) Operar equipos, que tiene que ver con la persona que maneja directamente la línea oleo hidráulica.

Para ajustar estas actividades a un modelo productivo no convencional, deben colocarse las actividades exclusivas de la producción. De tal forma que las actividades c) y f) no se incluyen, y significa que son parte de las otras actividades.

En la Tabla 2.2 se muestran las actividades del modelo con los elementos seleccionados. Así por ejemplo, se presenta al winchero 2, cuyas actividades tiene que ver con recoger la jareta y recoger las anillas, para ya ir definiendo cuál es su participación e interrelación (la cual se hará más adelante) con los otros tripulantes mientras se realiza la faena de pesca.

Las actividades seleccionadas son las siguientes, de acuerdo a lo explicado en las funciones, y corresponden a actividades que se realizan en la cubierta de pesca durante la maniobra de recogida de la red de cerco.

Actividades / funciones		Recoger la jareta	Recoger la tira de popa	Recoger las anillas	Halar la red
M1	Jaretero	X		X	
M2	Popero		X		
M3	Winchero 1	X	X		
M4	Winchero 2	X		X	
M5	Moñero	X		X	X
M6	Anillero	X		X	
M7	Operador/equipos			X	X
M8	Estibadores	X			X

Tabla 2.2.- Actividades de los elementos del modelo

Estas actividades corresponden a un tiempo de 50 minutos según lo explicado en el subcapítulo anterior, y será el tiempo a aplicar al modelo productivo, es decir, esta es su producción, lograrlo en este tiempo.

- i. Recoger la jareta.
- ii. Recoger la tira de popa.
- iii. Recoger las anillas en el pescante.
- iv. Halar la red.

Cabe destacar en este modelo, que el proceso productivo a bordo o en el área de maniobras, requiere de elementos asociados que configuren un sistema verdaderamente productivo, de tal manera que se defina por los siguientes aspectos, que fueron considerados en la Tabla 2.2:

- a) Aspecto estructural, que corresponde a los equipos.

- b) Aspecto relativo, es decir acciones que logren la máxima productividad. Esto en el modelo estaría relacionado con las acciones posibles que pueda relacionarse. Así el moñero se relaciona con el operador de equipos para lograr su máxima efectividad.

- c) Aspecto relativo vinculado con la planificación, lo cual no aplica porque se está empleando la “tradicción” a bordo de los buques, tal como se comentó en el punto anterior de la presente tesis.

Capítulo 3

SELECCIÓN DE LAS HERRAMIENTAS PRODUCTIVAS NO CONVENCIONALES A APLICAR EN EL MODELO

3.1 Presentación de algunos métodos de agrupamiento existentes.

Los métodos de agrupamiento dentro de la producción, surgen como un grupo de medidas a tomar en forma racional, para poder identificar los puntos críticos y establecer un flujo lineal de todos los procesos.

Es decir, se consideran como células los individuos o las máquinas, los cuales realizan trabajos combinados o entrelazados entre ellos en forma repetitiva hasta alcanzar el objetivo.

Estos métodos se aplican con el propósito de lograr los siguientes objetivos según Machuca [6]:

- Reducir el tiempo por ciclo para prepararse para cada actividad.
- Disminuir el tiempo de trabajo por espera.
- Mejorar la utilización de los recursos.
- Agrupar los procesos en células.

Los métodos más utilizados son los siguientes:

- Agrupamiento lineal.
- Análisis clúster o Análisis de agrupamiento
- Algoritmo por orden de rango.
- Agrupamiento directo.

En el presente capítulo, se va a explicar de manera sencilla y corta, en qué consisten estos métodos y sus ideas principales para que sirvan de selección para el siguiente capítulo, en el cual se aplicará en forma detallada.

Agrupamiento Lineal

Este método, es el de identificar mediante secuencias a los procesos de producción [5].

En la Figura 3.1, se ha ejemplificado lo que es un ciclo de producción en la cual se identifican a modo de ejemplo, máquinas que deben trabajar en secuencia lineal interactuando entre ellas, para poder concluir un proceso productivo y llegar desde la recepción al producto, como es el caso del modelo productivo del barco pesquero pelágico seleccionado, desde el trabajo inicial al término de los trabajos.

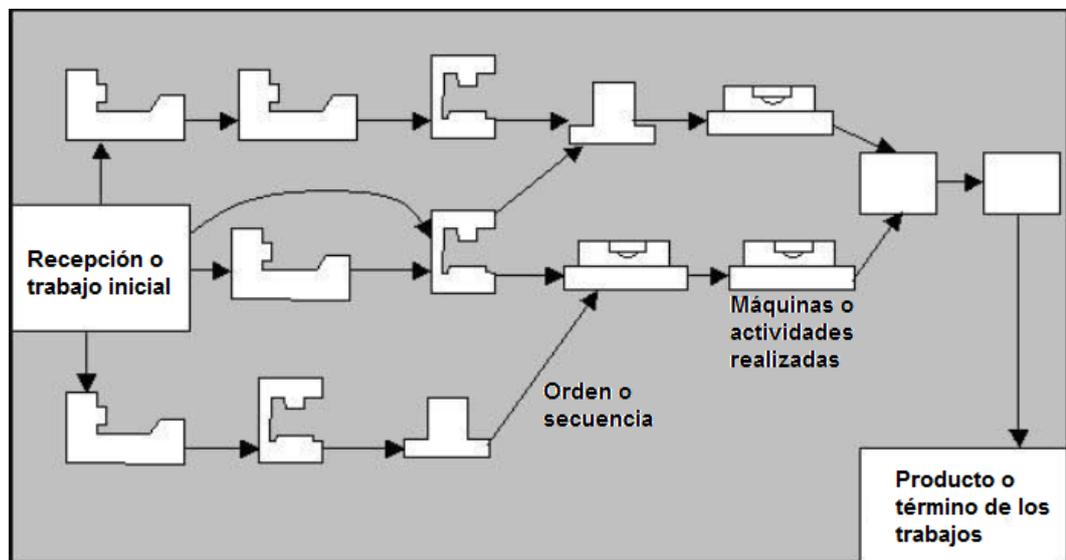


Figura 3.1.- Layout celular (modificada de Groover y Zimmer, pág 278)

Este es el más claro ejemplo de la fabricación o producción celular, y esto permite que una vez identificadas las células, se agrupen en sus líneas de producción con las ventajas indicadas.

Análisis de Cluster

Este es un método más matemático, el cual se basa en una formulación de tipo matriz o matricial, con una tabla de doble entrada basado en la utilización de una matriz binaria de incidencia máquina-pieza u operación-operario [5]. Esta matriz tiene la forma mostrada a modo de ejemplo en la Figura 3.2, en la cual se colocan las acciones de M1, M2, hasta Mi, siguiendo la nomenclatura empleada en la presente tesis.

		Número de acción		
Número de operario	M ₁	1		1
	...		1	1
	M _i	1		1

Figura 3.2.- Matriz Clúster[14]

En los elementos de la matriz se coloca como número 1 los relacionados entre si, y se los busca agrupar de tal forma que se presenten como una matriz diagonal, moviendo las filas con 1 hacia la parte superior y las columnas con 1 hacia la parte izquierda.

Cuando se agrupan, los elementos en las diagonales se denominan células, y son las que rigen el proceso productivo.

Algoritmo por Orden de Rango

También llamado Rank-Order Clustering [14], el cual está diseñado para resolver los procesos productivos con entradas binarias, es decir, agrupa en diagonales de acuerdo a valores binarios.

En el caso de la presente tesis, las entradas que se tienen no son binarias, por lo cual este método no es aplicable y no va a ser presentado en detalle, solo mencionado como se ha hecho.

Agrupamiento Directo

Desarrollado por Nakorncha en 1982 [14], el cual se emplea para procesos de gran cantidad de elementos y elevadas participaciones. En este método, se ponderan los pesos o se saca el total de la fila, y de la columna agrupando los procesos como se presenta en la Figura 3.3 y se mueven las filas y columnas con el propósito de que las ponderaciones queden en orden ascendente y la matriz queden en diagonal.

$$\begin{array}{r}
 \text{Número de operario } M_1 \\
 M_2 \\
 \dots \\
 M_i
 \end{array}
 \begin{array}{c}
 \text{Suma de columnas } i \\
 \left[\begin{array}{cccc}
 1 & & & \\
 1 & 1 & & \\
 & & 1 & 1 \\
 & & 1 & 1
 \end{array} \right]
 \end{array}
 \begin{array}{l}
 \text{Suma fila 1} \\
 \dots \\
 \dots \\
 \text{Suma fila } i
 \end{array}$$

Figura 3.3.- Ejemplo de Matriz de agrupamiento directo[14]

De esta manera, se agrupan las células para aplicar los métodos explicados en la siguiente parte de este capítulo, que son los métodos de similitud.

3.2 Exposición de métodos de similitud aplicables.

Los métodos de similitud, permiten interrelacionar los procesos, las máquinas, las acciones y las funciones que son similares, dándoles una valoración matemática por su importancia, para luego ser usados en la secuencia de producción.

En el presente subcapítulo, se mencionarán de manera descriptiva y no detallada los diferentes procesos. Cuando se aplique el modelo seleccionado en el siguiente capítulo, allí se detallará el proceso y se explicará su aplicación.

Entre los métodos productivos no convencionales, se encuentran los siguientes métodos de similitud.

- Single Linkage cluster Analysis (SLCA) o de vinculación simple.
- Método de Jaccard

Metodo SLCA o de vinculación simple

Fue desarrollado por McAuley en 1972 [14], considera la similitud entre dos máquinas o dos procesos y se define como el cociente entre el sumatoria de lo que emplean ambas máquina o procesos. Es decir, se asigna el valor de 1 cuando se requieren ambos procesos y cero cuando solo necesita uno de los dos o ninguno en el numerador.

Este método se apoya en el dendrograma, el cual según el portal de Wikipedia¹⁰ lo define como *“Un dendrograma es un tipo de representación gráfica o diagrama de datos en forma de árbol (Dendro=árbol) que organiza los datos en subcategorías que se van dividiendo en otros hasta llegar al nivel de detalle deseado (asemejándose a las ramas de un árbol que se van dividiendo en otras sucesivamente). Este tipo de representación permite apreciar claramente las relaciones de agrupación entre los datos e incluso entre grupos de ellos aunque no las relaciones de similaridad o cercanía entre categorías. Observando las sucesivas subdivisiones podemos hacernos una idea sobre los criterios de agrupación de los mismos, la distancia entre los datos según las relaciones establecidas, etc. También podríamos referirnos al dendrograma como la Figura de las agrupaciones derivadas de la aplicación de un algoritmo de clustering jerárquico”*.

¹⁰ <http://es.wikipedia.org/wiki/Dendrograma>

Así, un ejemplo de una matriz para procesos lo indica la Figura 3.4, en la cual se aprecia que las similitudes en los procesos se colocan en la diagonal superior y la diagonal inferior, obteniendo una matriz simétrica.

		<i>Número de operario M_i</i>		
<i>Número de operario</i>	M_1	1	0	1
	...	0	1	0
	M_i	1	0	1

Figura 3.4.- Matriz SLCA

El cálculo de los coeficientes S_{ij} , se relaciona con la siguiente expresión matemática.

$$S_{ij} = \frac{\sum_{k=1}^n \delta_1(x_{ik}, \delta_{jk})}{\sum_{k=1}^n \delta_2(x_{ik}, \delta_{jk})} ; \text{ ecuación 3.2.1}$$

Siendo:

$$\delta_1(x_{ik}, \delta_{jk}) = \left\{ \begin{array}{l} 1, \quad a_{ik} = a_{jk} = 1 \\ 0, \quad \text{en otro caso} \end{array} \right\}$$

$$\delta_2(x_{ik}, \delta_{jk}) = \left\{ \begin{array}{l} 1, \quad a_{ik} = a_{jk} = 1 \\ 0, \quad \text{en otro caso} \end{array} \right\}$$

Para k células del modelo productivo en las filas i y las columnas j.

Método de Jaccard

El siguiente método es el desarrollado por Jaccard, según el cual el número de componentes procesados o los procesos realizados por 2 equipos i y j , son el número de componentes procesados o los procesos realizadas por cada uno de los equipos i y j respectivamente.

Para crear las células con el método de Jaccard, se determinan todos los pares posibles de los coeficientes de similitud, como por ejemplo:

M_i con M_{i+1} , M_{i+2} , $M_{i+3}+M_{i+4}$..., M_{i+n}

M_{i+1} con M_{i+2} , M_{i+3} , ..., M_{i+n}

M_{i+2} con M_{i+3}, \dots, M_{i+n}

Hasta

M_{i+n-2} con M_{i+n-1} , M_{i+n}

M_{i+n-1} con M_{i+n}

Quedando una matriz diagonal de similitud, tal como lo muestra la Figura 3.5.

Esta diagonal solo se puede considerar como superior o inferior, ya que si se la hace simétrica, matemáticamente se duplicarían las similitudes.

		Número de operario M_i		
Número de operario	M_1	1	0	1
	...		1	0
	M_i			1

Figura 3.5.- Matriz de similitud de Jaccard

Esta consideración es muy importante al aplicar las formulaciones de Jaccard, ya que para calcular los coeficientes finales, se emplea la ecuación 3.2.2. En esta ecuación, se consideran los coeficientes de las filas y de las columnas, así como los que interrelacionan los procesos productivos.

$$\text{Coeficiente } S_{ij} = \frac{X_{ij}}{X_i + X_j - X_{ij}} \quad ; \quad (\text{ecuación 3.2.2})$$

En la cual:

X_{ij}	Coeficiente interrelacionado
X_i	Valor de la fila
X_j	Valor de la columna
S_{ij}	Coeficiente de Jaccard

Los agrupamientos por similitud, están directamente relacionados con los que se denomina “*cuello de botella*” [11]. Esto es, que reflejan los procesos que son críticos o en los cuales la producción se puede detener.

En el caso de la aplicación que se está dando, el cuello de botella, sería la actividad más crítica, la cual no puede retrasarse ni fallar. En el método de Jaccard, también se emplea para presentar los resultados, el dendrograma de los diferentes niveles de similitud tal como se indicó para el método anterior.

3.3 Presentación de algunos métodos de secuenciación para nivelar la producción.

Para diseñar una cadena de montaje para fabricar diferentes productos o para realizar distintos procesos productivos, los métodos de secuenciación para nivelar la producción tienen que considerar las siguientes etapas en su desarrollo¹¹.

