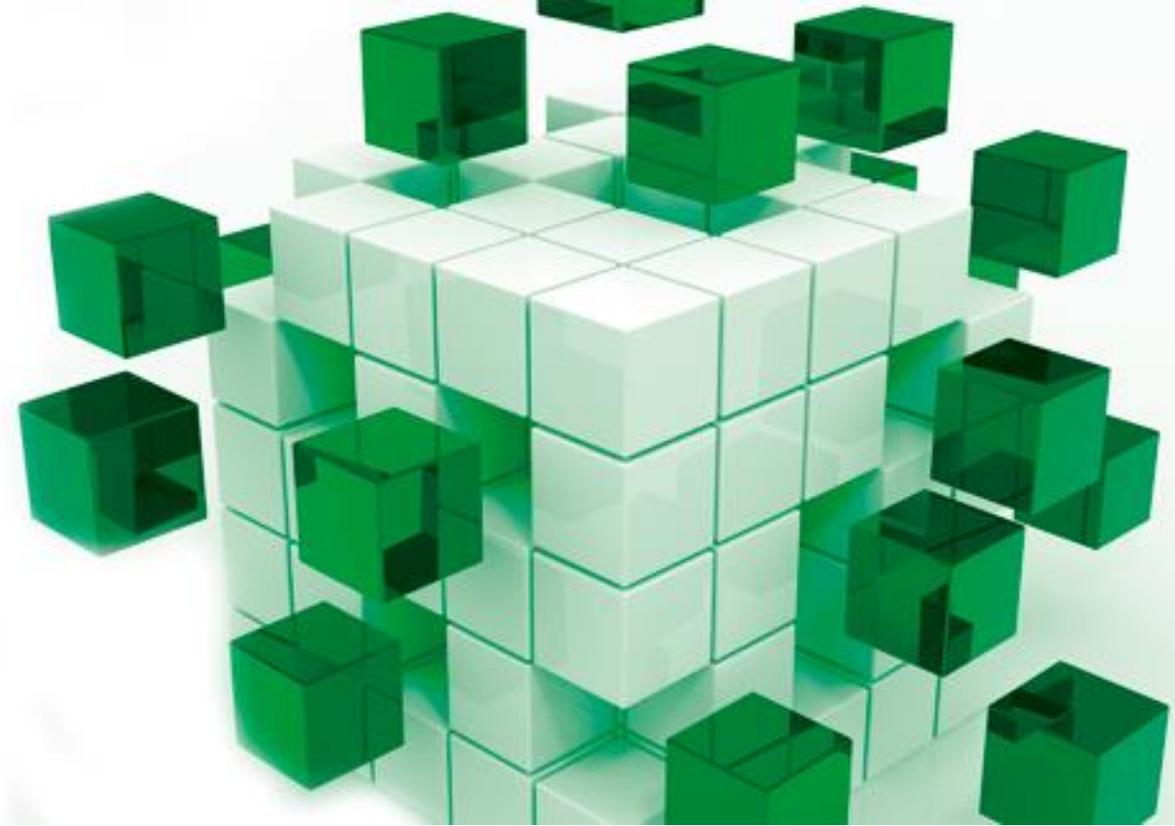


# XVIII Congreso de Confiabilidad

Madrid. 23 y 24 de noviembre de 2016



Organiza:

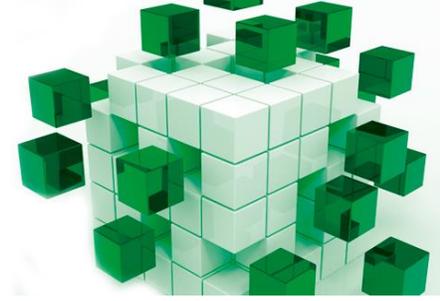




# Modelos de Control de Inventarios para la Reducción de Costos de Repuestos de Mantenimiento en Taladros de Perforación Offshore en la Provincia de Tumbes

**David Barreto Lara, M. Eng., CAPM**





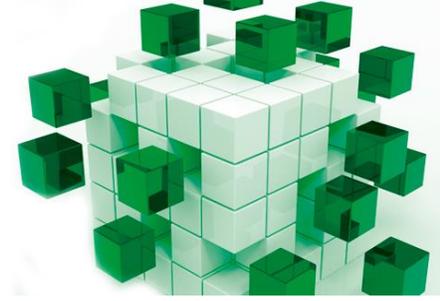
**Figura 1.** Ubicación de Perú en América del Sur.



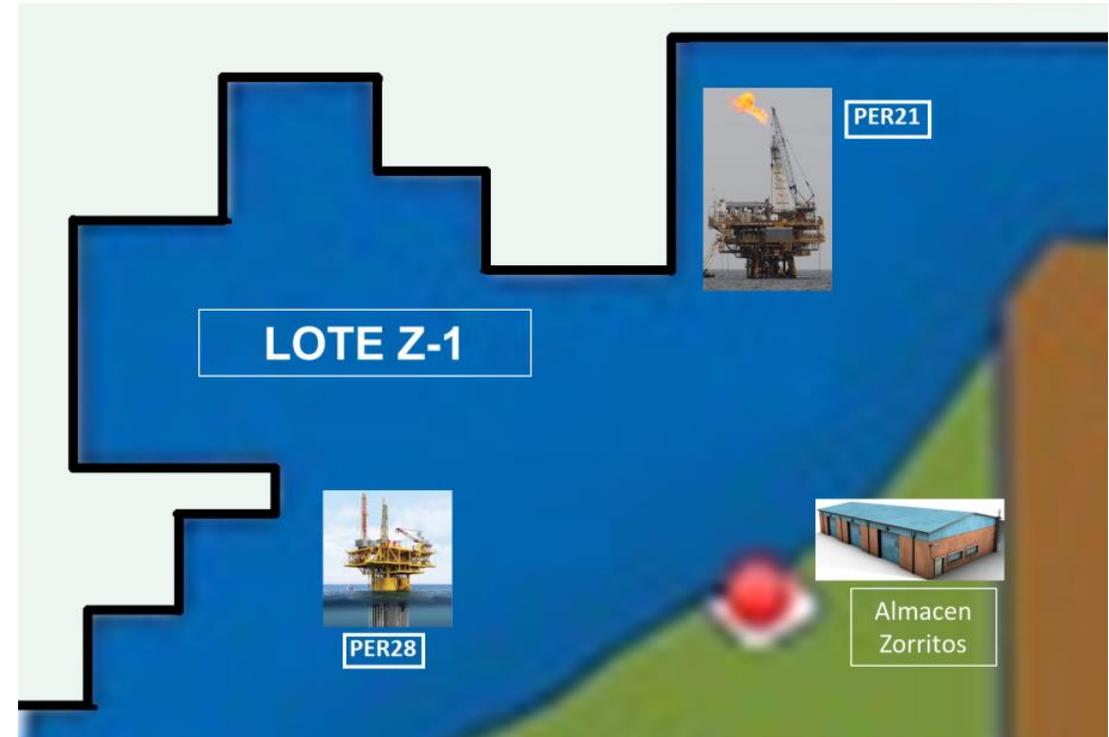
**Figura 2.** Ubicación de Tumbes en Perú.



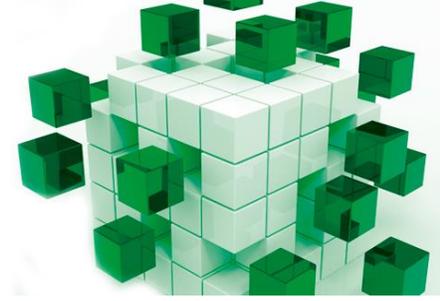
**Figura 3.** Departamento de Tumbes.



**Figura 4.** Distribución de lotes petroleros de la provincia de Tumbes.



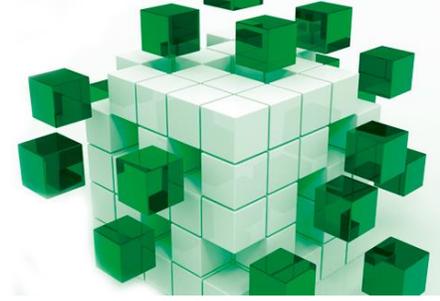
**Figura 5.** Disposición del almacén en Zorritos y los taladros PER21 y PER28 en el mar de Tumbes.



*Figuras 6 y 7. Taladro PER21 montado en su plataforma marina.*



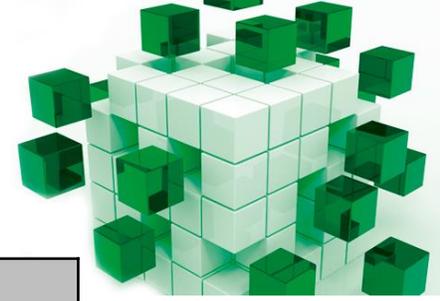
*Figura 8. Barcaza del PER21, en esta zona se ubicará la mayor parte de maquinaria para la operación de perforación.*



**Figura 9.** Compresor de aire del PER21 ubicado en barcaza contigua a la plataforma



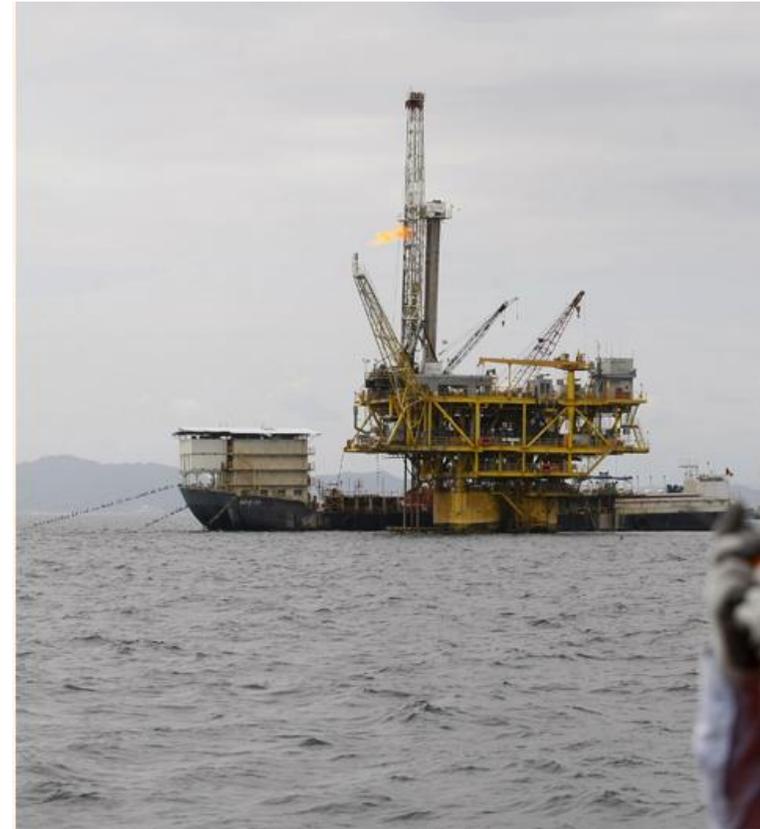
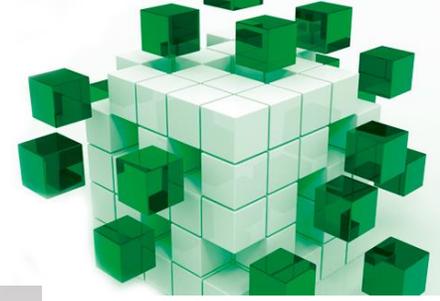
**Figura 10.** Plataforma y barcaza del PER21 en operaciones de armado de equipo.



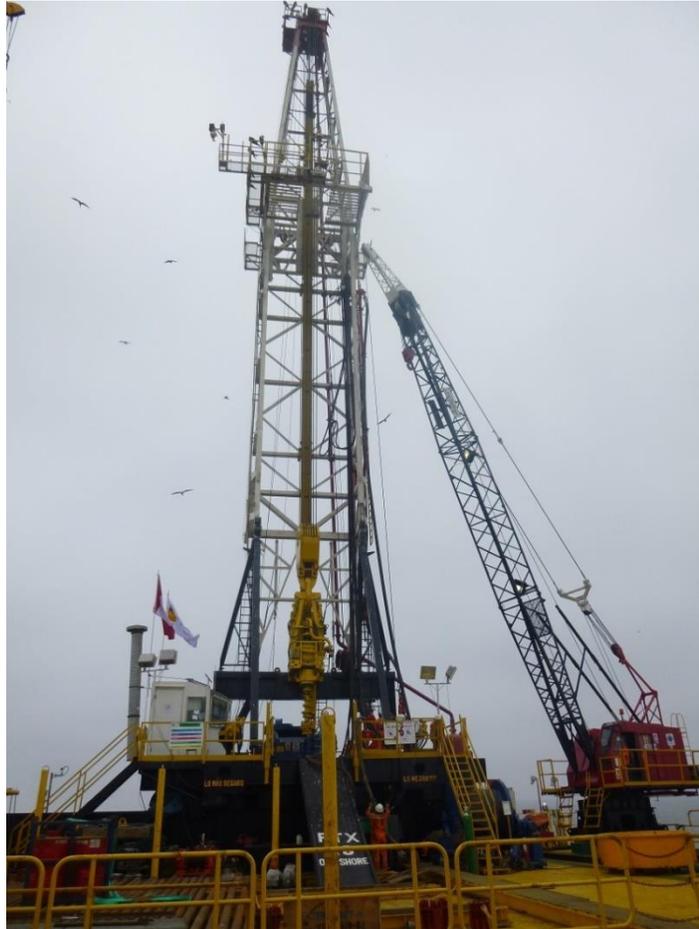
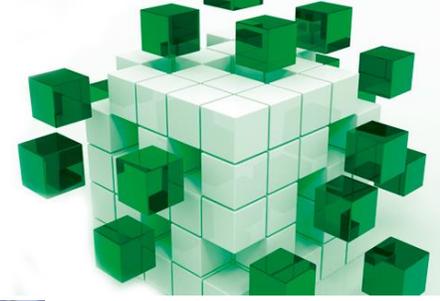
<i>Descripción (*)</i>	<i>Fabricante</i>	<i>Modelo</i>
<i>Top Drive</i>	<i>Varco</i>	<i>TDS-11SA</i>
<i>Casilla de Control de Top Drive</i>	<i>Varco</i>	<i>30178435</i>
<i>Motor de Top Drive / Motor Eléctrico 575V 39.5HZ 400HP 366A 1155RPM</i>	<i>Reliance Elect.</i>	<i>4046Y L0896A</i>
<i>Sala de Control de Potencia / I-DRIVE S.C.R CONTROLLER 600VAC/750VDC</i>	<i>IEC System</i>	<i>I-DRIVE M2200</i>
<i>Drawwork</i>	<i>National</i>	<i>1320UE</i>
<i>Motor de Drawwork – Motor Eléctrico DC 1000HP</i>	<i>Joliet Equipment</i>	<i>C75ZB3</i>
<i>Freno Auxiliar de Drawwork</i>	<i>Wichita</i>	<i>7-337-310-118-0999</i>
<i>Bloque Viajero</i>	<i>Oilwell</i>	<i>B500</i>

**Tabla 01.** Características de algunos de los equipos mas críticos del taladro PER21.

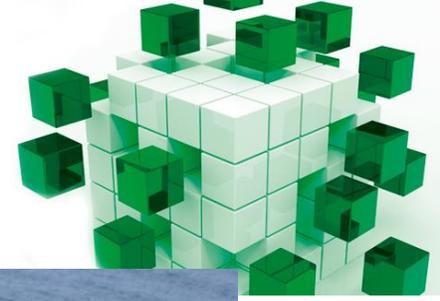
(\*) Los términos en español no son muy utilizados, en alguna literatura se puede encontrar Top Drive = Sistema de accionamiento superior; Drawwork= Cuadro de Maniobras o Malacate, Travelling Block= Bloque Viajero o Polea Viajera.



*Figuras 11 y 12. Taladro PER28 montado en su plataforma marina.*



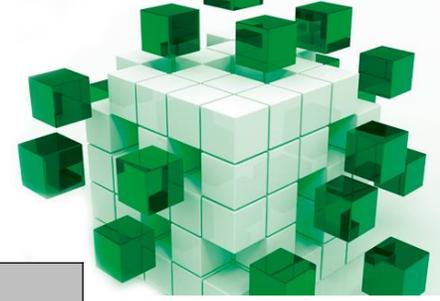
*Figuras 13 y 14. Torre del PER 28, detalle de grúa (izquierda), detalle de Top drive (derecha).*



**Figura 15.** Cubierta principal de la barcaza del taladro PER28 con la maquinaria de apoyo para perforación y contenedores para alojamiento del personal.



**Figura 16.** Cubierta principal de la barcaza del taladro PER28 con la maquinaria de apoyo para perforación.

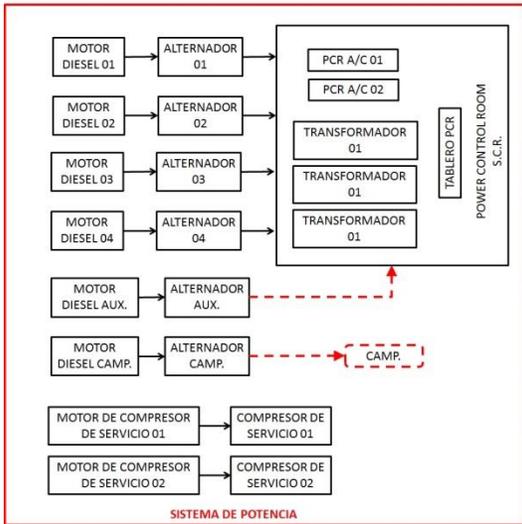
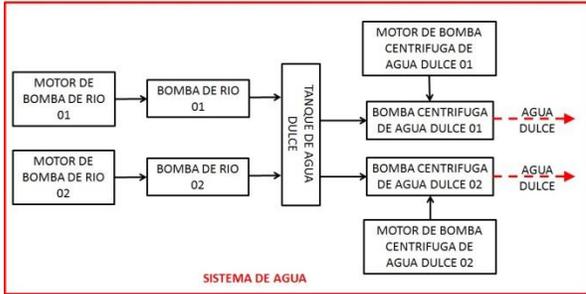
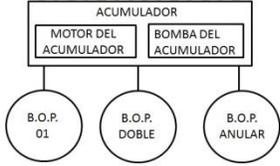
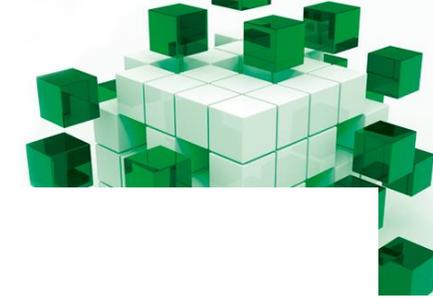


<i>Descripción (*)</i>	<i>Fabricante</i>	<i>Modelo</i>
<i>Top Drive</i>	<i>Varco</i>	<i>TDS-9S</i>
<i>Casilla de Control de Top Drive</i>	<i>Siemens</i>	<i>6SE7238-6FK20-3ABO-Z</i>
<i>Motor de Top Drive / Motor Eléctrico 550V 39.2HZ 331A 1155RPM</i>	<i>Reliance Elect.</i>	<i>L0719A</i>
<i>Sala de Control de Potencia / I-DRIVE S.C.R CONTROLLER</i>	<i>IEC System</i>	<i>I-DRIVE M1250/1500</i>
<i>Drawwork</i>	<i>AMC – Applied Machinery Corporation.</i>	<i>AC 1600</i>
<i>Motor de Drawwork / Motor Eléctrico AC - 1500 HP</i>	<i>Joliet Equipment</i>	<i>HTM1500</i>
<i>Bloque Viajero 6X52 500T</i>	<i>Continental Emsco</i>	<i>RA-52-6</i>

**Tabla 02.** Características de algunos de los equipos mas críticos del taladro PER28.

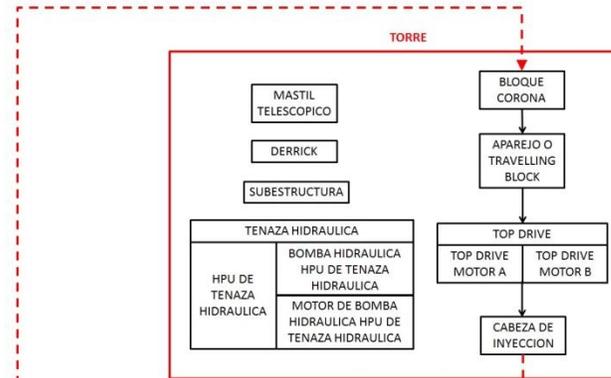
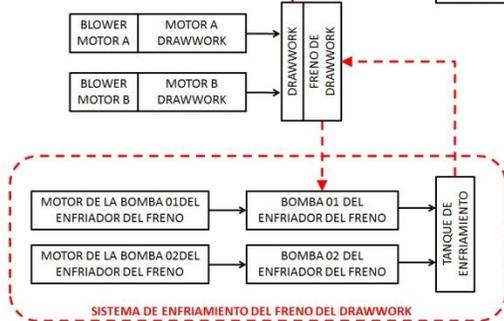
(\*) Los términos en español no son muy utilizados, en alguna literatura se puede encontrar Top Drive = Sistema de accionamiento superior; Drawwork= Cuadro de Maniobras o Malacate, Travelling Block= Bloque Viajero o Polea Viajera.