- a) Determinar la duración de un ciclo de producción.
- b) Calcular el mínimo número de procesos que se requieren para que se ejecute el ciclo de una forma adecuada.
- c) Tener previamente confeccionado el diagrama de secuencia, los cuales fueron explicados en el punto 3.1.

¹¹ Adaptado del Capítulo 9 de Fabricación flexible de notas de clase de Roberto Álvarez Fernández, procedente de los cursos de Maestría en Ciencia y Tecnología de Polímeros, UNED España 2012 de P. Townsend.

- d) Verificar el equilibrio de la secuencia para constatar que todas las células estén conectadas.
- e) Definir cuáles son los procesos que introducen la secuencia en el sistema para definirlos como parámetros iniciales.
- f) Determinar cuánto tiempo dura cada proceso en el ciclo.

Este método define los objetivos de la secuencia según sea el fin que persigue, es decir puede haber dos objetivos [4].

- a) Nivelar la carga de cada proceso, lo cual se puede tomar como una reducción de costos.
- b) Mantener constante la velocidad de cada ciclo para obtener mejores resultados.

Para cumplir estos objetivos, se trabaja primero con el tiempo de cada tarea, la cual no debe exceder al tiempo total del ciclo. Para ponderar esto, se emplea la ecuación 3.3.1 que define la cantidad de producción planificada o cantidad de trabajo realizado versus la duración de cada ciclo [2].

$$\text{máximo} \left\{ \frac{\sum_1^i Q_i T_i}{\sum_1^i Q_i} \right\} \leq C \quad ; \quad \text{ecuación 3.3.1}$$

En la cual:

Q_i	Cantidad de producción planificada del proceso M_i
T_i	Tiempo de ejecución del proceso M_i .
C	Duración total de un ciclo de producción

De tal forma, que si tiempos muy largos se introducen en la cadena, se origina un retraso en la producción y una parada en la misma.

Para mantener constante la velocidad del ciclo, debe consumirse parte de la producción en las tareas hasta lograr el total de la producción. Los métodos de secuenciación de la producción consideran esto con la expresión 3.3.2 que representa la velocidad de consumo de la producción.

$$\text{velocidad de consumo} = \frac{K * N_i}{Q} \quad ; \quad \text{ecuación 3.3.2}$$

En la cual:

K	Unidades del producto conseguido
N_i	Cantidad del proceso que se va ejecutando para completar la producción total
Q	Cantidad total de producción

Esta es la forma básica de un algoritmo de secuenciación creado por Toyota, que se presenta en la Figura 3.6, en la cual deben minimizarse los tiempos de los procesos y los tiempos de parada¹².

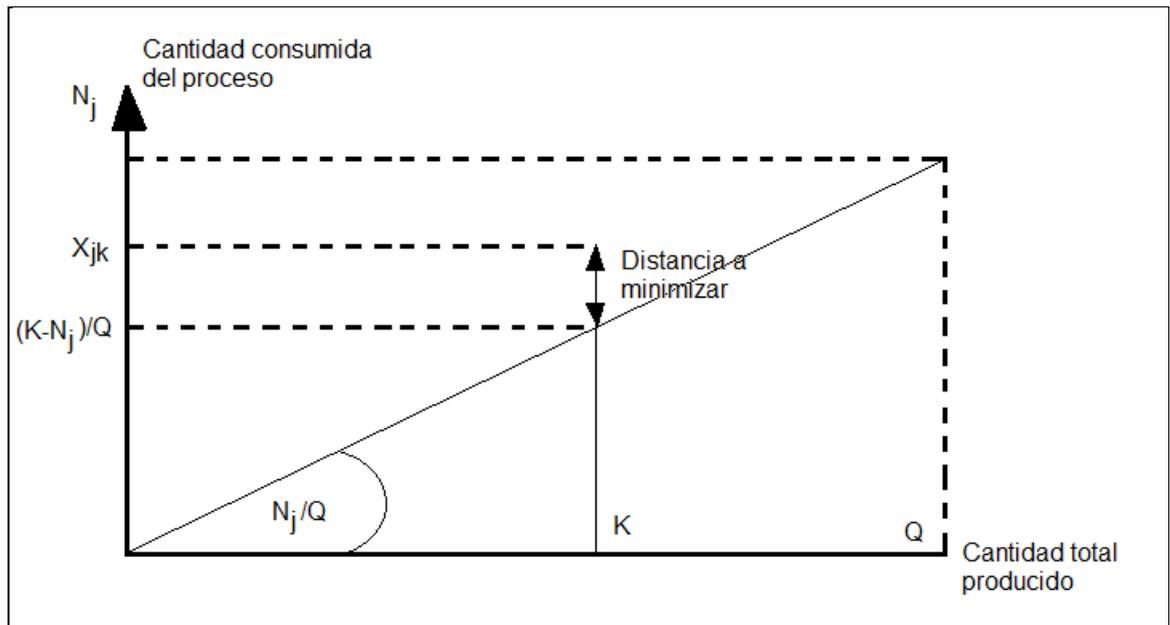


Figura 3.6.- Algoritmo de secuenciación Toyota

De la Figura 3.6, se obtiene la expresión del grado de proximidad o la distancia a minimizar, la cual servirá para aplicar algunos de los métodos de secuenciación. Esta expresión se muestra en la ecuación 3.3.3.

¹² Adaptado del Capítulo 9 de Fabricación flexible de notas de clase de Roberto Álvarez Fernández, procedente de los cursos de Maestría en Ciencia y Tecnología de Polímeros, UNED España 2012 de P. Townsend.

$$D_k = |G_k - P_k| = \sqrt{\sum_{i=1}^{\beta} \left(\frac{K * N_i}{Q} - X_{ik} \right)^2} ; \text{ ecuación 3.3.3}$$

En la cual:

D_k	Distancia a minimizar
G_k	Paso de la producción
P_k	Paso anterior de la producción
X_{ik}	Actividades de proceso
K	Unidades del producto conseguido
N_i	Cantidad del proceso que se va ejecutando para completar la producción total
Q	Cantidad total de producción

Tal que se cumpla que:

$$[N_j] = [Q_i][b_{ij}] ; \text{ ecuación 3.3.4}$$

Siendo la matriz $[b_{ij}]$ definidos sus valores solo para las posiciones de similitud entre los M#.

Definido esto, se tienen algunos métodos de secuenciación que emplean este algoritmo, los cuales son:

- Método de persecución del objetivo.
- Método segundo de persecución del objetivo.
- Método de coordinación de objetivos.

Método de Persecución de Objetivo

Este método realiza un algoritmo para el K-ésimo proceso asignando a la participación de los procesos, el valor de 1 cuando se encarga ese solo proceso del total del producto, o su fracción de participación cuando se encargan dos o más procesos.

Es decir, la secuencia Toyota, se modifica de la siguiente forma tal como se ve en la ecuación 3.3.5.

$$D_k = |G_k - P_k| = \sqrt{\sum_{i=1}^{\beta} \left(\frac{K * N_i}{Q} - X_{ik} - b_{ij} \right)^2} ; \text{ ecuación 3.3.5}$$

En la cual:

b_{ij} Cantidad consumida del proceso por esa actividad.

Así la secuencia se define como.

$$S_k = S_{k-1} - \{i^*\} \quad ; \quad \text{ecuación 3.3.6}$$

En la cual:

S_k	Valor de D_k afectada por la interacción k_i .
$\{i^*\}$	Nueva interacción $k+1$ de S_k .

Para cada secuencia.

$$X_{jk} = X_{j,k-1} + b_{ij} \quad ; \quad \text{ecuación 3.3.7}$$

Repitiendo para $K=K+1$ veces hasta que $S_k=0$, momento en el cual el algoritmo converge.

Método segundo de Persecución de Objetivo

Este método emplea un algoritmo simplificado, mostrado en la ecuación 3.3.8.

$$D_k = |G_k - P_k| = \sum_{i=1}^{\beta} \frac{K * N_i}{Q} - X_{ij,k-1} \quad ; \quad \text{ecuación 3.3.8}$$

Este algoritmo mantiene una velocidad constante en el consumo de las piezas o tiempo de los procesos en la cadena de producción. Busca reducir

los tiempos de parada y se emplea también para sub montajes o sub cadenas dentro del proceso. Sirve para procesos en los cuales la velocidad de producto es constante.

Método de Coordinación de Objetivos

Es un método cuantitativo de la aplicación Toyota [11], y su nombre se da porque posee múltiples objetivos. Usa un método de programación secuencial para nivelar las actividades de la cadena de producción calculando una tasa de aparición y controles de continuidad e intervalo.

Este es un método muy particular para la producción de autos, puesto que controla la tasa de aparición con el valor entre el número de vehículos de cierta especificación y el número total de vehículos producidos.

3.4 Selección de los métodos y justificación.

De acuerdo con los métodos anteriormente descritos, se van a escoger los siguientes métodos para modelar el proceso productivo en la cubierta de pesca de un buque pelágico, para la recogida de la red.

- Método de agrupamiento lineal.
- Método de similitud de Jaccard.
- Método de persecución del objetivo.

La razón para seleccionar estos métodos son las siguientes.

- Método de agrupamiento lineal, cómo la recogida de la red de cerco, la jareta y la tira de popa dependen de secuencias lineales es el más adecuado. Las secuencias se consideran lineales porque van de un orden a otro, de una unidad a otra unidad, es decir, no cambian con el tiempo ni son exponenciales.
- No se emplea el método de agrupamiento directo, porque es para grandes cantidades de procesos, y este no es el caso del modelo productivo seleccionado dónde el número de procesos es pequeño.
- No se emplea el método de agrupamiento Cluster, porque es para entradas binarias de producción, es decir que puede participar o no participar alternando los ciclos, y este no es el caso del modelo productivo de la cubierta del buque pesquero, ya que obligatoriamente ingresan todas las células a participar del modelo productivo.
- No se emplea el algoritmo por orden de rango, porque la matriz de interrelaciones entre proceso que se debe generar es simétrica, y esto duplicaría los procesos en la cubierta del buque pesquero, ya que se está modelando que se realiza una vez la acción dentro de cada ciclo.
- El método de Jaccard se escoge, porque define directamente la importancia de cada proceso mediante una ecuación matemática definida y de fácil aplicación al modelo. Esto más el dendrograma,

permitirá visualizar de una manera fácil la importancia de cada proceso seleccionado y su participación en el conjunto.

- No se escoge el método SLCA, porque solo asigna valor de interrelación cuando trabajan dos procesos en conjunto, y en el caso del modelo productivo de la cubierta del buque pesquero, hay casos en los cuales no actúan en conjunto los procesos sino como célula única dentro de la secuencia.
- Se escoge el método de persecución del objetivo, porque tiene una certeza matemática al ser convergente, de tal manera que esto ayuda a saber si las variables de entrada fueron adecuadas y los parámetros colocados fueron consistentes. Además, su algoritmo permite visualizar de una manera práctica lo que está ocurriendo en la cubierta.
- No se emplea el método segundo de persecución del objetivo, porque considera que todas las salidas o productos son constantes, y para el modelo productivo propuesto de la cubierta del buque pesquero, el avance de la jareta y de la red no es el mismo, de tal forma que no se tienen productos constantes en el total del ciclo.
- No se emplea el método de coordinación del objetivo, porque no son múltiples los objetivos, ya que el modelo productivo analiza la recogida de la red como objetivo, y adicional este se aplica para producción de vehículos.

La aplicación detallada de estos métodos, se realizará en el siguiente capítulo, a medida que se vaya exponiendo su aplicación.

Capítulo 4

APLICACIÓN DE LOS MÉTODOS PRODUCTIVOS Y ANÁLISIS DE RESULTADOS

4.1 Aplicación del método de similitud seleccionado.

Para aplicar el método de similitud de Jaccard, es necesario primero presentar el modelo productivo del área de trabajo del barco pesquero, con el método de agrupamiento lineal.

En la Figura 4.1, se muestra el agrupamiento lineal del modelo en base a los procesos seleccionados. Allí se observa que los trabajos que se realizan en cubierta, se han ajustado a diferentes secuencias lineales en base a los procesos seleccionados.

Este tipo de secuencia se ajusta al tipo "U" [11], en el caso del operador de equipos, ya que al participar en varias secuencias, se tiene un grupo de

secuencias alrededor de la misma de las cuales va a depender, y en las cuales también se cierra cada uno de los ciclos de producción.

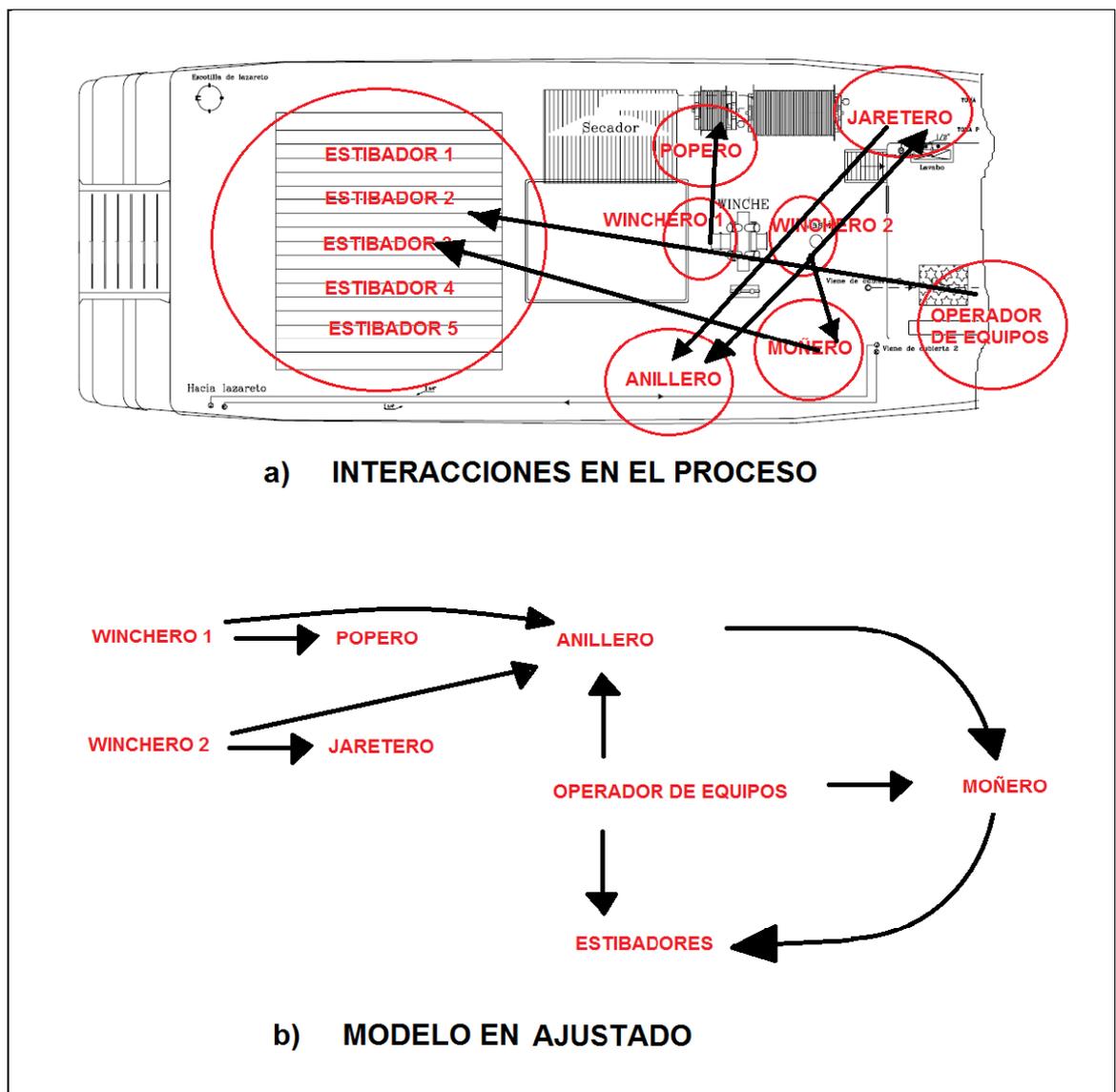


Figura 4.1.- Agrupamiento lineal del modelo

De acuerdo a los trabajos indicados y las ubicaciones de los tripulantes en la Tabla 2.1 y en la Tabla 2.2, se resume el agrupamiento en las siguientes secuencias lineales:

- i. Winchero1 → Popero.
- ii. Winchero 1 → Anillero → Moñero → Estibadores.
- iii. Winchero 2 → Jaretero.
- iv. Winchero 2 → Anillero → Moñero → Estibadores.
- v. Operador de equipos → Anillero → Moñero – Estibadores.
- vi. Operador de equipos → Moñero → Estibadores.

Escribiéndola en la nomenclatura Mi seleccionada, se tiene las siguientes secuencias lineales de agrupamiento.

- i. M3→ M2.
- ii. M3 → M6 → M5 → M8.
- iii. M4 → M1.
- iv. M4 → M6 → M5 → M8.
- v. M7 → M6 → M5 → M8.
- vi. M7 → M5 → M8.

De tal forma, que estas son las actividades celulares agrupadas de un proceso que se repite una y otra vez hasta completar el tiempo total de la producción. Es decir, la actividad i que hace el Winchero es necesaria para que el Popero pueda ejecutar la suya. En otro ejemplo, en la secuencia lineal v el operador de equipos dada su orden, hace que se ejecute una acción del anillero y este permite que el moñero realice una acción de su trabajo para que los estibadores puedan realizar una acción.

Vemos en la secuencia, que el operador de equipos participa en algunas acciones lineales simultáneamente con su orden.

Definidas las secuencias lineales, se aplica el método de similitud de Jaccard seleccionado, para conocer las prioridades o cuáles son las responsabilidades que más participación tienen en el proceso productivo.

El método, como se mencionó anteriormente, emplea coeficientes para calcular la interrelación, tal como se ve en la expresión 4.1.1

$$\text{Coeficiente } S_{ij} = \frac{X_{ij}}{X_i + X_j - X_{ij}} \quad ; \quad (\text{Ecuación 4.1.1})$$

Para calcular los coeficientes, es necesario definir la matriz de interrelación de elementos del modelo, por lo cual primero se deben saber cuáles son los interrelacionados, de acuerdo a la secuencia lineal seleccionada, y a las actividades a la cual representan.

En la Tabla 4.1, se muestra los elementos cómo se conectan entre ellos e interactúan. Así por ejemplo, el winchero 2 (M4), debe relacionarse durante la maniobra con el jaretero (M1) y el anillero (M6).

Es decir, se manejará que M4 se relaciona con M1 y M6 para el desarrollo del modelo dándole solo asignaciones matemáticas.

	Recoger la jareta	Recoger la tira de popa	Recoger las anillas	Halar la red
Actividades en común	M1, M3, M4, M5, M6, M8	M2, M3	M1, M4, M5, M6, M7	M5, M7, M8

Tabla 4.1.- Interrelación entre elementos del modelo

Tampoco se está tomando en cuenta en el modelo, la capacidad que va a obtenerse del sistema productivo por emplear más periodo del tiempo. Pues como dice Prauda¹³, *“La medida idónea de la capacidad depende del tipo de proceso. Cuando este es muy repetitivo es más representativo medir las unidades acabadas”*

Con esta descripción y esta interrelación, se encuentra definido el modelo para realizar el análisis productivo, sus variables y los criterios para poder establecer los métodos de secuencia y de similitud que sean los más adecuados.

Para calcular los coeficientes, tal como se indicó en el capítulo anterior, se presenta la Tabla 4.2; en las filas las actividades productivas consideradas y en las columnas los operadores de cada célula.

Se procede a asignar el valor de 1 cuando la actividad está relacionada, como por ejemplo el Winchero M3 tiene 2 actividades relacionadas, las cuales son recoger la tira de popa y utilizar el winche. De tal forma que en el punto en el cual se interceptan las filas y columnas se asigna el número 1.

¹³ Prauda J., “Métodos y modelos de investigación de operaciones”. Grupo Noriega Editores, México. Extraído el 3 de Noviembre a las 22h30 desde el link <http://books.google.com.ec>.

Los coeficiente X_i y X_j , se obtienen de esta tabla, sumando las filas para cada M_i , así por ejemplo para el M3, la suma es $1+1 = 2 = \Sigma$.

Se hace lo mismo para todas las filas, obteniendo valores numéricos enteros positivos.

		Recog er la jareta	Recoger la tira de popa	Recoger las anillas	Halar la red	Σ (X_i o X_j)
M1	Jaretero	1		1		2
M2	Popero		1			1
M3	Winchero 1	1	1			2
M4	Winchero 2	1		1		2
M5	Moñero	1		1	1	3
M6	Anillero	1		1		2
M7	Operador de equipos			1	1	2
M8	Estibadores	1			1	2

Tabla 4.2.- Cálculo de los coeficientes X_i y X_j

Las posiciones de similitud representadas con 1 en la Tabla 4.2, se pueden representar como la matriz de similitud, y estas servirán para definir la matriz de unidades o acciones requeridas para cada tarea explicada para el método de secuenciación de la producción seleccionado.

Definiendo $[b_{ij}]$ como las acciones en común, se tienen los espacios hábiles para definir estos valores.

La matriz correspondiente es la siguiente:

$$[b_{ij}] = \begin{bmatrix} b_{11} & 0 & b_{13} & b_{14} & b_{15} & b_{16} & 0 & b_{18} \\ 0 & b_{22} & b_{23} & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ b_{31} & 0 & 0 & b_{32} & b_{33} & b_{34} & b_{35} & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & b_{45} & 0 & b_{47} & b_{48} \end{bmatrix}_{4 \times 8} \quad (\text{Ecuación 4.1.2})$$

Para calcular el coeficiente de interrelación entre las M_i , el cual corresponde a X_{ij} , resulta más ordenado hacer una matriz como la presentada en la Tabla 4.3. En dicha tabla, se ha puesto tanto en las filas como en las columnas las funciones M_i , y se va a proceder a asignar el número 1 a los que se interrelacionan y 0 a los que no están interrelacionados.

Cabe destacar que esta presentación debe tomar en cuenta una diagonal de la matriz, ya que se considera únicamente una interrelación, y si se considera la diagonal inferior el proceso se estaría duplicando.

Es decir, se consideran la relación de M_i como diagonal superior:

- i. M1 con M2, M3, M4, M5, M6, M7 y M8.
- ii. M2 con M3, M4, M5, M6, M7 y M8.
- iii. M3 con M4, M5, M6, M7 y M8.
- iv. M4 con M5, M6, M7 y M8
- v. M5 con M6, M7 y M8
- vi. M6 con M7 y M8
- vii. M7 con M8

Cabe destacar, que esta condición de posición de diagonalidad no afecta los resultados, ya que saldrían los mismos coeficientes X_{ij} si considero la diagonal inferior.

- i. M7 con M8
- ii. M6 con M7 y M8
- iii. M5 con M6, M7 y M8
- iv. M4 con M5, M6, M7 y M8
- v. M3 con M4, M5, M6, M7 y M8.
- vi. M2 con M3, M4, M5, M6, M7 y M8.
- vii. M1 con M2, M3, M4, M5, M6, M7 y M8.

Con este análisis matemático, se presenta la Tabla 4.3 con los coeficientes X_{ij} que está en relación con lo presentado en la Tabla 4.1.

Coeficiente $i \setminus j$ X_{ij}	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8
M1		0	1	1	1	1	0	1
M2			1	0	0	0	0	0
M3				1	1	1	0	1
M4					1	1	1	1
M5						1	1	1
M6							1	1
M7								1
M8								

Tabla 4.3.- Cálculo del coeficiente X_{ij}

De tal forma, que empleando la ecuación 4.1.1, se calculan los coeficientes S_{ij} , los cuales vienen a ser los coeficientes de similitud de Jaccard, los mismos que se muestran en la Tabla 4.4.

Coeficientes de similitud S_{ij}	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8
M1		0	0,33	0,33	0,25	0,33	0	0,33
M2			0,50	0	0	0	0	0
M3				0,33	0,25	0,33	0	0,33
M4					0,25	0,33	0,33	0,33
M5						0,25	0,33	0,33
M6							0,33	0,33
M7								0,33
M8								

Tabla 4.4.- Cálculo del coeficiente de similitud S_{ij}

Con esto, se grafica en un Dendrograma para lo cual aplicando este concepto que está relacionado con Jaccard, se obtiene la Figura 4.2.

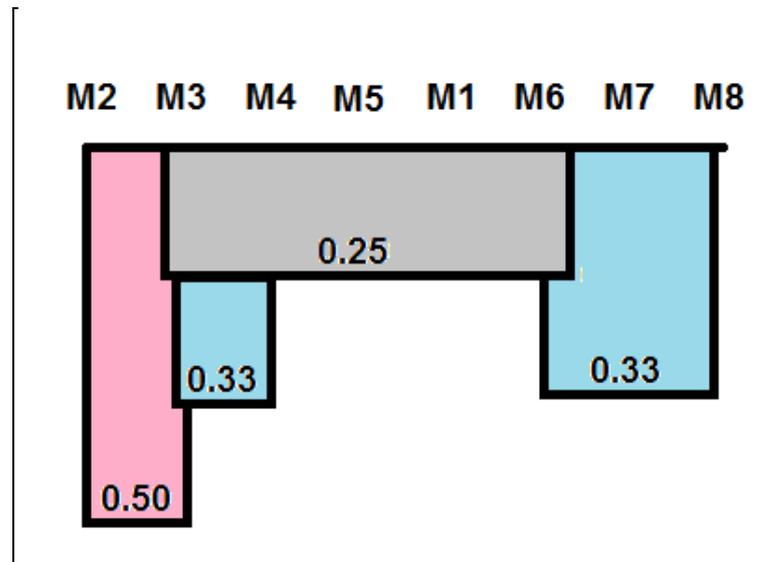


Figura 4.2.- Dendrograma de similitud del modelo propuesto

En ella se puede identificar claramente cuáles son las tareas de mayor similitud y cuáles de menos similitud, resultado que servirá para el cálculo siguiente de secuenciación de la producción.

Así por ejemplo, el anillero tiene una participación importante en la cadena de producción, pero su importancia no es mayor que la del Jaretero, Winchero 1, winchero 2 y Moñero.

Los estibadores tienen el mismo nivel de importancia que la del anillero y el operador de equipos en la maniobra de la recogida de la red de cerco, mientras que el popero y el Winchero 1 tienen otro nivel de importancia.

Esto permite visualizar de una forma práctica las importancias, y no da lugar a subjetividades en la apreciación.

4.2 Obtención de la secuenciación de la producción.

Para aplicar el método de la persecución del objetivo, se parte de los resultados obtenidos del coeficiente de similitud de Jaccard, para aplicar la ecuación 3.3.4, la cual corresponde a una serie de interacciones definidas desde $k=1$ hasta $k=n-1$ tal como se explicó en el capítulo anterior.

Para aplicar el método, debemos encontrar el Valor de la matriz Q tal como se especificó, que corresponde a la cantidad de producción planificada.

Para este caso del modelo, los valores Q se estiman para cada tarea de la Tabla 4.1, en la cual a cada una de estas se les da un tiempo para realizar la maniobra.

De acuerdo al tiempo seleccionado de 50 minutos para el modelo de recogida de la red de cerco, las anillas, cabo de jareta y tira de popa como antes se explicó, se define la matriz $[Q_i]$, que va a corresponder a los siguientes elementos.

$$[Q_i] = \begin{bmatrix} \text{Tiempo de recogida de la jareta} & \text{Tiempo de recogida de la tira de popa} & \text{Tiempo de recogida de las anillas} & \text{Tiempo de estibada de la red} \end{bmatrix} ;$$

Ecuación 4.2.1

Los tiempos son los mismos para todos, excepto para la tira de popa cuya maniobra conlleva unos 20 minutos únicamente. Como el tiempo total es de 50 minutos, la matriz $[Q_i]$ queda de la forma siguiente reemplazando en la ecuación 3.2.1.

$$[Q_i] = [50 \quad 20 \quad 50 \quad 50]_{1 \times 4} ; \text{ ecuación 4.2.2}$$

En base a la ecuación de similitud $[b_{ij}]$, se definen los tiempos compartidos por los que realizan una misma tarea. Por ejemplo el popero por su ubicación en el modelo productivo, es el único que estiba el cable de la tira de popa, por ende su participación es de 1 en la posición b22, que corresponde a la actividad M2 de las columnas y la de recogida del cable en las filas.