# XVIII Congreso de Confiabilidad



PLANTA DE AGUA POTABLE

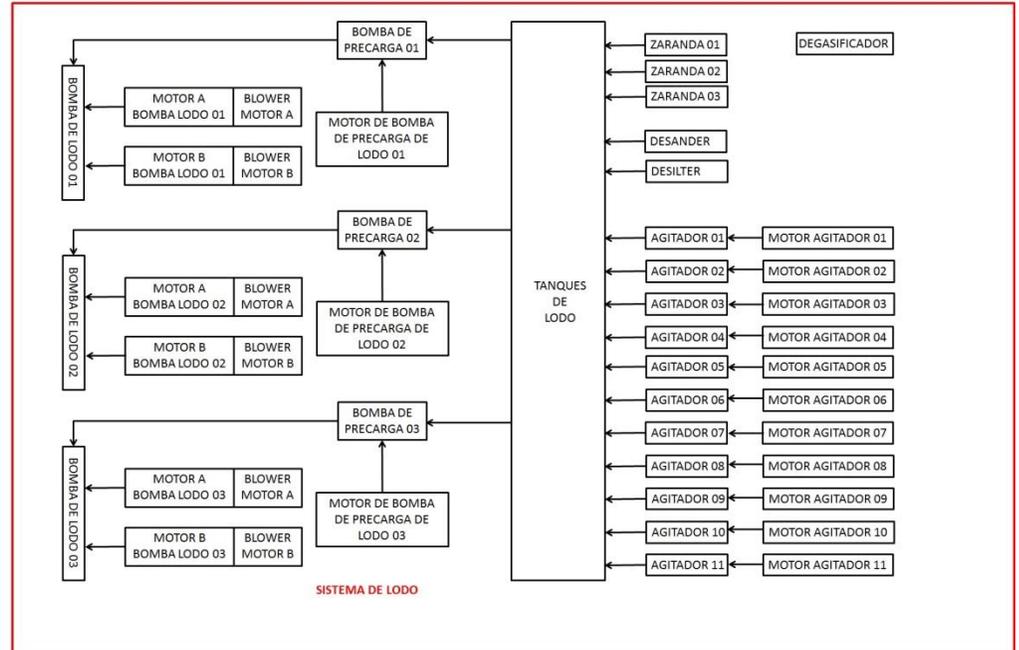
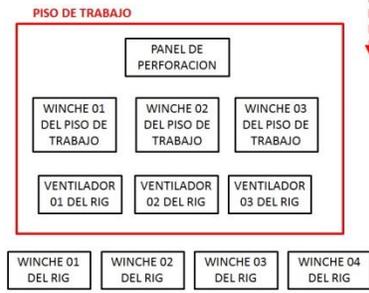
PLANTA DE AGUAS RESIDUALES

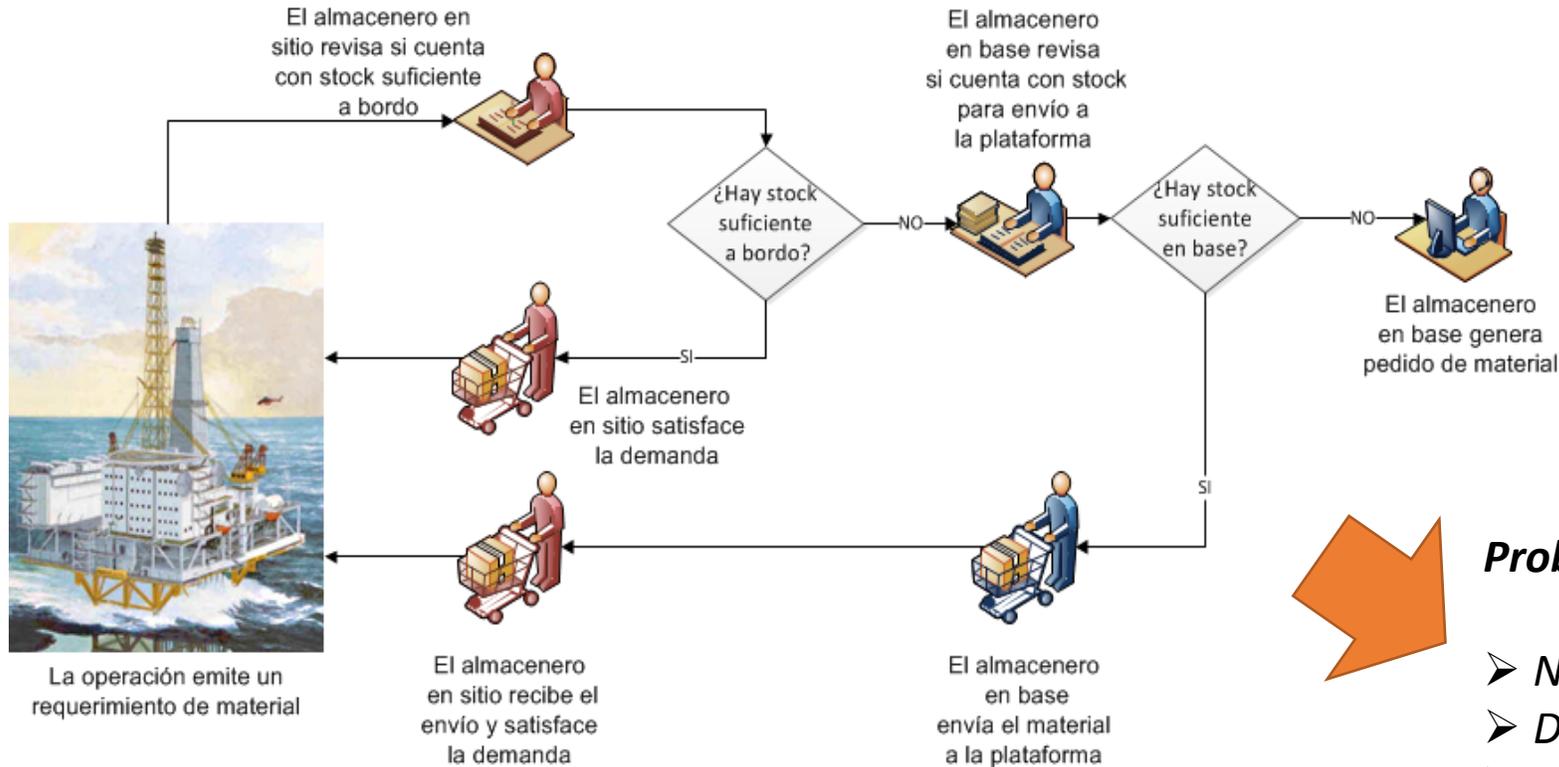
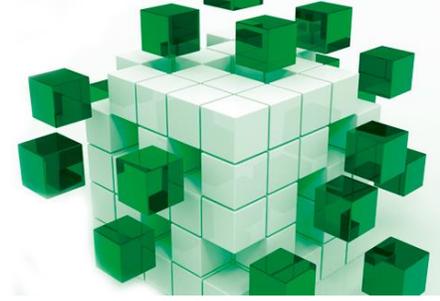


UNIDAD WIRE LINE

MESA ROTARIA

LINEA DE ANCLAJE MUERTA

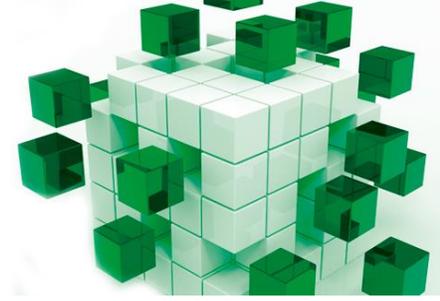




**Figura 17.** Flujo de trabajo para la satisfacción de la demanda de materiales en los taladros del lote Z-1.

## Problemática:

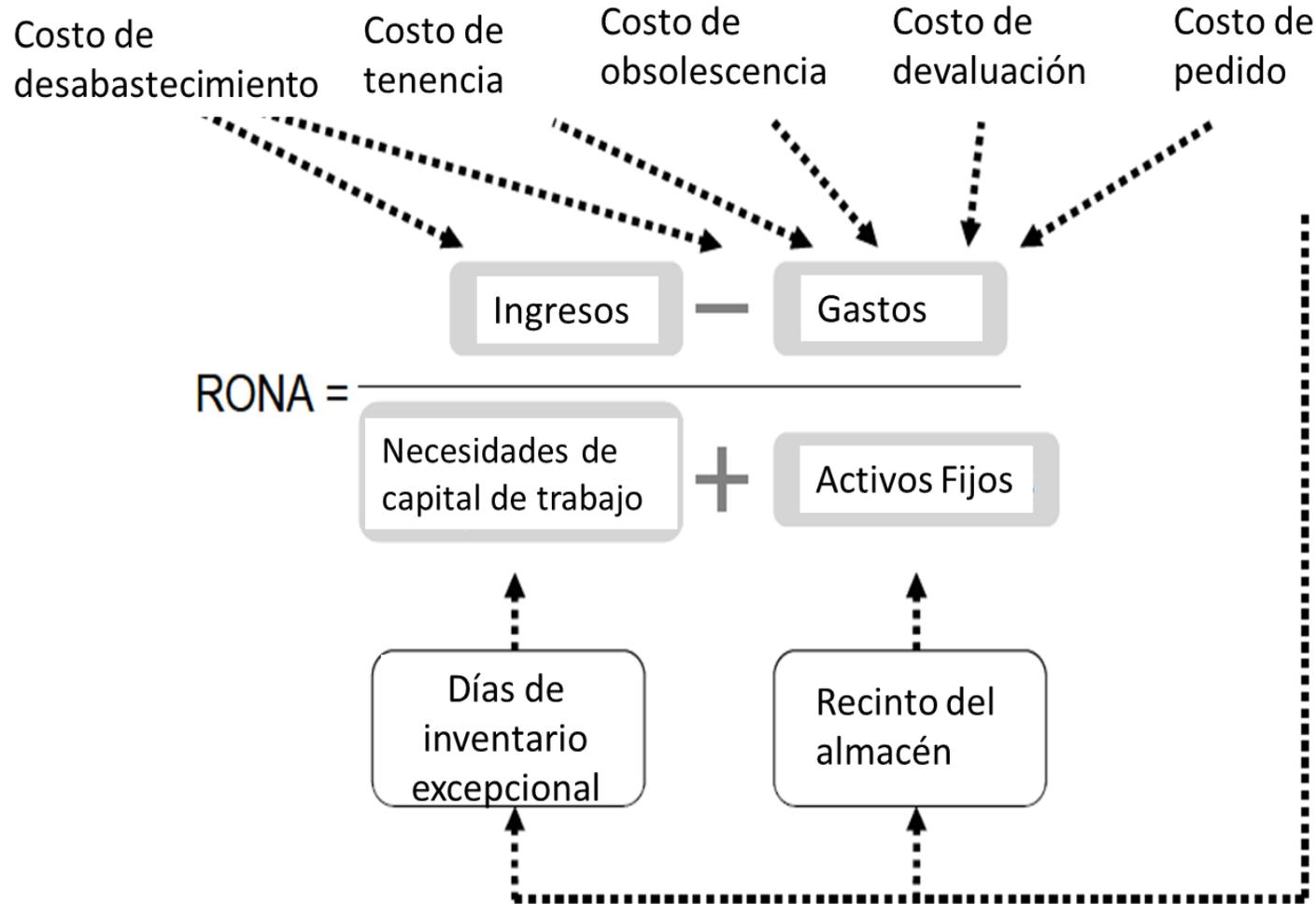
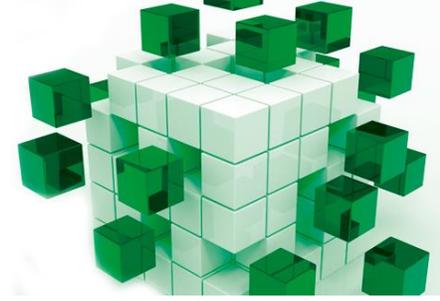
- *Ningún criterio para clasificar los repuestos.*
- *Demanda/Puntos de pedido no evaluados.*
- *Tiempos de espera desconocidos.*
- *Qty. mínima en almacén no evaluada.*
- *Pedidos basados en “experiencia” del personal en campo sin respaldo.*