En otro ejemplo, el winchero 2 o M4 comparte la actividad proporcionalmente en el modelo según las similitudes definidas con Jaccard, entre las tareas de la recogida del cabo de jareta y la recogida de las anillas. Es decir, el tiempo

total lo consume en subir el cabo, pero también en mover el cabo que ayudará al anillero M6. Por ello en la posición b16 y b36, el valor de la matriz en estas ubicaciones definidas para la matriz $[b_{ij}]$ equivalen a 0,50 y 0,50 respectivamente.

En el caso del Moñero o M5, comparte la actividad proporcionalmente en el modelo según las similitudes definidas con Jaccard, entre las tareas de la recogida del cabo de jareta, la recogida de las anillas y la recogida de la red.

Es decir, el tiempo total se consume en esperar que suba el cabo, pero también en esperar que el anillero M6 retire la anilla del cabo y en que se estibe la red. Todas esas tareas tienen similitud con su actividad.

Por ello en la posición b15, b35 y b45, el valor de la matriz en estas ubicaciones definidas para la matriz $[b_{ij}]$ equivalen a 0,40, 0,40 y 0,20 respectivamente cuya proporcionalidad es debida a la importancia definida por Jaccard, ya que ello ocupa más del tiempo.

No significa que realice las diferentes tareas al mismo tiempo, sino que su tiempo se consume entre las actividades relacionadas.

Así mismo, definiendo de acuerdo con los datos del modelo productivo los otros términos de la matriz $[b_{ij}]$, se tiene la ecuación 4.2.3, en la cual se aprecian todos los valores de la matriz, que servirá para realizar la secuenciación respectiva.

$$[b_{ij}] = \begin{bmatrix} 0,50 & 0 & 0,20 & 0,50 & 0,40 & 0,50 & 0 & 0,50 \\ 0 & 1,00 & 0,50 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0,50 & 0 & 0 & 0,50 & 0,40 & 0,50 & 0,50 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0,20 & 0 & 0,50 & 0,50 \end{bmatrix}_{4 \times 8} ;$$

Ecuación 4.2.3

De tal forma, que la Matriz $[N_j]$ queda como sigue.

$$[N_i] = [50 \quad 20 \quad 20 \quad 50 \quad 50 \quad 50 \quad 50 \quad 50]_{1 \times 4} ;$$

Ecuación 4.2.4

Lo cual se define asignado los tiempos de tarea a cada actividad M#. Por ejemplo el Jaretero trabaja 50 minutos, el popero 20 minutos, el winchero (1) 20 minutos y así sucesivamente, de acuerdo al tiempo de la maniobra en el modelo que fue explicado en la definición del modelo.

Así, se verifica el cumplimiento de la ecuación 4.2.4 para el método seleccionado.

$$\begin{aligned}
 [N_j] &= [Q_i][b_{ij}] \equiv [50 \ 20 \ 20 \ 50 \ 50 \ 50 \ 50 \ 50]_{1 \times 4} = \\
 &= [50 \ 20 \ 50 \ 50]_{1 \times 4} \begin{bmatrix} 0,50 & 0 & 0,20 & 0,50 & 0,40 & 0,50 & 0 & 0,50 \\ 0 & 1,00 & 0,50 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0,50 & 0 & 0 & 0,50 & 0,40 & 0,50 & 0,50 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0,20 & 0 & 0,50 & 0,50 \end{bmatrix}_{4 \times 8}
 \end{aligned}$$

Definido estos términos productivos de $[N_j] = [Q_i][b_{ij}]$, se puede proceder a realizar la interacción empleando la ecuación 3.3.5 $D_k = |G_k - P_k| = \sqrt{\sum_{i=1}^{\beta} \left(\frac{K * N_i}{Q} - X_{ik} - b_{ij} \right)^2}$, definida para el método de secuenciación seleccionado.

Para realizar las interacciones, se emplea una hoja de Excel, obteniéndose que luego de 170 interacciones el modelo converge a los valores de $[N_j]$ en las columnas de X_{ik} .

En la Tabla 4.5, Tabla 4.6 y Tabla 4.7 se muestran a modo de ejemplo 3 interacciones completas para $K=1$, $K=2$ y $K=3$ respectivamente. En ella se aprecia que se calcula D para los valores $D_{1,1}$, $D_{1,2}$, $D_{1,3}$ y $D_{1,4}$ en la cual se selecciona el menor valor de D para que la columna b afecte la siguiente interacción, tal como se explicó en la definición del método de secuenciación.

Esto define la secuencia que se emplea, en este caso para $K=1$ es la A1, para $K=2$ es la A2 y para $K=2$ es la A3, las cuales tienen el menor valor de D .

Estos valores de A1, A2, A3 y A4 empleados son simples nomenclaturas empleadas en la hoja de Excel para control. Estas representan a las tareas ya indicadas.

- A1, recogida del cabo de jareta.
- A2, recogida del cable de tira de popa.
- A3, recogida de las anillas.
- A4, recogida de la red.

Para $k=1$										
A1										
i	j	K	N_j	Q	$j, k -1$	$X_{j,k} -1$	i, j	$b_{i,j}$	$(K*N_j/Q - X_{j,k-1} - b_{i,j})^2$	
1	1	1	50	170	1, 0	0	1, 1	0,5	0,04	
1	2	1	20	170	2, 0	0	1, 2	0	0,01	
1	3	1	20	170	3, 0	0	1, 3	0,2	0,01	
1	4	1	50	170	4, 0	0	1, 4	0,5	0,04	
1	5	1	50	170	5, 0	0	1, 5	0,4	0,01	
1	6	1	50	170	6, 0	0	1, 6	0,5	0,04	
1	7	1	50	170	7, 0	0	1, 7	0	0,09	
1	8	1	50	170	8, 0	0	1, 8	0,5	0,04	
									<u>0,29</u>	
$D_{k,i} = D \quad 1 \quad ,1 = 0,54$										

A2										
i	j	K	Nj	Q	j, k -1	Xj,k -1	ij	bi,j	$(K*Nj/Q - Xj,k-1 - bi,j)^2$	
1	1	1	50	170	1, 0	0	1, 1	0	0,09	
1	2	1	20	170	2, 0	0	1, 2	1	0,78	
1	3	1	20	170	3, 0	0	1, 3	0,5	0,15	
1	4	1	50	170	4, 0	0	1, 4	0	0,09	
1	5	1	50	170	5, 0	0	1, 5	0	0,09	
1	6	1	50	170	6, 0	0	1, 6	0	0,09	
1	7	1	50	170	7, 0	0	1, 7	0	0,09	
1	8	1	50	170	8, 0	0	1, 8	0	0,09	
										<u>1,44</u>
$D_{k,i} = D_{1,2} = 1,20$										
A3										
i	j	K	Nj	Q	j, k -1	Xj,k -1	ij	bi,j	$(K*Nj/Q - Xj,k-1 - bi,j)^2$	
1	1	1	50	340	1, 0	0	1, 1	0,5	0,12	
1	2	1	20	170	2, 0	0	1, 2	0	0,01	
1	3	1	20	170	3, 0	0	1, 3	0	0,01	
1	4	1	50	170	4, 0	0	1, 4	0,5	0,04	
1	5	1	50	170	5, 0	0	1, 5	0,4	0,01	
1	6	1	50	170	6, 0	0	1, 6	0,5	0,04	
1	7	1	50	170	7, 0	0	1, 7	0,5	0,04	
1	8	1	50	170	8, 0	0	1, 8	0	0,09	
										0,38
$D_{k,i} = D_{1,3} = 0,61$										

A4										
i	j	K	Nj	Q	j, k -1	Xj,k -1	i,j	bi,j	$(K \cdot N_j / Q - X_{j,k-1} - b_{i,j})^2$	
1	1	1	50	340	1, 0	0	1, 1	0	0,02	
1	2	1	20	170	2, 0	0	1, 2	0	0,01	
1	3	1	20	170	3, 0	0	1, 3	0	0,01	
1	4	1	50	170	4, 0	0	1, 4	0	0,09	
1	5	1	50	170	5, 0	0	1, 5	0,2	0,01	
1	6	1	50	170	6, 0	0	1, 6	0	0,09	
1	7	1	50	170	7, 0	0	1, 7	0,5	0,04	
1	8	1	50	170	8, 0	0	1, 8	0,5	0,04	
									<u>0,32</u>	
<p style="text-align: right;">$D_{k,i} = D \quad 1 \quad ,4 = 0,56$</p> <p>El menor valor de $D_{k,i}$ es 0,54 correspondiente a A1</p> <p>El programa secuencial siguiente es de la forma $X_{j, 1} = X_{j, 0} + b \quad 1 \quad ,j$</p>										

Tabla 4.5.- Secuencia para el valor de K=1

Para k=2										
A1										
i	j	K	N _j	Q	j, k -1	X _{j,k} -1	i, j	b _{i,j}	(K*N _j /Q - X _{j,k-1} - b _{i,j}) ²	
1	1	2	50	170	1, 1	0,5	1, 1	0,5	0,17	
1	2	2	20	170	2, 1	0	1, 2	0	0,06	
1	3	2	20	170	3, 1	0,2	1, 3	0,2	0,03	
1	4	2	50	170	4, 1	0,5	1, 4	0,5	0,17	
1	5	2	50	170	5, 1	0,4	1, 5	0,4	0,04	
1	6	2	50	170	6, 1	0,5	1, 6	0,5	0,17	
1	7	2	50	170	7, 1	0	1, 7	0	0,35	
1	8	2	50	170	8, 1	0,5	1, 8	0,5	0,17	
									<u>1,15</u>	
$D_{k,i} = D^2_{,1} = 1,07$										
A2										
i	j	K	N _j	Q	j, k -1	X _{j,k} -1	i, j	b _{i,j}	(K*N _j /Q - X _{j,k-1} - b _{i,j}) ²	
1	1	2	50	170	1, 1	0,5	1, 1	0	0,01	
1	2	2	20	170	2, 1	0	1, 2	1	0,58	
1	3	2	20	170	3, 1	0,2	1, 3	0,5	0,22	
1	4	2	50	170	4, 1	0,5	1, 4	0	0,01	
1	5	2	50	170	5, 1	0,4	1, 5	0	0,04	
1	6	2	50	170	6, 1	0,5	1, 6	0	0,01	
1	7	2	50	170	7, 1	0	1, 7	0	0,35	
1	8	2	50	170	8, 1	0,5	1, 8	0	0,01	
									<u>1,21</u>	
$D_{k,i} = D^2_{,2} = 1,10$										

A3									
i	j	K	N _j	Q	$j, k - 1$	$X_{j,k} - 1$	i, j	$b_{i,j}$	$(K \cdot N_j / Q - X_{j,k-1} - b_{i,j})^2$
1	1	2	50	170	1, 1	0,5	1, 1	0,5	0,17
1	2	2	20	170	2, 1	0	1, 2	0	0,06
1	3	2	20	170	3, 1	0,2	1, 3	0	0,00
1	4	2	50	170	4, 1	0,5	1, 4	0,5	0,17
1	5	2	50	170	5, 1	0,4	1, 5	0,4	0,04
1	6	2	50	170	6, 1	0,5	1, 6	0,5	0,17
1	7	2	50	170	7, 1	0	1, 7	0,5	0,01
1	8	2	50	170	8, 1	0,5	1, 8	0	0,01
									<u>0,63</u>
$D_{k,i} = D_{2,3} = 0,79$									
A4									
i	j	K	N _j	Q	$j, k - 1$	$X_{j,k} - 1$	i, j	$b_{i,j}$	$(K \cdot N_j / Q - X_{j,k-1} - b_{i,j})^2$
1	1	2	50	170	1, 1	0,5	1, 1	0	0,01
1	2	2	20	170	2, 1	0	1, 2	0	0,06
1	3	2	20	170	3, 1	0,2	1, 3	0	0,00
1	4	2	50	170	4, 1	0,5	1, 4	0	0,01
1	5	2	50	170	5, 1	0,4	1, 5	0,2	0,00
1	6	2	50	170	6, 1	0,5	1, 6	0	0,01
1	7	2	50	170	7, 1	0	1, 7	0,5	0,01
1	8	2	50	170	8, 1	0,5	1, 8	0,5	0,17
									<u>0,26</u>
<p style="text-align: center;">El menor valor de $D_{k,i}$ es $D_{k,i} = D_{2,4} = 0,51$</p> <p style="text-align: center;">0,51 correspondiente a A4</p> <p style="text-align: center;">El programa secuencial siguiente es de la forma $X_{j, 2} = X_{j, 1} + b_{2, j}$</p>									

Tabla 4.6.- Secuencia para el valor de K=2

Para k=3										
A1										
i	j	K	N _j	Q	j, k -1	X _{j,k} -1	i _j	b _{i,j}	(K*N _j /Q - X _{j,k-1} - b _{i,j}) ²	
1	1	3	50	170	1, 2	0,5	1, 1	0,5	0,01	
1	2	3	20	170	2, 2	0	1, 2	0	0,12	
1	3	3	20	170	3, 2	0,2	1, 3	0,2	0,00	
1	4	3	50	170	4, 2	0,5	1, 4	0,5	0,01	
1	5	3	50	170	5, 2	0,6	1, 5	0,4	0,01	
1	6	3	50	170	6, 2	0,5	1, 6	0,5	0,01	
1	7	3	50	170	7, 2	0,5	1, 7	0	0,15	
1	8	3	50	170	8, 2	1	1, 8	0,5	0,38	
									<u>0,71</u>	
$D_{k,i} = D_{3,1} = 0,84$										
A2										
i	j	K	N _j	Q	j, k -1	X _{j,k} -1	i _j	b _{i,j}	(K*N _j /Q - X _{j,k-1} - b _{i,j}) ²	
1	1	3	50	170	1, 2	0,5	1, 1	0	0,15	
1	2	3	20	170	2, 2	0	1, 2	1	0,42	
1	3	3	20	170	3, 2	0,2	1, 3	0,5	0,12	
1	4	3	50	170	4, 2	0,5	1, 4	0	0,15	
1	5	3	50	170	5, 2	0,6	1, 5	0	0,08	
1	6	3	50	170	6, 2	0,5	1, 6	0	0,15	
1	7	3	50	170	7, 2	0,5	1, 7	0	0,15	
1	8	3	50	170	8, 2	1	1, 8	0	0,01	
									<u>1,22</u>	
$D_{k,i} = D_{3,2} = 1,10$										