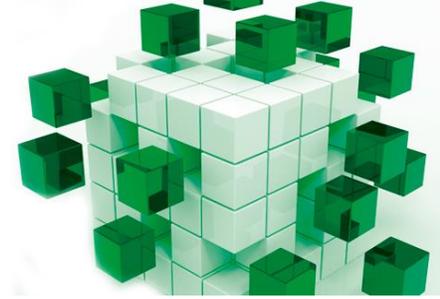
➤ **Costos Asociados a los Repuestos:** *Mantener las piezas de repuesto y otros materiales de mantenimiento en inventario requiere un esfuerzo financiero importante. Manteniendo este inventario se garantiza un cierto nivel de disponibilidad de los equipos y así reducir el riesgo, pero ese esfuerzo tiene un costo que a menudo es difícil de estimar. Los componentes de costo de los inventarios de mantenimiento pueden ser clasificados como sigue:*

1. *Costos de tenencia de inventario (Holding cost).*
2. *Costos de devaluación del precio del componente (Devaluation cost).*
3. *Costos de obsolescencia de los componentes (Obsolescence cost).*
4. *Costo de pedido de inventario (Ordering cost).*
5. *Costos de desabastecimiento (Stock-out cost).*

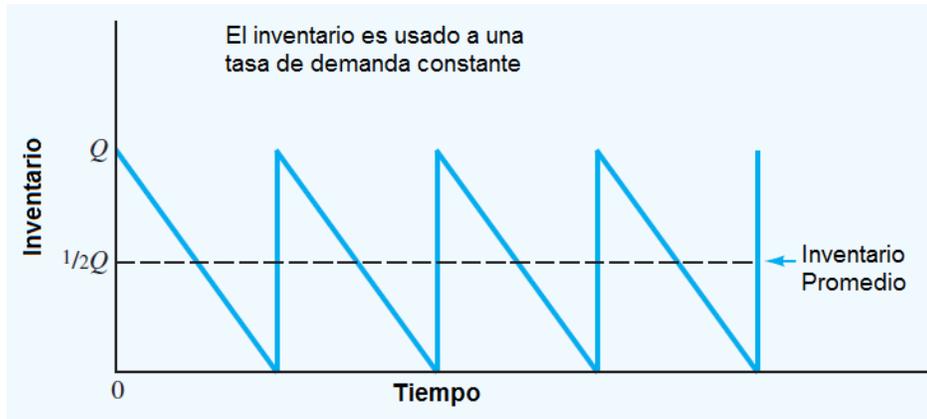
# Estado de la Problemática



**Figura 18.** Impacto de los Costos de Inventario en el retorno en los activos netos (RONA)



## Modelo Determinístico



**Figura 19.** Evolución de inventario en el tiempo con demanda determinística.

$$TC = \frac{1}{2}QC_h + \left(\frac{D}{Q}\right)C_o \quad Q^* = \sqrt{\frac{2DC_o}{C_h}}$$

Donde:

$C_h = C^*h$  = Costo anual de tener un ítem en el inventario

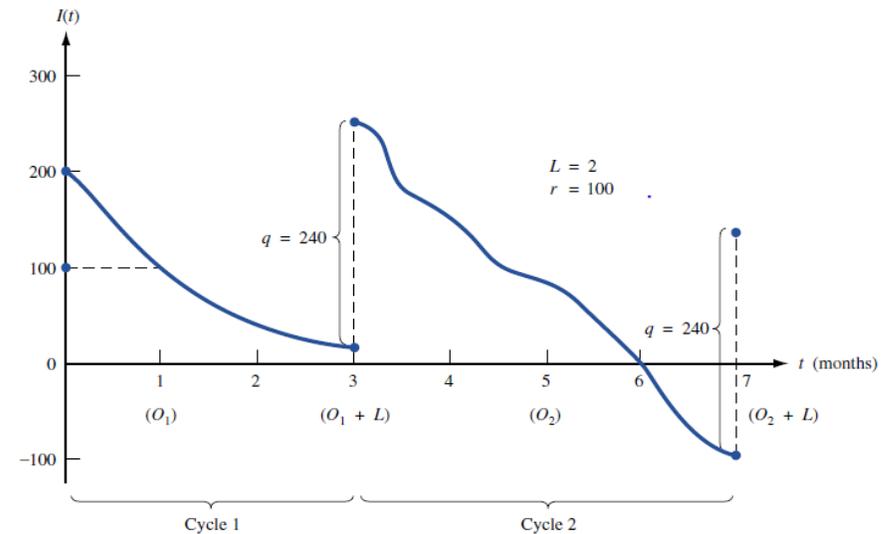
$h$  = Tasa anual del costo de tenencia.

$C$  = Costo unitario del ítem del inventario.

$D$  = Cantidad demandada.

$C_o$  = Costo de colocar un pedido.

## Modelo Probabilístico

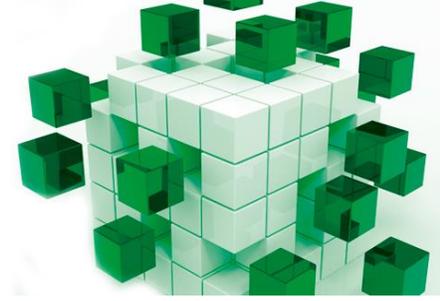


**Figura 20.** Evolución de inventario en el tiempo con demanda probabilística.

$$TC(q, r) = C_h \left( \frac{q}{2} + r - E(X) \right) + \frac{c_B E(B_r) E(D)}{q} + \frac{C_o E(D)}{q}$$

$$E(X) = E(L)E(D), \quad var X = E(L)(var D) + E(D)^2(var L)$$

$$q^* = \sqrt{\frac{2C_o E(D)}{C_h}} \quad NL \left( \frac{r - E(X)}{\sigma_X} \right) = \frac{q(1 - SL)}{\sigma_X}$$



## Caracterizando el consumo de repuestos

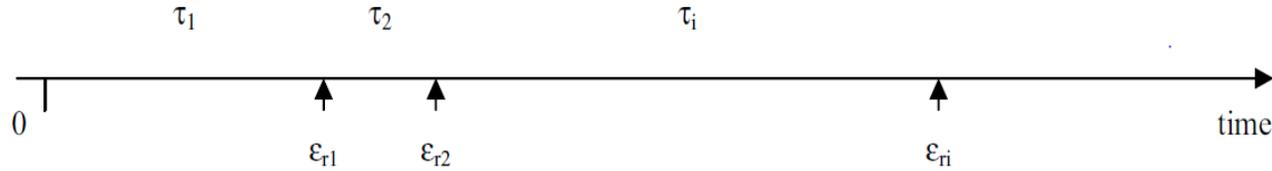


Figura 21. Representación de consumo típico de repuestos

$$ADI = \frac{\sum_{i=1}^N \tau_i}{N}$$

$$CV^2 = \left( \frac{\sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N (\epsilon_{ri} - \epsilon_a)^2}{N}}}{\epsilon_a} \right)^2$$

Para el ADI, N es el número de periodos con demanda diferente de cero, mientras que para el CV<sup>2</sup> es el número de todos los periodos.

$$* \epsilon_a = \frac{\sum_{i=1}^N \epsilon_{ri}}{N}$$

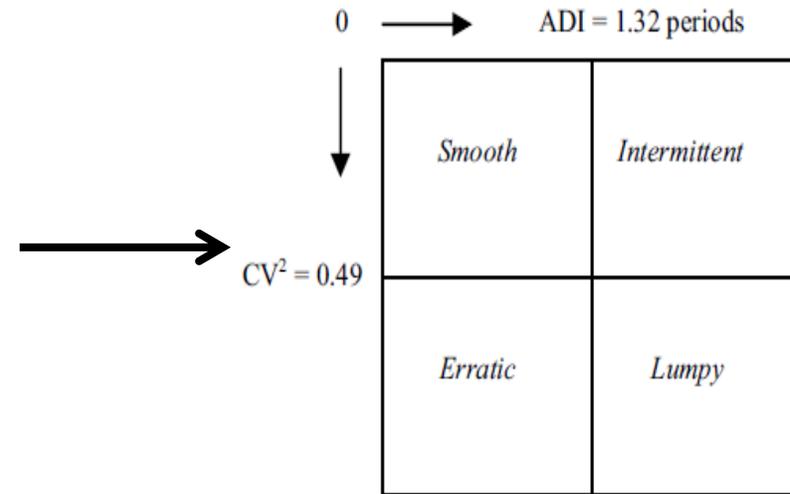
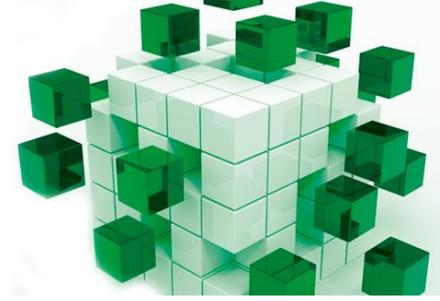
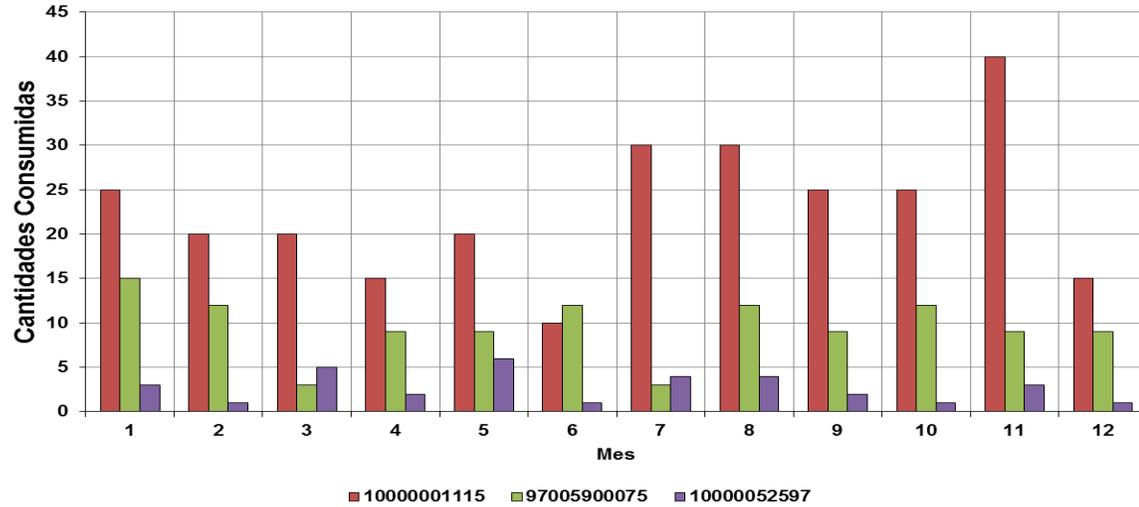


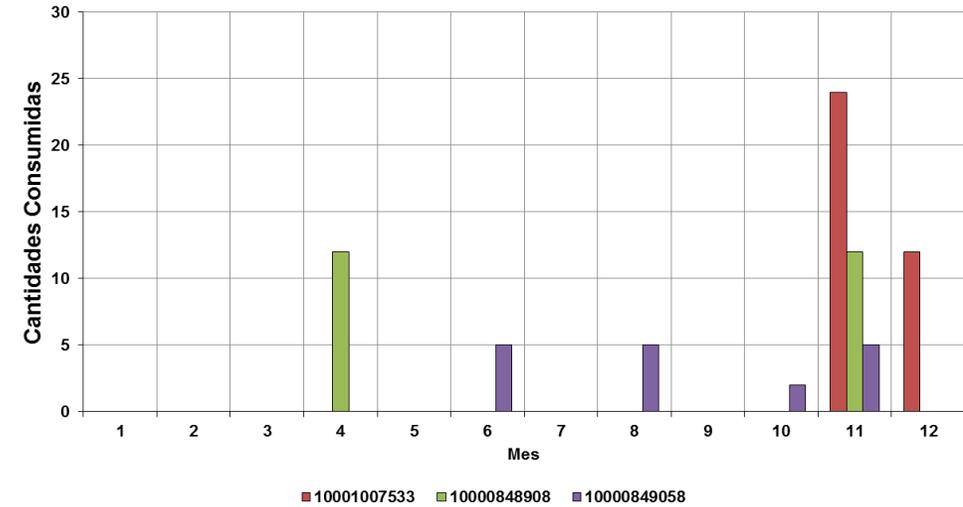
Figura 22. Principales patrones para la caracterización de la demanda de repuestos.



$CV^2_D < 0.49$



$CV^2_D > 2$



$0.8 < CV^2_D < 1.5$

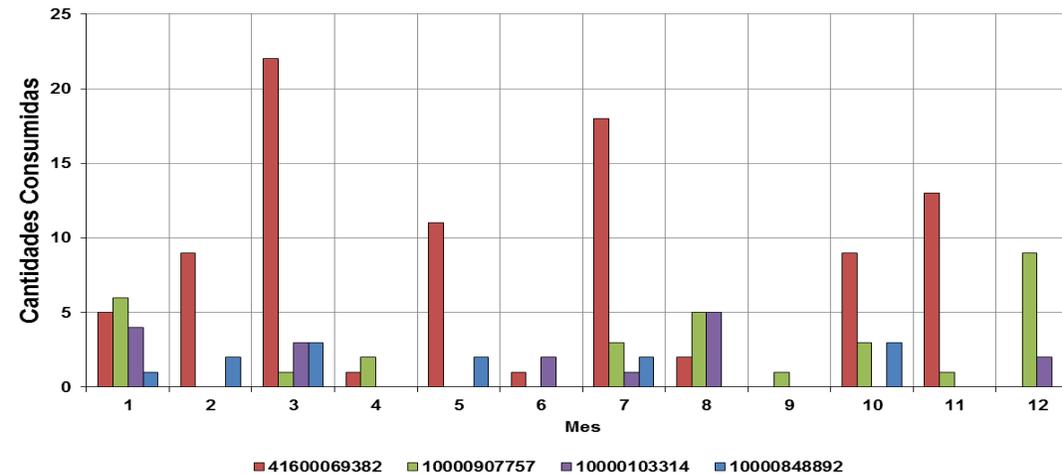
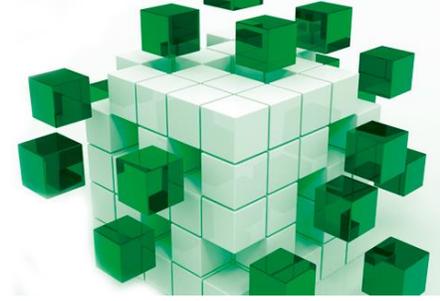
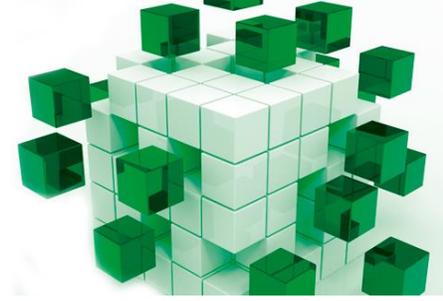


Figura 23. Patrones de demanda para algunos materiales con diferentes valores de  $CV^2_D$ .



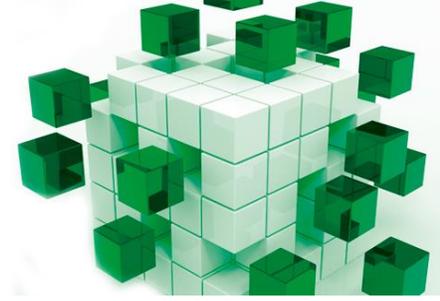
➤ **Enfoque de Clasificación ABC**: *El enfoque ABC clasifica el inventario en tres categorías (es decir, A, B y C) basado en el volumen anual de dólares. Se observa la siguiente relación aproximada entre el porcentaje de artículos de inventario y el porcentaje de uso anual de dólares:*

- **A**: *De los ítems, el 20% son responsables del 80% del uso del dinero.*
- **B**: *De los ítems, el 30% son responsables del 15% del uso del dinero.*
- **C**: *De los ítems, el 50% son responsables del 5% del uso del dinero.*



## Aclaraciones

- Se consideran tres casos, dos análisis de inventario individual de cada taladro aisladamente (**PER21** y **PER 28**) y un tercer caso considerando todo el inventario en conjunto (**PER21/28**) como si se tratara de un solo almacén. También, en algunos casos se añadirá la palabra “**onshore**” u “**offshore**” indicando referencia al stock en tierra o en mar respectivamente.
- La mayoría de análisis se realizó con información del periodo comprendido entre el **01/04/2014** y el **31/03/2015** (12 meses), excepto para el análisis del tiempo de espera, para este se utilizó toda la información disponible en las bases de datos de los taladros.
- El termino “cantidad de ítems” refleja la variedad de materiales en los almacenes, en vez de la cantidad disponible del material en sí. Por ejemplo, si tuviera dos ítems cada uno en cantidades “x” e “y” respectivamente, la “cantidad de ítems” será 2 y no “x+y”.



## Notación

$\mu_D =$	Media de la demanda histórica (en meses).
$\sigma_D =$	Desviación estándar de la demanda histórica (en meses).
$\mu_{LT} =$	Media del tiempo de espera (en meses).
$\sigma_{LT} =$	Desviación estándar del tiempo de espera (en meses).
$\mu_X =$	Media de la demanda durante el tiempo de espera.
$\sigma_X =$	Desviación estándar de la demanda durante el tiempo de espera.
$CV_D^2 =$	Coficiente de variación cuadrado de la demanda.
$h =$	Tasa anual del costo de tenencia.
$SL =$	Nivel de servicio.
$EOQ =$	Cantidad económica de pedido teórica.
$EOQ' =$	Cantidad económica de pedido ajustada.

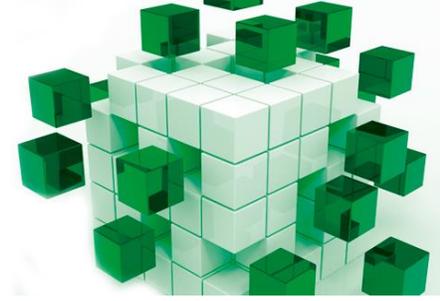
$r @ [SL= "a" ][h= "b"]$  = Punto de pedido al nivel de servicio "a" y tasa de costo de tenencia "b".

$SS @ [SL="a"] [h="b"]$  = Stock de seguridad al nivel de servicio "a" y tasa de costo de tenencia "b".