A3									
i	j	K	N _j	Q	j, k -1	X _{j,k} -1	i, j	b _{i,j}	(K*N _j /Q - X _{j,k-1} - b _{i,j}) ²
1	1	3	50	170	1, 2	0,5	1, 1	0,5	0,01
1	2	3	20	170	2, 2	0	1, 2	0	0,12
1	3	3	20	170	3, 2	0,2	1, 3	0	0,02
1	4	3	50	170	4, 2	0,5	1, 4	0,5	0,01
1	5	3	50	170	5, 2	0,6	1, 5	0,4	0,01
1	6	3	50	170	6, 2	0,5	1, 6	0,5	0,01
1	7	3	50	170	7, 2	0,5	1, 7	0,5	0,01
1	8	3	50	170	8, 2	1	1, 8	0	0,01
									<u>0,23</u>
$D_{k,i} = D_{3,3} = 0,48$									
A4									
i	j	K	N _j	Q	j, k -1	X _{j,k} -1	i, j	b _{i,j}	(K*N _j /Q - X _{j,k-1} - b _{i,j}) ²
1	1	3	50	170	1, 2	0,5	1, 1	0	0,15
1	2	3	20	170	2, 2	0	1, 2	0	0,12
1	3	3	20	170	3, 2	0,2	1, 3	0	0,02
1	4	3	50	170	4, 2	0,5	1, 4	0	0,15
1	5	3	50	170	5, 2	0,6	1, 5	0,2	0,01
1	6	3	50	170	6, 2	0,5	1, 6	0	0,15
1	7	3	50	170	7, 2	0,5	1, 7	0,5	0,01
1	8	3	50	170	8, 2	1	1, 8	0,5	0,38
									<u>0,99</u>
El menor valor de $D_{k,i}$ es									$D_{k,i} = D_{3,4} = 0,99$
0,48 correspondiente a A3									
El programa secuencial siguiente es de la									
forma $X_{j,3} = X_{j,2} + b_{3,j}$									

Tabla 4.7.- Secuencia para el valor de K=3

El proceso llegó a ser convergente a las 170 interacciones o valor $k=170$, luego del cual comienza a repetirse la secuencia total.

4.3 Comentario sobre los resultados.

Como mencionaba anteriormente, el método converge en 170 interacciones, las cuales se presenta en un resumen en el Apéndice.

Para visualizar que resultados presenta el modelo, revisando los valores de A completos para las 170 interacciones, el método produce subsecuencias repetitivas de los trabajos, las cuales se han identificado cada 17 interacciones y son las siguientes:

A1 → A4 → A3 → A2 → A3 → A1 → A4 → A3 → A4 → A1 → A4 → A1
 → A3 → A2 → A3 → A4 → A1

Es decir, 10 veces se repite este bloque, permitiendo que cada persona cumpla el total de su actividad en el tiempo asignado.

En la Tabla 4.8, se presentan los resultados de las 17 interacciones, observándose en las columnas X_{ik} , cómo se va incrementado el tiempo de la maniobra. Por ejemplo, para el jaretero equivale a un tiempo de 5 minutos

de tareas y las veces que aparece variando su valor, son las veces en la cual debe trabajar sobre esta actividad.

Así 10 veces se ejecuta la misma maniobra en este periodo de tiempo.

K	D _{k,1}	D _{k,2}	D _{k,3}	D _{k,3}	X _{1,k}	X _{2,k}	X _{3,k}	X _{4,k}	X _{5,k}	X _{6,k}	X _{7,k}	X _{8,k}	A _i
1	0,54	1,20	0,61	0,56	0,5	-	0,20	0,50	0,40	0,50	-	0,50	A1
2	1,07	1,10	0,79	0,51	0,5	-	0,20	0,50	0,60	0,50	0,50	1,00	A4
3	0,84	1,10	0,48	0,99	1	-	0,20	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	A3
4	0,85	0,72	0,89	0,77	1	1,00	0,70	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	A2
5	0,70	1,92	0,64	0,96	1,5	1,00	0,70	1,50	1,40	1,50	1,50	1,00	A3
6	0,66	1,71	z	0,67	2	1,00	0,90	2,00	1,80	2,00	1,50	1,50	A1
7	1,01	1,56	0,98	0,24	2	1,00	0,90	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	A4
8	0,49	1,44	0,47	0,67	2,5	1,00	0,90	2,50	2,40	2,50	2,50	2,00	A3
9	0,67	1,25	0,98	0,49	2,5	1,00	0,90	2,50	2,60	2,50	3,00	2,50	A4
10	0,24	1,28	0,79	1,01	3	1,00	1,10	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	A1
11	0,67	0,96	0,70	0,66	3	1,00	1,10	3,00	3,20	3,00	3,50	3,50	A4
12	0,64	1,15	0,70	1,25	3,5	1,00	1,30	3,50	3,60	3,50	3,50	4,00	A1
13	0,98	0,89	0,72	1,07	4	1,00	1,30	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	A3
14	1,06	0,48	1,10	0,94	4	2,00	1,80	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	A2
15	0,56	1,68	0,51	0,79	4,5	2,00	1,80	4,50	4,40	4,50	4,50	4,00	A3
16	0,62	1,48	0,93	0,54	4,5	2,00	1,80	4,50	4,60	4,50	5,00	4,50	A4
17	0,00	1,50	0,73	1,04	5	2,00	2,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	A1

Tabla 4.8.- Bloque de subsecuencias

No así, el popero, que dos veces debe interactuar en el winche para subir la tira de popa y poder llegar a cumplir el tiempo establecido.

Para observar la secuencia que se obtiene y la actividad de la gente a bordo, se presenta una esquematización de la subsecuencia de 17 interacciones en la Tabla 4.9.

Allí en los esquemas, se visualizan los tiempos en los cuales trabaja cada persona o grupo de gente, en el caso del M8 que corresponde a los estibadores.

Tal como se comentó anteriormente, se aprecia la importancia de cada uno y la cantidad de veces que laboran, quien hace más esfuerzo, quien debería ser mejor reconocido y su ubicación en el modelo productivo.

En el instante que el modelo comienza a presentar resultados a partir de la figura base, observamos que todos los tripulantes están ubicados en sus sitios. En primera instancia, trabajan los relacionados con la recogida de la jareta.

En la solución A1, el winchero 2 en conjunto con el jaretero comienza a recoger el cabo, mientras el winchero 1 que tiene el cable de la tira de popa en el mismo winche pero en diferente tambor, debe dejarlo resbalar para que el jaretero realice su labor. El anillero y el moñero participan, ya que en este

lapso está por subir una anilla cuyo tiempo será compartido en la siguiente actividad.

Por ello, en la siguiente actividad A4, el anillero saca su anilla mientras el operador de equipos mueve el power block para que los estibadores puedan comenzar a estibar su red.

Pasado este tiempo definido en X, en la actividad A3 el jaretero continua su labor de seguir subiendo la jareta mientras el winchero 2 está permitiendo que sea halada por el winche. Pero en este mismo instante, el anillero está pendiente de que suba la otra anilla y emplea parte de su tiempo en esta actividad.

Así mismo, el operador de equipos opera el power block para que el moñero pueda realizar su trabajo.

Luego es el tiempo de A2, en el cual el cable de tira de popa continúa recogéndose en conjunto con el winchero 1.

Allí se obtiene la actividad A3, en la cual el jaretero continúa su labor de seguir subiendo la jareta, mientras el winchero 2 está permitiendo que sea

halada por el winche. En este mismo instante, el anillero está pendiente de retirar su anilla.

En este punto avanza la actividad A1, en la cual el winchero 2 en conjunto con el jaretero, comienza a recoger el cabo, mientras el winchero 1 que tiene el cable de la tira de popa en el mismo winche, pero en diferente tambor lo deja resbalar para que el jaretero realice su labor. El anillero y el moñero participan otra vez en este lapso ya que está por subir una anilla cuyo tiempo será compartido en la siguiente actividad.

Allí llegó el turno de la actividad A4, el anillero saca su anilla mientras el operador de equipos mueve el power block para que los estibadores puedan comenzar a estibar su red.

Siguiendo con la actividad A3, el jaretero continua su labor de seguir subiendo la jareta y el winchero 2 está permitiendo que sea halada por el winche. En este mismo instante, el anillero está pendiente de que suba la otra anilla.

Para que la maniobra no se detenga, se desarrolla la actividad A4, el anillero saca su anilla mientras el operador de equipos mueve el power block para

que los estibadores puedan comenzar a estibar su red en la popa de la embarcación.

El programa genera que sigue otra vez la actividad A1, para que el winchero 2 en conjunto con el jaretero sigan recogiendo el cabo de jareta, mientras el winchero 1 tiene el cable de la tira de popa en el mismo winche pero en diferente tambor y lo deja resbalar para que el jaretero realice su labor. El anillero y el moñero participan otra vez en este lapso ya que está por subir una anilla cuyo tiempo será compartido en la siguiente actividad.

Nuevamente se obtiene la actividad A3, en la cual el jaretero continua su labor de seguir subiendo la jareta mientras el winchero 2 está permitiendo que sea halada por el winche. Esto ocurre porque en este mismo instante, el anillero está pendiente de retirar su anilla, que otra vez está ascendiendo al buque agarrada en el cabo de jareta y debe cortar el amarre a la misma.

Luego es el tiempo de A2 que ha estado en espera, en la cual el cable de tira de popa continúa recogiéndose en conjunto con el winchero 1.

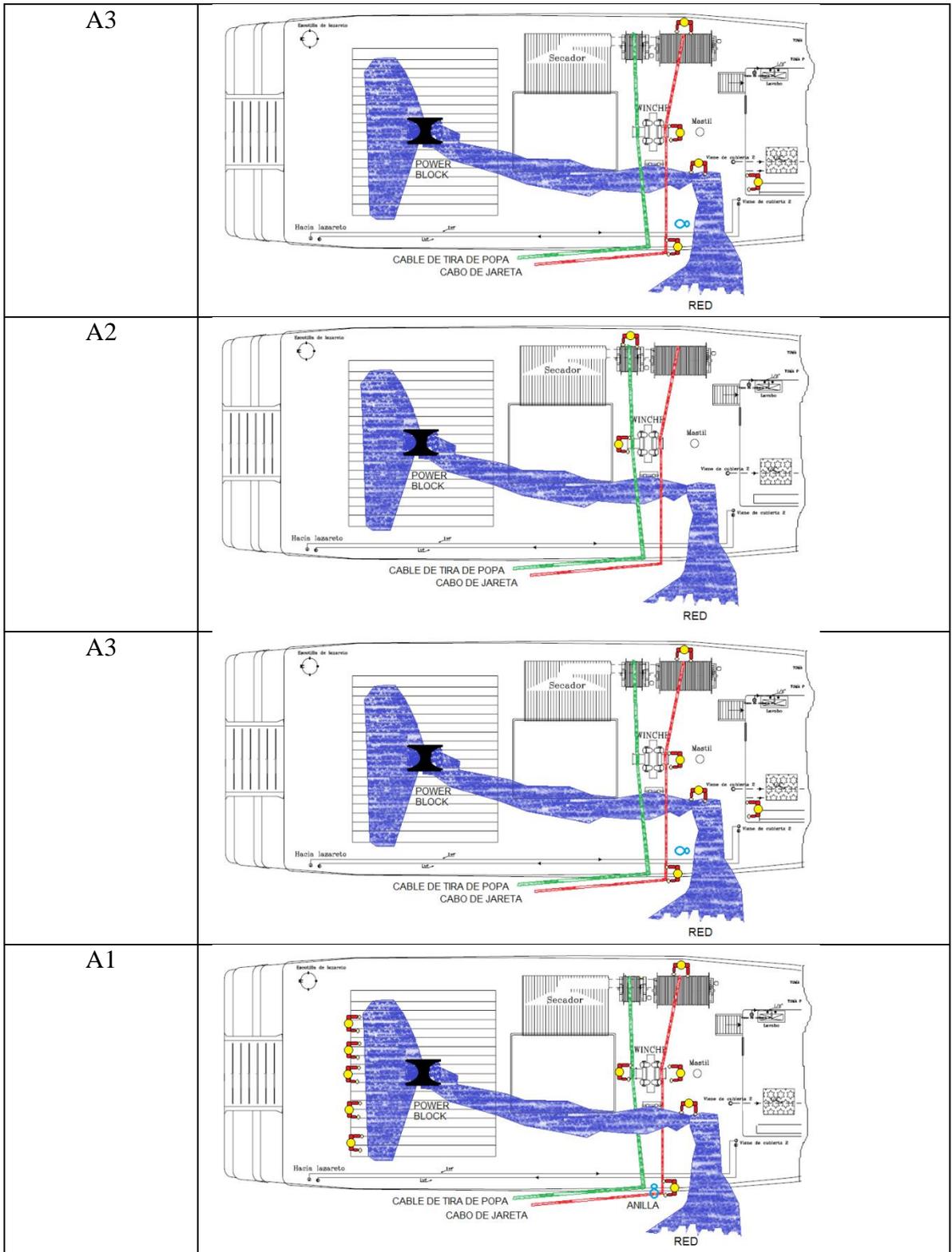
La actividad A3 debe realizarse nuevamente, ya que el jaretero continua su labor de seguir subiendo la jareta, mientras el winchero 2 está permitiendo que sea halada por el winche colocando el cabo mientras hace girar este