**HC=** Costo de tenencia (Holding Cost).

**OC=** Costo de pedido (Ordering Cost).

**TC=** Costo variable total (Total Cost).



## 1) Nivel de Inventario y Valorización de Stock

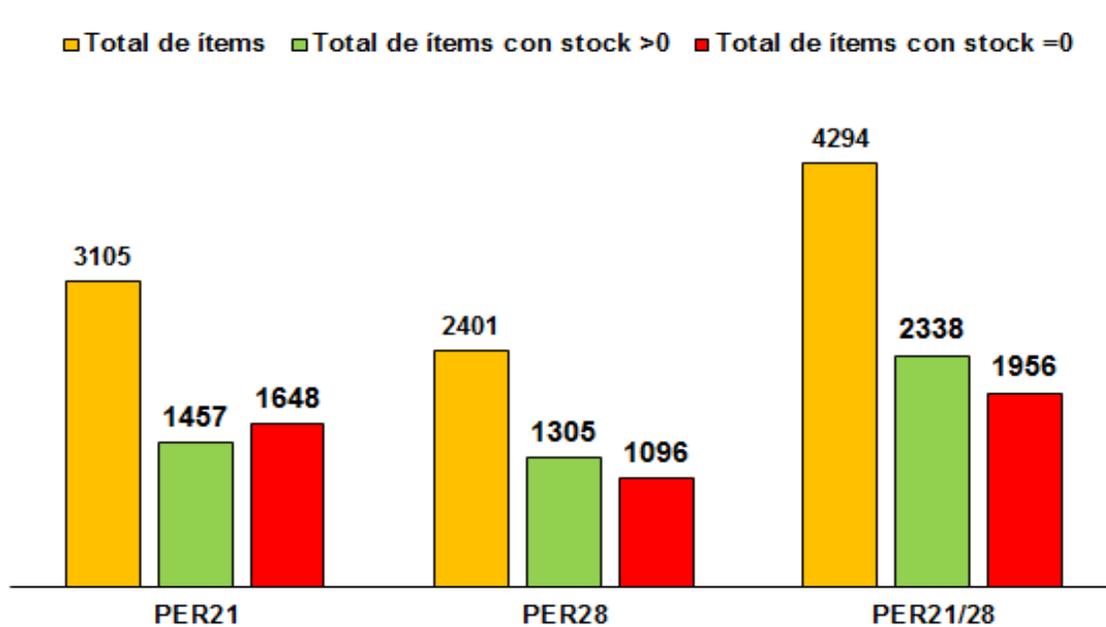


Figura 24. Cantidad de ítems (agrupado por caso).

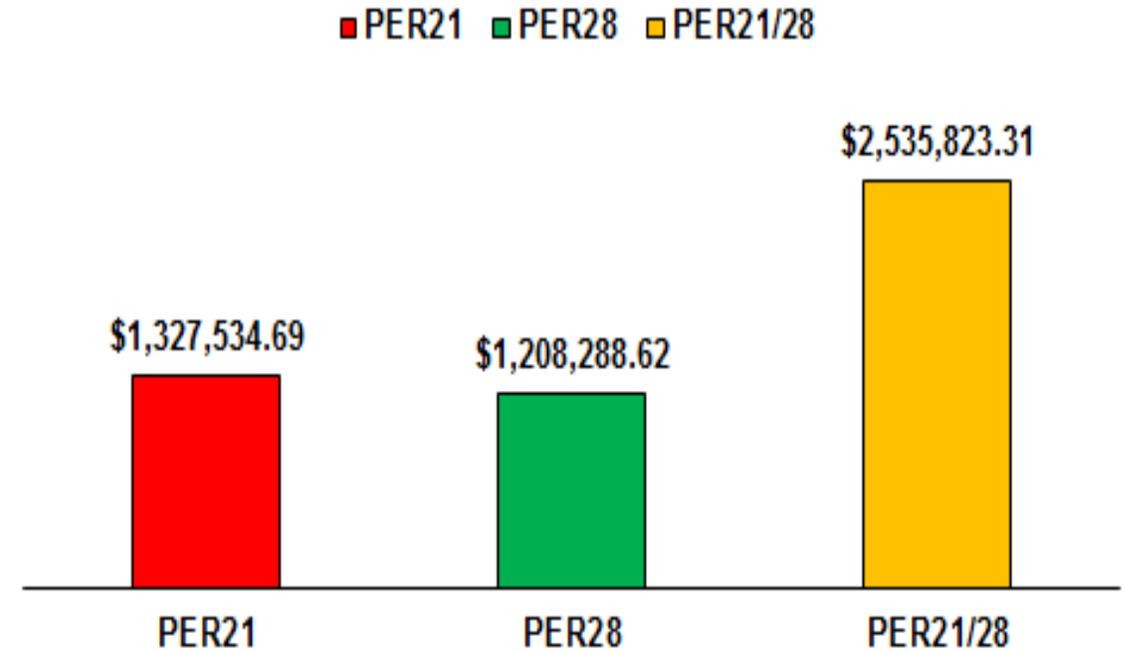
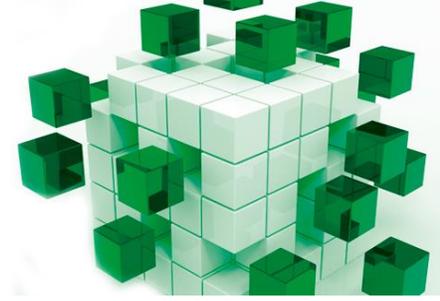
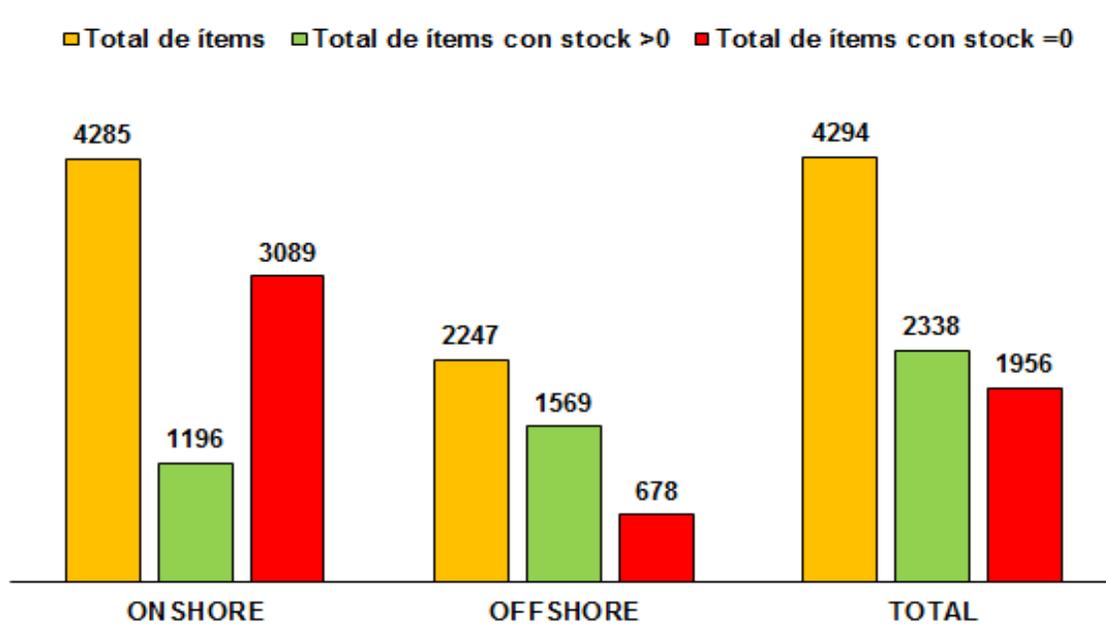


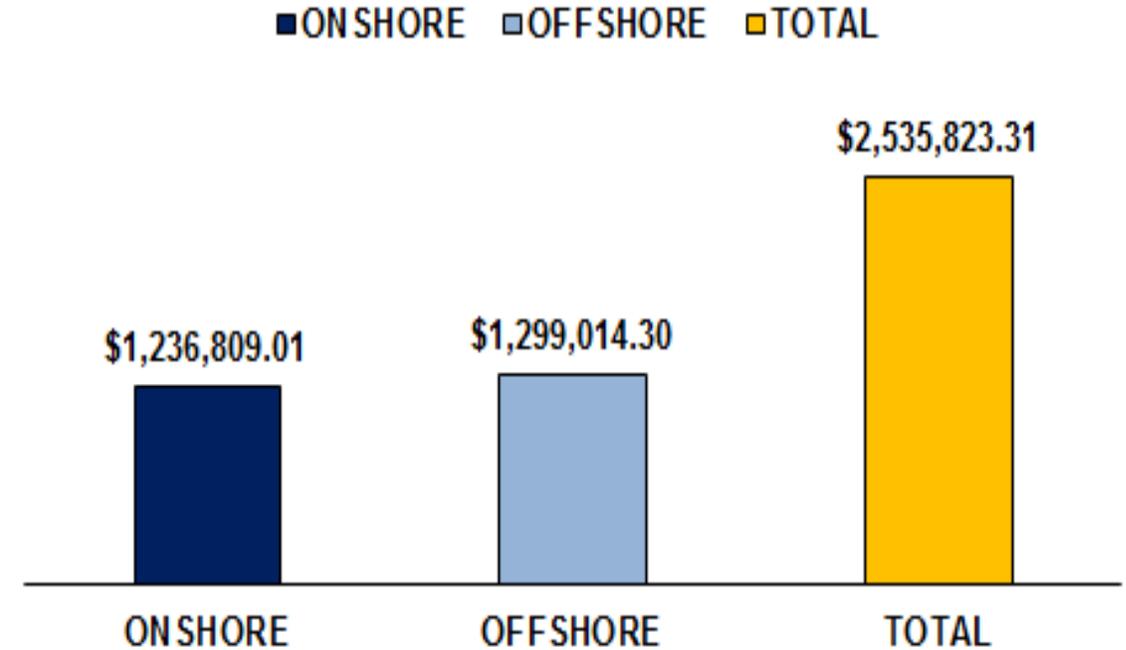
Figura 25. Valor del material (agrupado por caso).