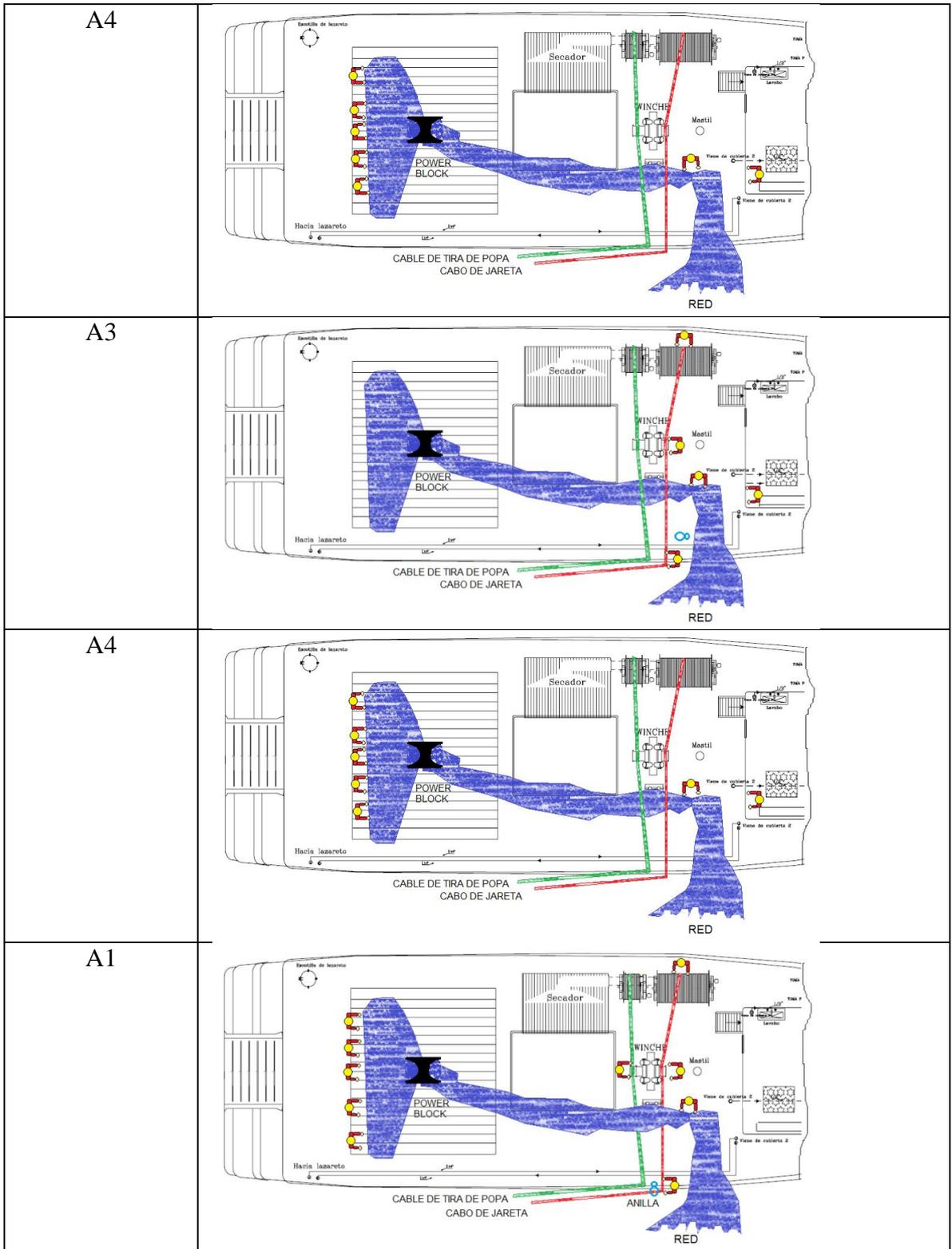
equipo. Esto se da al mismo instante en que el anillero está pendiente de retirar su anilla, que otra vez está ascendiendo al buque por el cabo de jareta.

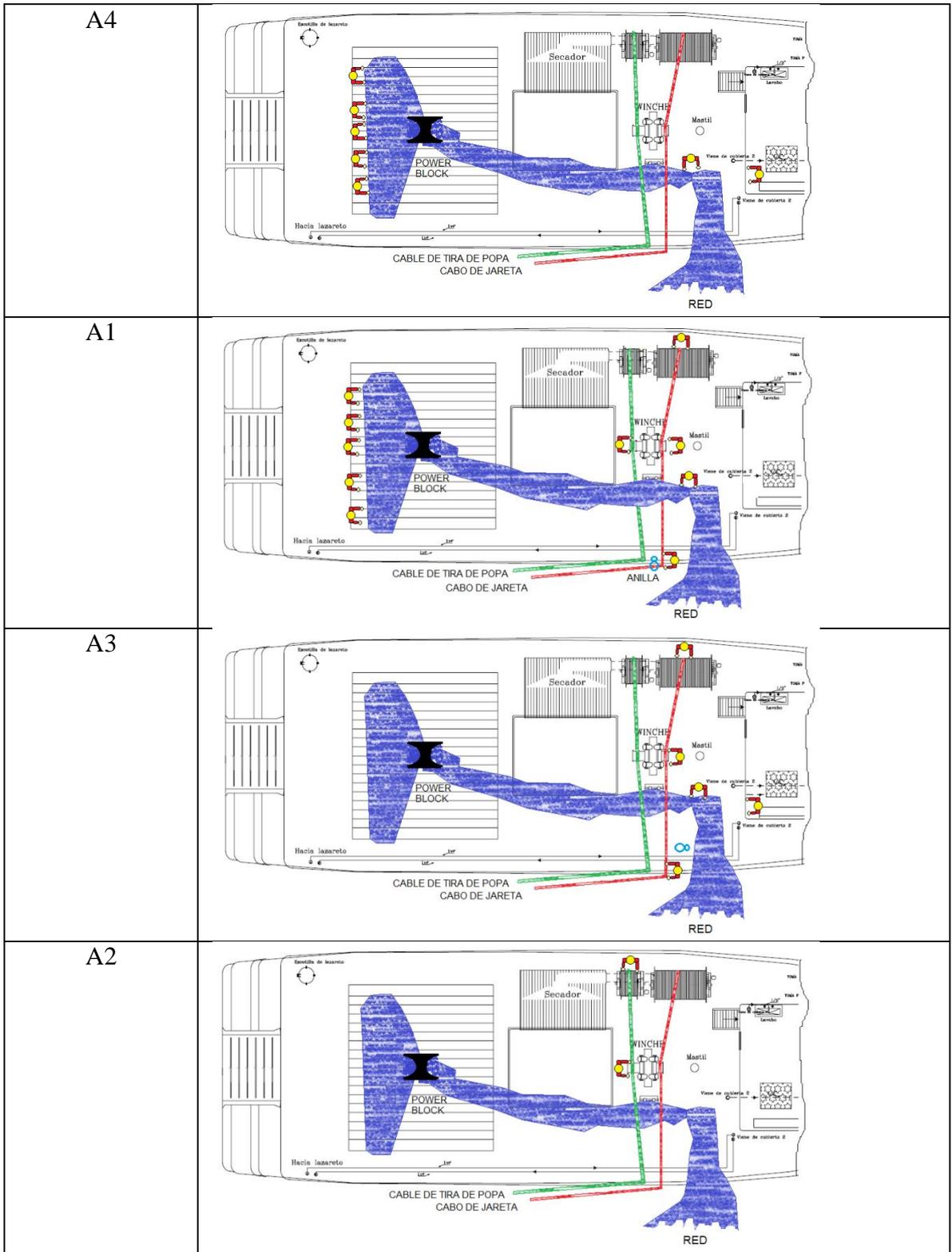
La maniobra continúa en incesante actividad y aparece otra vez la actividad A4 en la que el anillero saca su anilla mientras el operador de equipos mueve el power block, para que los estibadores puedan comenzar a estibar su red en la popa de la embarcación.

Finalmente para terminar la subsecuencia, debe otra vez realizarse la actividad A1 con el winchero 2 en conjunto con el jaretero para que sigan recogiendo el cabo de jareta, mientras el winchero 1 que tiene el cable de la tira de popa en el mismo winche pero en diferente tambor y lo deja resbalar para que el jaretero realice su labor. El anillero y el moñero participan otra vez en este lapso ya que está por subir una anilla cuyo tiempo será compartido en la siguiente subsecuencia de 17 actividades en 10 minutos más.

SECUENCIA	SIMULACIÓN
BASE	<p>The diagram shows a top-down view of a ship's deck. On the left is the 'Hacia lazareto' area with a 'POWER BLOCK' and a row of yellow buoys. In the center is a 'Secador' (drying rack). On the right is a 'WINCHE' (winch) on a 'Mastil' (mast), with 'Vase de cubierta 2' (deck winches) nearby. A blue net ('RED') is deployed from the stern towards the right. A green line ('CABLE DE TIRA DE POPA') and a red line ('CABO DE JARETA') run from the stern towards the winch. A red ring ('ANILLA') is positioned near the winch. The net is shown in its initial, somewhat loose configuration.</p>
A1	<p>This diagram is identical to the 'BASE' state, showing the same deck layout and equipment. The blue net ('RED') is in the same position, and the green and red lines ('CABLE DE TIRA DE POPA' and 'CABO DE JARETA') are also in the same positions. The configuration appears to be a slight adjustment or a different view of the same setup.</p>
A4	<p>This diagram is also identical to the 'BASE' state, showing the same deck layout and equipment. The blue net ('RED') is in the same position, and the green and red lines ('CABLE DE TIRA DE POPA' and 'CABO DE JARETA') are also in the same positions. The configuration appears to be a slight adjustment or a different view of the same setup.</p>







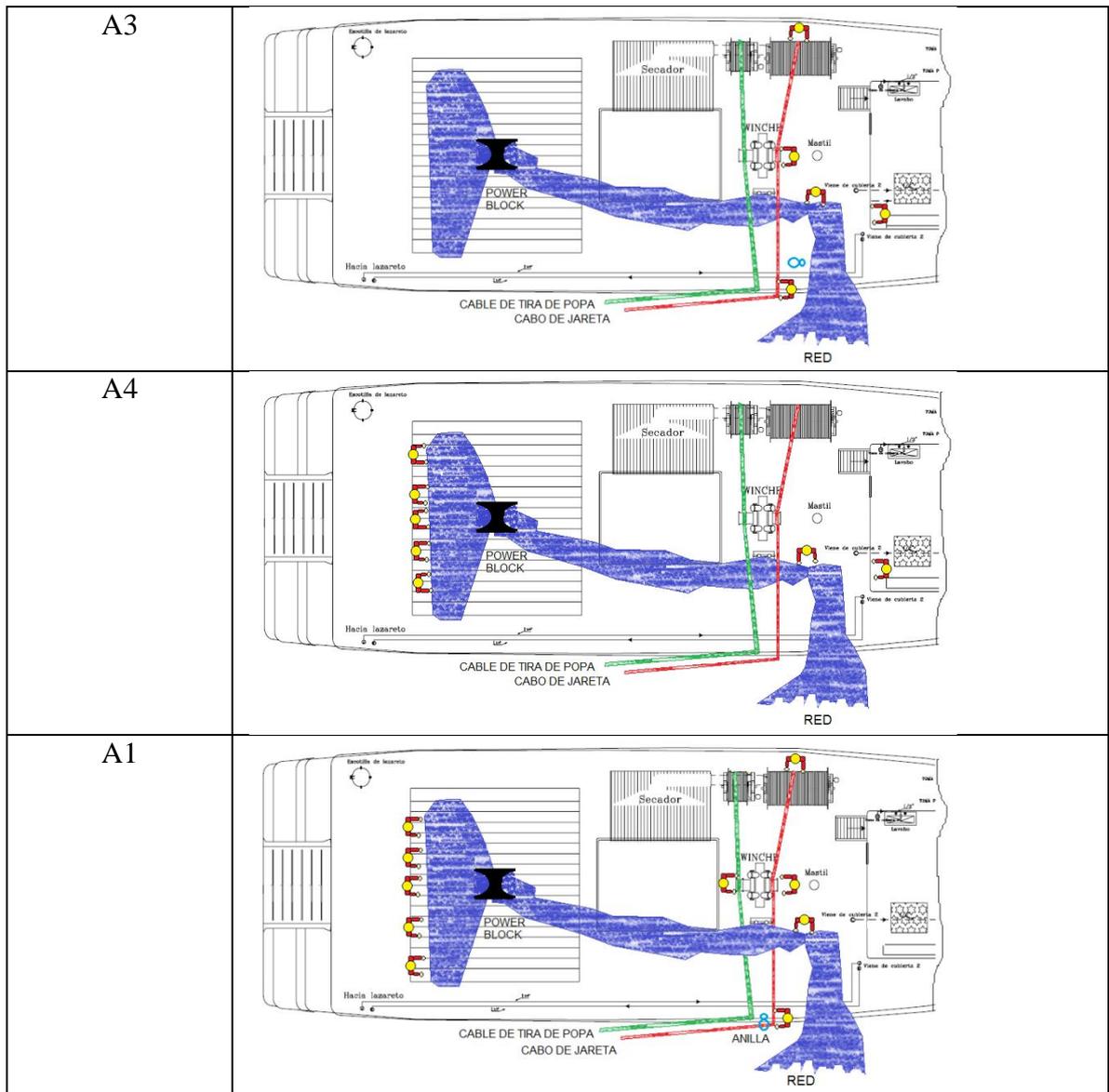


Tabla 4.9.- Esquematzación de la subsecuencia

La explicación de la subsecuencia de 17 actividades descrita, muestra que el modelo presente la incesante actividad en la cubierta de pesca y la importancia de que no falle alguno en la maniobra.

Los tiempos de parada y otras causas que caen en eventualidades no planificadas, no están incluidas en el modelo, pero podrían ser objeto de estudios a futuro.

Conclusiones y recomendaciones

Luego de la aplicación de tecnologías de procesos no convencionales para mejorar la productividad de la operación de un buque de pesca pelágica de cerco se tiene las siguientes conclusiones:

CONCLUSIONES

1. Para el área de la pesca, no se han encontrado aplicaciones similares en internet ni en libros de referencia, por lo cual esta es un primer intento de avanzada en aplicar modelos productivos a tareas típicas de a bordo. Es decir el buque produce tareas a bordo y pesca para sus bodegas.
2. La convergencia del modelo en la secuencia número 170, da un buen resultado sobre la forma de trabajo a bordo, y en base a mi experiencia en el trabajo, representa muy bien la actividad del mismo.
3. El modelo productivo está en concordancia con lo que pretende conseguir la legislación marítima en cuanto al honorario o paga de acuerdo con la dificultad de su tarea. Identificando los ítems que más

trabajan o confirmando lo que siempre se ha creído, se puede apoyar formalmente esta medida.

4. El método de similitud de Jaccard, al presentar las células o puestos que tienen una misma similitud, permiten ver la importancia de la persona en la faena y esto puede estar directamente relacionada con el pago a destajo de la pesca al trabajador, ya que se tiene de manera objetiva cual cargo es más importante.
5. Los números de veces que se repiten las interacciones A1, A2, A3 y A4, definen y sirven de comparación para establecer la cantidad de veces que el tripulante ejecuta la maniobra y por ende la cantidad de trabajo que realizar. De tal forma que esto sirve también para decidir su pago a destajo en la pesca, pues estaría relacionado objetivamente con su esfuerzo.
6. La importancia de cada tripulante al estar plenamente identificada en el modelo productivo, permite establecer una jerarquía de importancias a bordo.

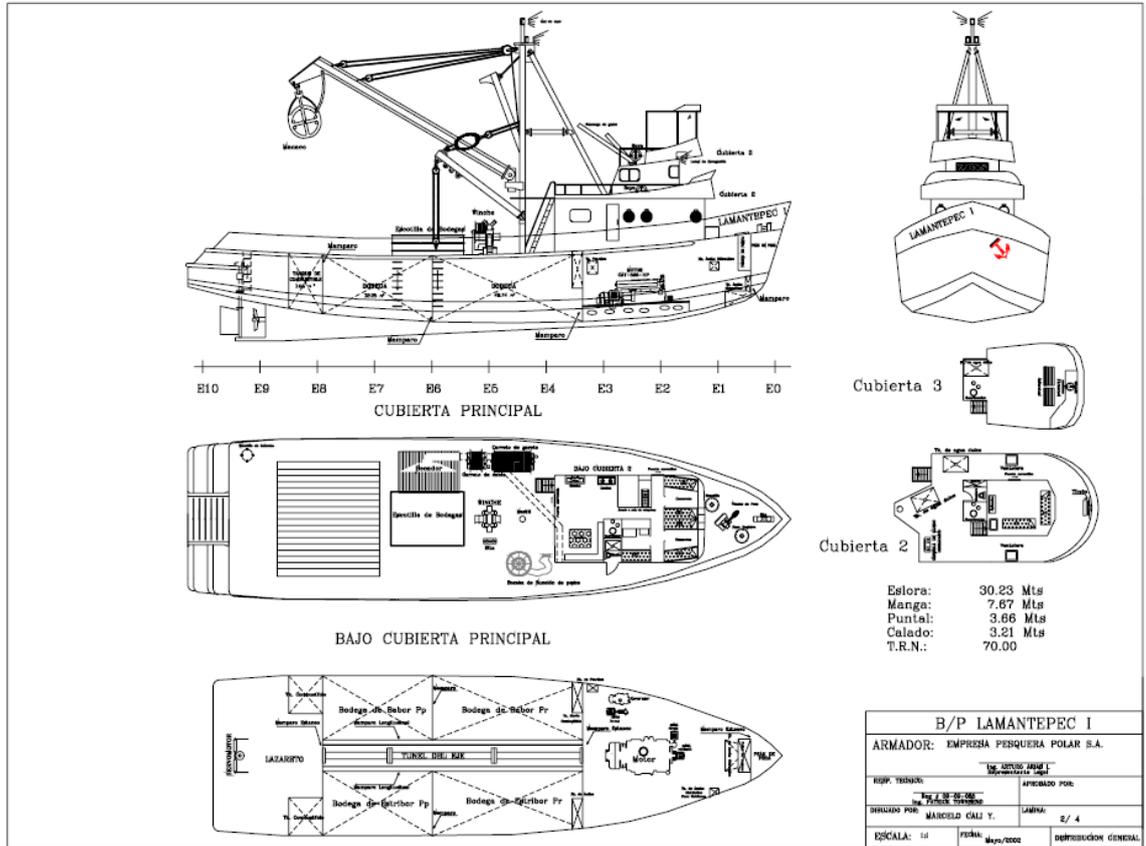
7. La explicación de la subsecuencia de 17 actividades descrita, muestra que el modelo presente la incesante actividad en la cubierta de pesca y la importancia de que no falle ningún trabajador en la maniobra.

RECOMENDACIONES

1. Los tiempos de parada y otras causas que caen en eventualidades no planificadas, no están incluidas en el modelo, pero podrían ser objeto de estudios a futuro.
2. La sustitución de puestos por enfermedad y por accidentes, no están contempladas en el modelo de primer orden y sería interesante para futuros ingenieros complementar este estudio con estas variables.
3. De acuerdo con la teoría estudiada, estas inclusiones comentadas en el punto 1 y 2, requieren de una profunda investigación del tema y de levantamiento de bases de datos de hechos que ocurren en el medio.
4. Sería conveniente que el modelo se haga conocer al medio pesquero, para que los Gerentes, Jefes de Flota y demás personas que se encargan del manejo del personal, vean su aplicación y promuevan este desarrollo.

APÉNDICE Y ANEXOS

Apéndice 1.- Plano de distribución de buque seleccionado



Apéndice 2.- Resumen de interacciones de K desde 1 hasta 170

K	D _{k,1}	D _{k,2}	D _{k,3}	D _{k,3}	X _{1,k}	X _{2,k}	X _{3,k}	X _{4,k}	X _{5,k}	X _{6,k}	X _{7,k}	X _{8,k}	A _i
1	0,54	1,20	0,61	0,56	0,5	-	0,20	0,50	0,40	0,50	-	0,50	A1
2	1,07	1,10	0,79	0,51	0,5	-	0,20	0,50	0,60	0,50	0,50	1,00	A4
3	0,84	1,10	0,48	0,99	1	-	0,20	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	A3
4	0,85	0,72	0,89	0,77	1	1,00	0,70	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	A2
5	0,70	1,92	0,64	0,96	1,5	1,00	0,70	1,50	1,40	1,50	1,50	1,00	A3
6	0,66	1,71	z	0,67	2	1,00	0,90	2,00	1,80	2,00	1,50	1,50	A1
7	1,01	1,56	0,98	0,24	2	1,00	0,90	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	A4
8	0,49	1,44	0,47	0,67	2,5	1,00	0,90	2,50	2,40	2,50	2,50	2,00	A3
9	0,67	1,25	0,98	0,49	2,5	1,00	0,90	2,50	2,60	2,50	3,00	2,50	A4
10	0,24	1,28	0,79	1,01	3	1,00	1,10	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	A1
11	0,67	0,96	0,70	0,66	3	1,00	1,10	3,00	3,20	3,00	3,50	3,50	A4
12	0,64	1,15	0,70	1,25	3,5	1,00	1,30	3,50	3,60	3,50	3,50	4,00	A1
13	0,98	0,89	0,72	1,07	4	1,00	1,30	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	A3
14	1,06	0,48	1,10	0,94	4	2,00	1,80	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	A2
15	0,56	1,68	0,51	0,79	4,5	2,00	1,80	4,50	4,40	4,50	4,50	4,00	A3
16	0,62	1,48	0,93	0,54	4,5	2,00	1,80	4,50	4,60	4,50	5,00	4,50	A4
17	0,00	1,50	0,73	1,04	5	2,00	2,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	A1
18	0,54	1,20	0,54	0,62	5,5	2,00	2,20	5,50	5,40	5,50	5,00	5,50	A1
19	1,07	1,10	0,79	0,51	5,5	2,00	2,20	5,50	5,60	5,50	5,50	6,00	A4
20	0,84	1,10	0,48	0,99	6	2,00	2,20	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00	A3
21	0,85	0,72	0,89	0,77	6	3,00	2,70	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00	A2
22	0,70	1,92	0,64	0,96	6,5	3,00	2,70	6,50	6,40	6,50	6,50	6,00	A3
23	0,66	1,71	0,95	0,67	7	3,00	2,90	7,00	6,80	7,00	6,50	6,50	A1
24	1,01	1,56	0,98	0,24	7	3,00	2,90	7,00	7,00	7,00	7,00	7,00	A4
25	0,49	1,44	0,47	0,67	7,5	3,00	2,90	7,50	7,40	7,50	7,50	7,00	A3
26	0,67	1,25	0,98	0,49	7,5	3,00	2,90	7,50	7,60	7,50	8,00	7,50	A4
27	0,24	1,28	0,79	1,01	8	3,00	3,10	8,00	8,00	8,00	8,00	8,00	A1
28	0,67	0,96	0,70	0,66	8	3,00	3,10	8,00	8,20	8,00	8,50	8,50	A4

29	0,64	1,15	0,70	1,25	8,5	3,00	3,30	8,50	8,60	8,50	8,50	9,00	A1
30	0,98	0,89	0,72	1,07	9	3,00	3,30	9,00	9,00	9,00	9,00	9,00	A3
31	1,06	0,48	1,10	0,94	9	4,00	3,80	9,00	9,00	9,00	9,00	9,00	A2
32	0,56	1,68	0,51	0,79	9,5	4,00	3,80	9,50	9,40	9,50	9,50	9,00	A3
33	0,62	1,48	0,93	0,54	9,5	4,00	3,80	9,50	9,60	9,50	10,00	9,50	A4
34	0,00	1,50	0,73	1,04	10	4,00	4,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	A1
35	0,54	1,20	0,54	0,62	10,5	4,00	4,20	10,50	10,40	10,50	10,00	10,50	A1
36	1,07	1,10	0,79	0,51	10,5	4,00	4,20	10,50	10,60	10,50	10,50	11,00	A4
37	0,84	1,10	0,48	0,99	11	4,00	4,20	11,00	11,00	11,00	11,00	11,00	A3
38	0,85	0,72	0,89	0,77	11	5,00	4,70	11,00	11,00	11,00	11,00	11,00	A2
39	0,70	1,92	0,64	0,96	11,5	5,00	4,70	11,50	11,40	11,50	11,50	11,00	A3
40	0,66	1,71	0,95	0,67	12	5,00	4,90	12,00	11,80	12,00	11,50	11,50	A1
41	1,01	1,56	0,98	0,24	12	5,00	4,90	12,00	12,00	12,00	12,00	12,00	A4
42	0,49	1,44	0,47	0,67	12,5	5,00	4,90	12,50	12,40	12,50	12,50	12,00	A3
43	0,67	1,25	0,98	0,49	12,5	5,00	4,90	12,50	12,60	12,50	13,00	12,50	A4
44	0,24	1,28	0,79	1,01	13	5,00	5,10	13,00	13,00	13,00	13,00	13,00	A1
45	0,67	0,96	0,70	0,66	13	5,00	5,10	13,00	13,20	13,00	13,50	13,50	A4
46	0,64	1,15	0,70	1,25	13,5	5,00	5,30	13,50	13,60	13,50	13,50	14,00	A1
47	0,98	0,89	0,72	1,07	14	5,00	5,30	14,00	14,00	14,00	14,00	14,00	A3
48	1,06	0,48	1,10	0,94	14	6,00	5,80	14,00	14,00	14,00	14,00	14,00	A2
49	0,56	1,68	0,51	0,79	14,5	6,00	5,80	14,50	14,40	14,50	14,50	14,00	A3
50	0,62	1,48	0,93	0,54	14,5	6,00	5,80	14,50	14,60	14,50	15,00	14,50	A4
51	0,00	1,50	0,73	1,04	15	6,00	6,00	15,00	15,00	15,00	15,00	15,00	A1
52	0,54	1,20	0,54	0,62	15,5	6,00	6,20	15,50	15,40	15,50	15,00	15,50	A1
53	1,07	1,10	0,79	0,51	15,5	6,00	6,20	15,50	15,60	15,50	15,50	16,00	A4
54	0,84	1,10	0,48	0,99	16	6,00	6,20	16,00	16,00	16,00	16,00	16,00	A3
55	0,85	0,72	0,89	0,77	16	7,00	6,70	16,00	16,00	16,00	16,00	16,00	A2
56	0,70	1,92	0,64	0,96	16,5	7,00	6,70	16,50	16,40	16,50	16,50	16,00	A3
57	0,66	1,71	0,95	0,67	17	7,00	6,90	17,00	16,80	17,00	16,50	16,50	A1
58	1,01	1,56	0,98	0,24	17	7,00	6,90	17,00	17,00	17,00	17,00	17,00	A4

59	0,49	1,44	0,47	0,67	17,5	7,00	6,90	17,50	17,40	17,50	17,50	17,00	A3
60	0,67	1,25	0,98	0,49	17,5	7,00	6,90	17,50	17,60	17,50	18,00	17,50	A4
61	0,24	1,28	0,79	1,01	18	7,00	7,10	18,00	18,00	18,00	18,00	18,00	A1
62	0,67	0,96	0,70	0,66	18	7,00	7,10	18,00	18,20	18,00	18,50	18,50	A4
63	0,64	1,15	0,70	1,25	18,5	7,00	7,30	18,50	18,60	18,50	18,50	19,00	A1
64	0,98	0,89	0,72	1,07	19	7,00	7,30	19,00	19,00	19,00	19,00	19,00	A3
65	1,06	0,48	1,10	0,94	19	8,00	7,80	19,00	19,00	19,00	19,00	19,00	A2
66	0,56	1,68	0,51	0,79	19,5	8,00	7,80	19,50	19,40	19,50	19,50	19,00	A3
67	0,62	1,48	0,93	0,54	19,5	8,00	7,80	19,50	19,60	19,50	20,00	19,50	A4
68	0,00	1,50	0,73	1,04	20	8,00	8,00	20,00	20,00	20,00	20,00	20,00	A1
69	0,54	1,20	0,54	0,62	20,5	8,00	8,20	20,50	20,40	20,50	20,00	20,50	A1
70	1,07	1,10	0,79	0,51	20,5	8,00	8,20	20,50	20,60	20,50	20,50	21,00	A4
71	0,84	1,10	0,48	0,99	21	8,00	8,20	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00	A3
72	0,85	0,72	0,89	0,77	21	9,00	8,70	21,00	21,00	21,00	21,00	21,00	A2
73	0,70	1,92	0,64	0,96	21,5	9,00	8,70	21,50	21,40	21,50	21,50	21,00	A3
74	0,66	1,71	0,95	0,67	22	9,00	8,90	22,00	21,80	22,00	21,50	21,50	A1
75	1,01	1,56	0,98	0,24	22	9,00	8,90	22,00	22,00	22,00	22,00	22,00	A4
76	0,49	1,44	0,47	0,67	22,5	9,00	8,90	22,50	22,40	22,50	22,50	22,00	A3
77	0,67	1,25	0,98	0,49	22,5	9,00	8,90	22,50	22,60	22,50	23,00	22,50	A4
78	0,24	1,28	0,79	1,01	23	9,00	9,10	23,00	23,00	23,00	23,00	23,00	A1
79	0,67	0,96	0,70	0,66	23	9,00	9,10	23,00	23,20	23,00	23,50	23,50	A4
80	0,64	1,15	0,70	1,25	23,5	9,00	9,30	23,50	23,60	23,50	23,50	24,00	A1
81	0,98	0,89	0,72	1,07	24	9,00	9,30	24,00	24,00	24,00	24,00	24,00	A3
82	1,06	0,48	1,10	0,94	24	10,00	9,80	24,00	24,00	24,00	24,00	24,00	A2
83	0,56	1,68	0,51	0,79	24,5	10,00	9,80	24,50	24,40	24,50	24,50	24,00	A3
84	0,62	1,48	0,93	0,54	24,5	10,00	9,80	24,50	24,60	24,50	25,00	24,50	A4
85	0,00	1,50	0,73	1,04	25	10,00	10,00	25,00	25,00	25,00	25,00	25,00	A1
86	0,54	1,20	0,54	0,62	25,5	10,00	10,20	25,50	25,40	25,50	25,00	25,50	A1
87	1,07	1,10	0,79	0,51	25,5	10,00	10,20	25,50	25,60	25,50	25,50	26,00	A4
88	0,84	1,10	0,48	0,99	26	10,00	10,20	26,00	26,00	26,00	26,00	26,00	A3