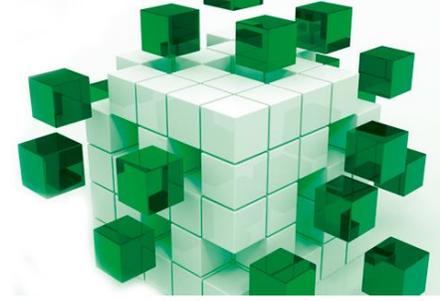
## 1) Nivel de Inventario y Valorización de Stock



*Figura 26. Cantidad de ítems (agrupado por zona).*



*Figura 27. Valor del material (agrupado por zona).*

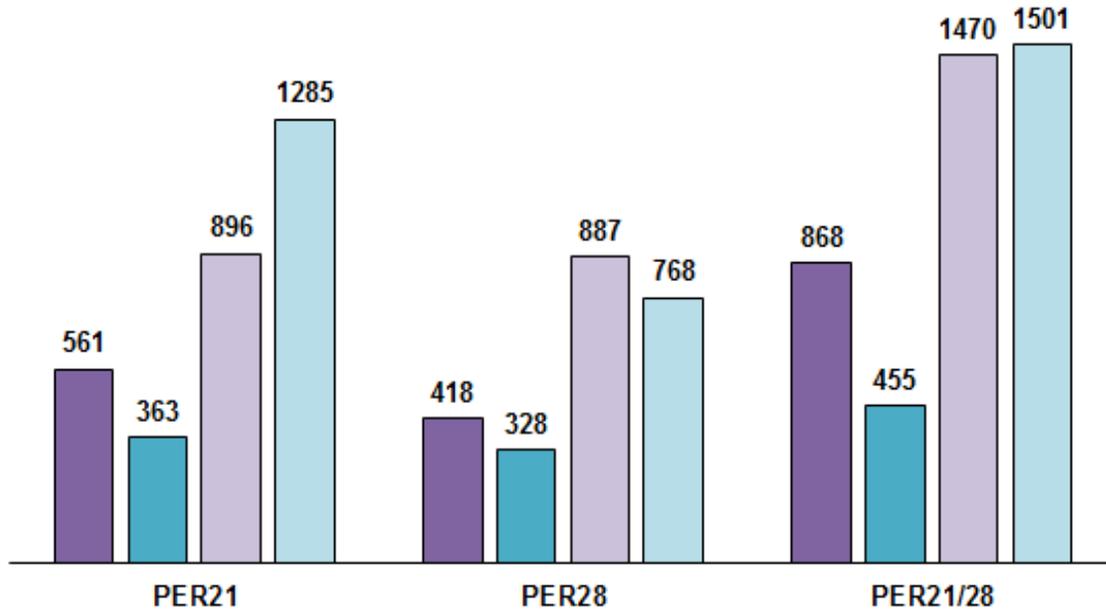


## 2) Movimiento del Material

**Grupo 1:** Rotación>0 y Stock >0    **Grupo 2:** Rotación>0 y Stock=0  
**Grupo 3:** Rotación=0 y Stock >0    **Grupo 4:** Rotación=0 y Stock=0

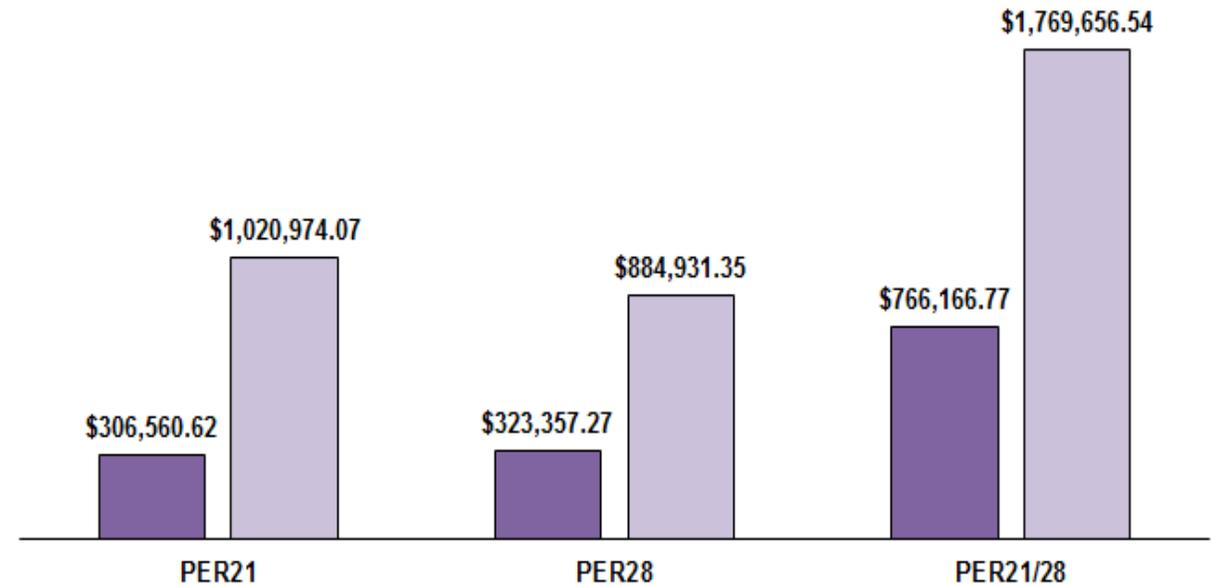
**Grupo 1:** Rotación>0 y Stock >0  
**Grupo 3:** Rotación=0 y Stock >0

■ Grupo 1   ■ Grupo 2   ■ Grupo 3   ■ Grupo 4

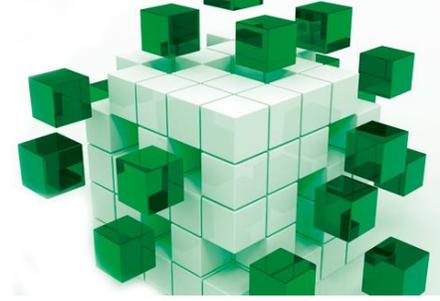


**Figura 28.** Cantidad de ítems (clasificados por grupo y taladro).

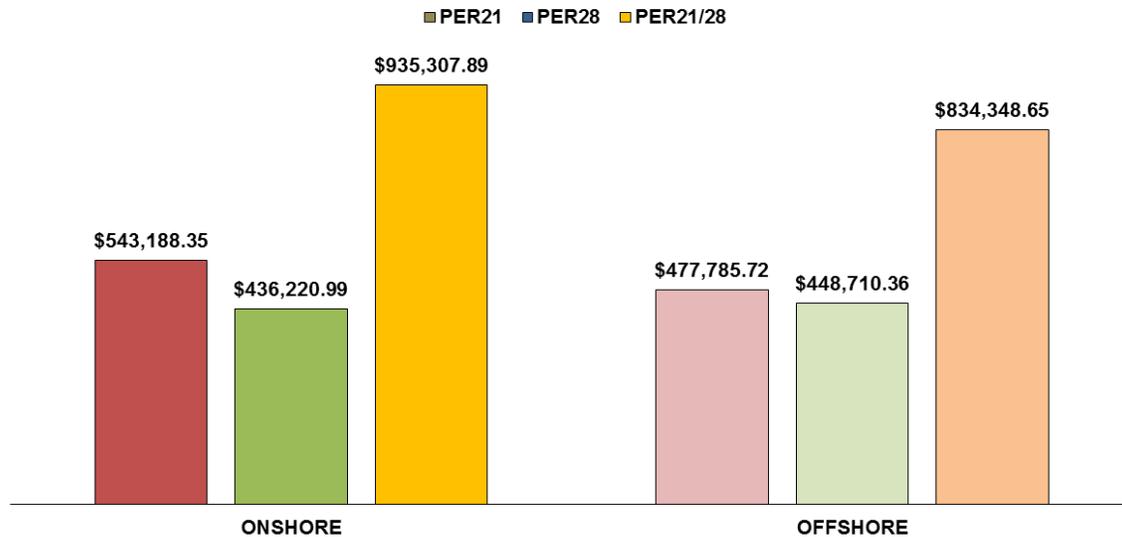
■ Grupo 1   ■ Grupo 3



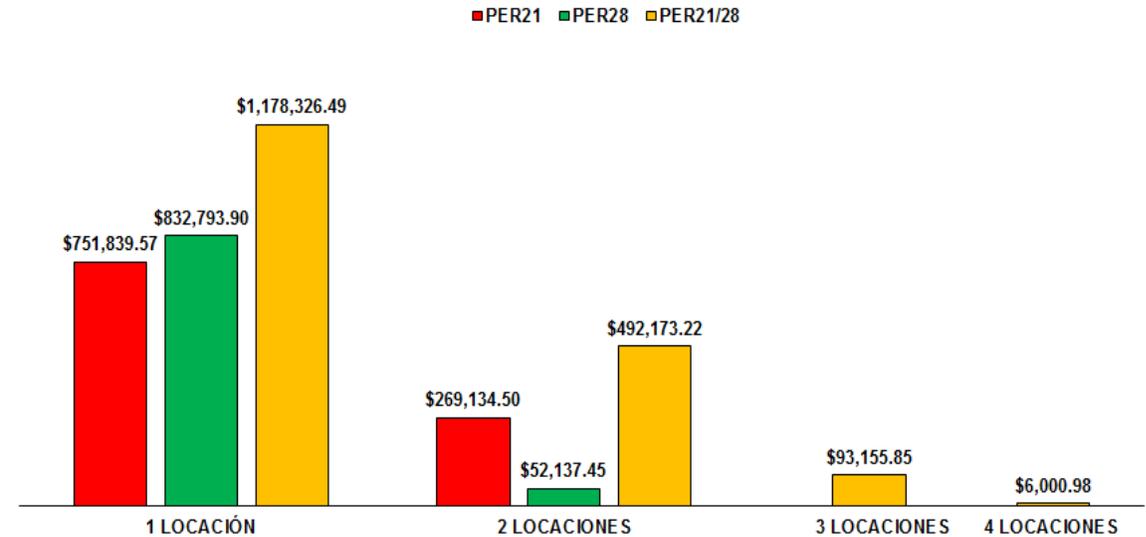
**Figura 29.** Valor del material (clasificados por grupo y taladro).



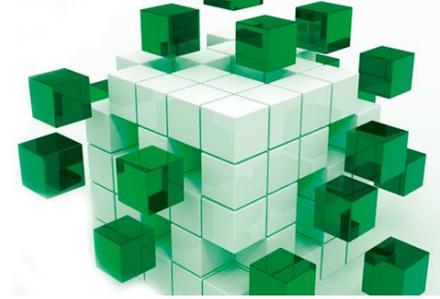
## 2.1) Movimiento del Material (Solo Grupo 3)



**Figura 30.** Valor de material sin consumo (agrupado por zona).



**Figura 31.** Valor de material sin consumo (agrupado por cantidad de ubicaciones en donde se tiene).



## 2.1) Movimiento del Material (Solo Grupo 3)

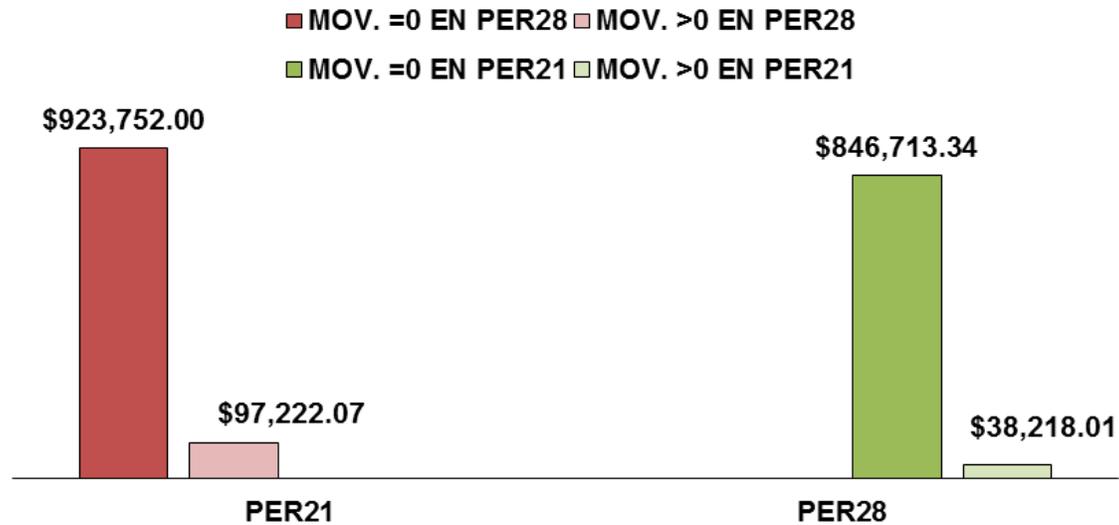


Figura 32. Valor de material sin consumo en el propio taladro pero con consumo en el otro taladro.