89	0,85	0,72	0,89	0,77	26	11,00	10,70	26,00	26,00	26,00	26,00	26,00	A2
90	0,70	1,92	0,64	0,96	26,5	11,00	10,70	26,50	26,40	26,50	26,50	26,00	A3
91	0,66	1,71	0,95	0,67	27	11,00	10,90	27,00	26,80	27,00	26,50	26,50	A1
92	1,01	1,56	0,98	0,24	27	11,00	10,90	27,00	27,00	27,00	27,00	27,00	A4
93	0,49	1,44	0,47	0,67	27,5	11,00	10,90	27,50	27,40	27,50	27,50	27,00	A3
94	0,67	1,25	0,98	0,49	27,5	11,00	10,90	27,50	27,60	27,50	28,00	27,50	A4
95	0,24	1,28	0,79	1,01	28	11,00	11,10	28,00	28,00	28,00	28,00	28,00	A1
96	0,67	0,96	0,70	0,66	28	11,00	11,10	28,00	28,20	28,00	28,50	28,50	A4
97	0,64	1,15	0,70	1,25	28,5	11,00	11,30	28,50	28,60	28,50	28,50	29,00	A1
98	0,98	0,89	0,72	1,07	29	11,00	11,30	29,00	29,00	29,00	29,00	29,00	A3
99	1,06	0,48	1,10	0,94	29	12,00	11,80	29,00	29,00	29,00	29,00	29,00	A2
100	0,56	1,68	0,51	0,79	29,5	12,00	11,80	29,50	29,40	29,50	29,50	29,00	A3
101	0,62	1,48	0,93	0,54	29,5	12,00	11,80	29,50	29,60	29,50	30,00	29,50	A4
102	0,00	1,50	0,73	1,04	30	12,00	12,00	30,00	30,00	30,00	30,00	30,00	A1
103	0,54	1,20	0,54	0,62	30,5	12,00	12,20	30,50	30,40	30,50	30,00	30,50	A1
104	1,07	1,10	0,79	0,51	30,5	12,00	12,20	30,50	30,60	30,50	30,50	31,00	A4
105	0,84	1,10	0,48	0,99	31	12,00	12,20	31,00	31,00	31,00	31,00	31,00	A3
106	0,85	0,72	0,89	0,77	31	13,00	12,70	31,00	31,00	31,00	31,00	31,00	A2
107	0,70	1,92	0,64	0,96	31,5	13,00	12,70	31,50	31,40	31,50	31,50	31,00	A3
108	0,66	1,71	0,95	0,67	32	13,00	12,90	32,00	31,80	32,00	31,50	31,50	A1
109	1,01	1,56	0,98	0,24	32	13,00	12,90	32,00	32,00	32,00	32,00	32,00	A4
110	0,49	1,44	0,47	0,67	32,5	13,00	12,90	32,50	32,40	32,50	32,50	32,00	A3
111	0,67	1,25	0,98	0,49	32,5	13,00	12,90	32,50	32,60	32,50	33,00	32,50	A4
112	0,24	1,28	0,79	1,01	33	13,00	13,10	33,00	33,00	33,00	33,00	33,00	A1
113	0,67	0,96	0,70	0,66	33	13,00	13,10	33,00	33,20	33,00	33,50	33,50	A4
114	0,64	1,15	0,70	1,25	33,5	13,00	13,30	33,50	33,60	33,50	33,50	34,00	A1
115	0,98	0,89	0,72	1,07	34	13,00	13,30	34,00	34,00	34,00	34,00	34,00	A3
116	1,06	0,48	1,10	0,94	34	14,00	13,80	34,00	34,00	34,00	34,00	34,00	A2
117	0,56	1,68	0,51	0,79	34,5	14,00	13,80	34,50	34,40	34,50	34,50	34,00	A3
118	0,62	1,48	0,93	0,54	34,5	14,00	13,80	34,50	34,60	34,50	35,00	34,50	A4

119	0,00	1,50	0,73	1,04	35	14,00	14,00	35,00	35,00	35,00	35,00	35,00	A1
120	0,54	1,20	0,54	0,62	35,5	14,00	14,20	35,50	35,40	35,50	35,00	35,50	A1
121	1,07	1,10	0,79	0,51	35,5	14,00	14,20	35,50	35,60	35,50	35,50	36,00	A4
122	0,84	1,10	0,48	0,99	36	14,00	14,20	36,00	36,00	36,00	36,00	36,00	A3
123	0,85	0,72	0,89	0,77	36	15,00	14,70	36,00	36,00	36,00	36,00	36,00	A2
124	0,70	1,92	0,64	0,96	36,5	15,00	14,70	36,50	36,40	36,50	36,50	36,00	A3
125	0,66	1,71	0,95	0,67	37	15,00	14,90	37,00	36,80	37,00	36,50	36,50	A1
126	1,01	1,56	0,98	0,24	37	15,00	14,90	37,00	37,00	37,00	37,00	37,00	A4
127	0,49	1,44	0,47	0,67	37,5	15,00	14,90	37,50	37,40	37,50	37,50	37,00	A3
128	0,67	1,25	0,98	0,49	37,5	15,00	14,90	37,50	37,60	37,50	38,00	37,50	A4
129	0,24	1,28	0,79	1,01	38	15,00	15,10	38,00	38,00	38,00	38,00	38,00	A1
130	0,67	0,96	0,70	0,66	38	15,00	15,10	38,00	38,20	38,00	38,50	38,50	A4
131	0,64	1,15	0,70	1,25	38,5	15,00	15,30	38,50	38,60	38,50	38,50	39,00	A1
132	0,98	0,89	0,72	1,07	39	15,00	15,30	39,00	39,00	39,00	39,00	39,00	A3
133	1,06	0,48	1,10	0,94	39	16,00	15,80	39,00	39,00	39,00	39,00	39,00	A2
134	0,56	1,68	0,51	0,79	39,5	16,00	15,80	39,50	39,40	39,50	39,50	39,00	A3
135	0,62	1,48	0,93	0,54	39,5	16,00	15,80	39,50	39,60	39,50	40,00	39,50	A4
136	0,00	1,50	0,73	1,04	40	16,00	16,00	40,00	40,00	40,00	40,00	40,00	A1
137	0,54	1,20	0,54	0,62	40,5	16,00	16,20	40,50	40,40	40,50	40,00	40,50	A1
138	1,07	1,10	0,79	0,51	40,5	16,00	16,20	40,50	40,60	40,50	40,50	41,00	A4
139	0,84	1,10	0,48	0,99	41	16,00	16,20	41,00	41,00	41,00	41,00	41,00	A3
140	0,85	0,72	0,89	0,77	41	17,00	16,70	41,00	41,00	41,00	41,00	41,00	A2
141	0,70	1,92	0,64	0,96	41,5	17,00	16,70	41,50	41,40	41,50	41,50	41,00	A3
142	0,66	1,71	0,95	0,67	42	17,00	16,90	42,00	41,80	42,00	41,50	41,50	A1
143	1,01	1,56	0,98	0,24	42	17,00	16,90	42,00	42,00	42,00	42,00	42,00	A4
144	0,49	1,44	0,47	0,67	42,5	17,00	16,90	42,50	42,40	42,50	42,50	42,00	A3
145	0,67	1,25	0,98	0,49	42,5	17,00	16,90	42,50	42,60	42,50	43,00	42,50	A4
146	0,24	1,28	0,79	1,01	43	17,00	17,10	43,00	43,00	43,00	43,00	43,00	A1
147	0,67	0,96	0,70	0,66	43	17,00	17,10	43,00	43,20	43,00	43,50	43,50	A4
148	0,64	1,15	0,70	1,25	43,5	17,00	17,30	43,50	43,60	43,50	43,50	44,00	A1

149	0,98	0,89	0,72	1,07	44	17,00	17,30	44,00	44,00	44,00	44,00	44,00	A3
150	1,06	0,48	1,10	0,94	44	18,00	17,80	44,00	44,00	44,00	44,00	44,00	A2
151	0,56	1,68	0,51	0,79	44,5	18,00	17,80	44,50	44,40	44,50	44,50	44,00	A3
152	0,62	1,48	0,93	0,54	44,5	18,00	17,80	44,50	44,60	44,50	45,00	44,50	A4
153	0,00	1,50	0,73	1,04	45	18,00	18,00	45,00	45,00	45,00	45,00	45,00	A1
154	0,54	1,20	0,54	0,62	45,5	18,00	18,20	45,50	45,40	45,50	45,00	45,50	A1
155	1,07	1,10	0,79	0,51	45,5	18,00	18,20	45,50	45,60	45,50	45,50	46,00	A4
156	0,84	1,10	0,48	0,99	46	18,00	18,20	46,00	46,00	46,00	46,00	46,00	A3
157	0,85	0,72	0,89	0,77	46	19,00	18,70	46,00	46,00	46,00	46,00	46,00	A2
158	0,70	1,92	0,64	0,96	46,5	19,00	18,70	46,50	46,40	46,50	46,50	46,00	A3
159	0,66	1,71	0,95	0,67	47	19,00	18,90	47,00	46,80	47,00	46,50	46,50	A1
160	1,01	1,56	0,98	0,24	47	19,00	18,90	47,00	47,00	47,00	47,00	47,00	A4
161	0,49	1,44	0,47	0,67	47,5	19,00	18,90	47,50	47,40	47,50	47,50	47,00	A3
162	0,67	1,25	0,98	0,49	47,5	19,00	18,90	47,50	47,60	47,50	48,00	47,50	A4
163	0,24	1,28	0,79	1,01	48	19,00	19,10	48,00	48,00	48,00	48,00	48,00	A1
164	0,67	0,96	0,70	0,66	48	19,00	19,10	48,00	48,20	48,00	48,50	48,50	A4
165	0,64	1,15	0,70	1,25	48,5	19,00	19,30	48,50	48,60	48,50	48,50	49,00	A1
166	0,98	0,89	0,72	1,07	49	19,00	19,30	49,00	49,00	49,00	49,00	49,00	A3
167	1,06	0,48	1,10	0,94	49	20,00	19,80	49,00	49,00	49,00	49,00	49,00	A2
168	0,56	1,68	0,51	0,79	49,5	20,00	19,80	49,50	49,40	49,50	49,50	49,00	A3
169	0,62	1,48	0,93	0,54	49,5	20,00	19,80	49,50	49,60	49,50	50,00	49,50	A4
170	0,00	1,50	0,73	1,04	50	20,00	20,00	50,00	50,00	50,00	50,00	50,00	A1
171	0,54	1,20	0,54	0,62	50,5	20,00	20,20	50,50	50,40	50,50	50,00	50,50	A1

BIBLIOGRAFÍA

1. Ben-Yami M., “La pesca con redes de cerco de jareta con embarcaciones pequeñas”. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la alimentación. FAO. Impreso en Italia, Roma 1989. Extraído el 3 de Noviembre a las 22h35 desde el link <http://books.google.com.ec>.
2. Gaither N. Frazier G., “Administración de Producción y Operaciones”. Internacional Thomson Editores S.A. de C.V. México 1999
3. Groover M., Zimmers E., “CAD/CAM Computer Aided design and manufacturing”. Prentice Hall, 1984.
4. Kalpadjian, Schmid, “Manufactura Ingeniería y Tecnología”. Pearson Educación, Cuarta Edición, Cámara nacional de la Industria Editorial Mexicana. México 2002
5. López V., “Gestión Eficaz de los Procesos Productivos”. Wolters Kluwer España S.A. Edita Especial Directivos, Madrid 2004.

6. Machuca, J.A.D., "Dirección de Operaciones. Aspectos estratégicos en la producción y en los servicios. McGraw-Hill, Madrid. 1995.
7. Mariscal C., "Curso básico de pesca". Serie nuestros valores, Centro de difusión y publicaciones de la ESPOL. 2006.
8. OIT, "Convenios y regulaciones sobre el trabajo Marítimo". Tercera edición, Ginebra Suiza. 2000. Extraído el 3 de Noviembre a las 22h42 desde el link <http://books.google.com.ec>.
9. OIT, "Informe V (1): Condiciones de trabajo en el sector pesquero". Conferencia Internacional del trabajo, 92ava reunión Ginebra Suiza. 2004. Extraído el 3 de Noviembre a las 22h42 desde el link <http://books.google.com.ec>.
10. Prauda J., "Métodos y modelos de investigación de operaciones". Grupo Noriega Editores, México. Extraído el 3 de Noviembre a las 22h30 desde el link <http://books.google.com.ec>.
11. Suñé A, Giler R., "Manual Práctico de diseño de sistemas productivos". Ediciones Díaz de Santos S.A. Madrid 2000.

12. Taha H., "Investigación de operaciones". Cámara Nacional de la Industria Mexicana, Séptima edición, Pearson México. 2004. Extraído el 2 de Noviembre de 2012 a las 19h36 desde el link <http://books.google.com.ec>.
13. Townsend P., Notas de clase de la materia Tecnologías Productivas, Universidad Nacional de Educación a Distancia, UNED. España, 2012.
14. Rosario Domingo Navas, Master Universitario en Ciencia y Tecnología de Polímeros, Tecnología de Procesos No Convencionales, Universidad Nacional de Educación a Distancia, UNED. España 2012.