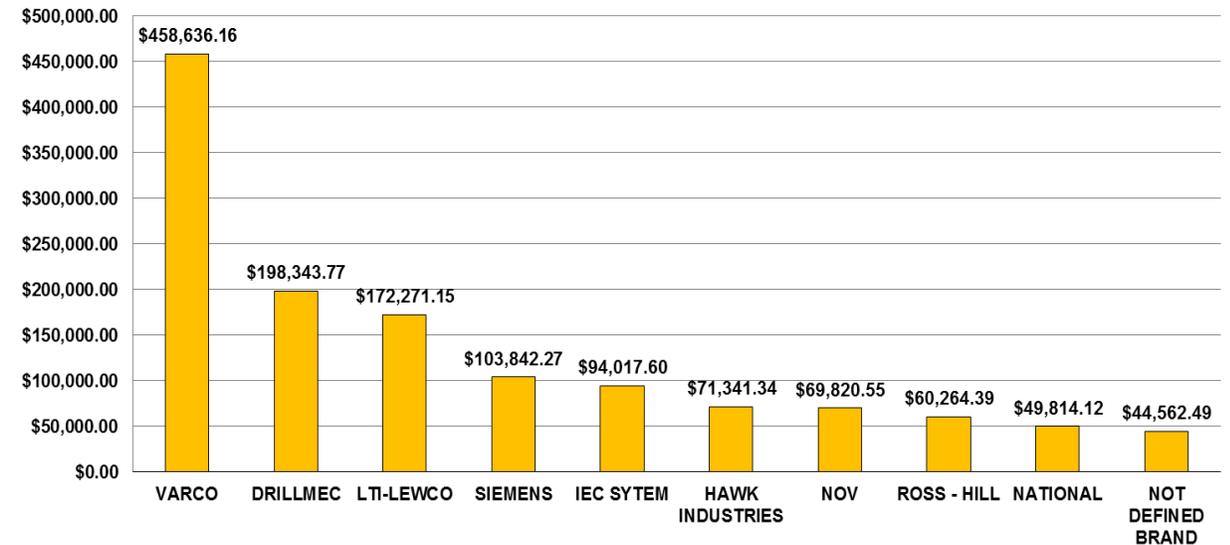
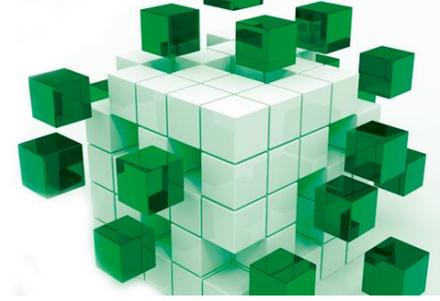
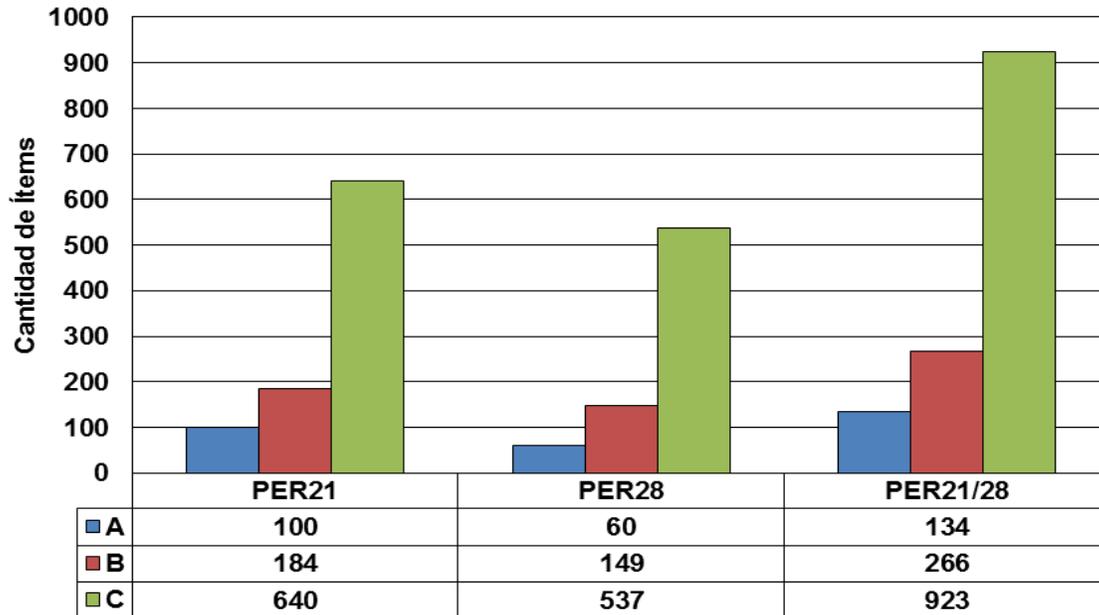


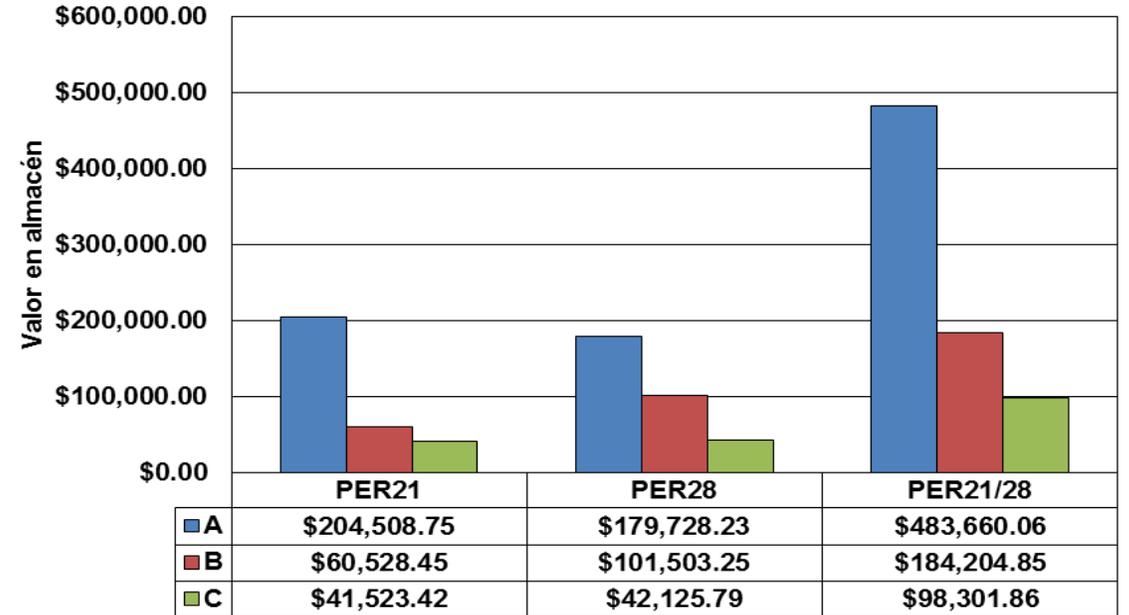
Figura 33. Valor de material sin consumo histórico agrupado por fabricante (Caso PER21/28).



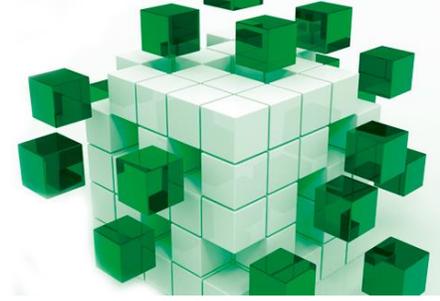
## 3) Clasificación ABC



**Figura 34.** Cantidad de Ítems en cada categoría ABC (agrupado por caso).



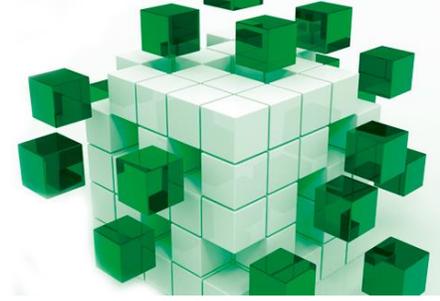
**Figura 35.** Valor en almacén por cada categoría ABC (agrupado por caso).



## 4) Demanda Histórica

Caso	Categoría	$CV_D^2 \leq 0.2$	$0.2 < CV_D^2 \leq 0.49$	$0.49 < CV_D^2 \leq 1$	$CV_D^2 > 1$
PER21	A	4	2	8	86
	B	1	4	7	172
PER28	A	2	6	3	49
	B	2	4	10	133
PER21/28	A	6	6	11	111
	B	3	13	10	240

*Tabla 03. Cantidad de ítems que caen en diferentes intervalos de  $CV_D^2$*



## 5) Cantidad Económica de Pedido

Código de Material	Precio	EOQ @ h=25%	EOQ' @ h=25%
10000737100	\$9.00	70.17	70
10000739101	\$3.00	112.81	113
<b>10000001115</b>	<b>\$34.24</b>	<b>8.02</b>	<b>8</b>
97005900075	\$59.42	3.92	4
10000052597	\$149.00	1.7	2
10000427060	\$80.23	2.72	3
10000415429	\$49.71	4.85	5
10000841468	\$81.87	1.62	2
10000511371	\$62.36	3.47	4
10000787422	\$8.00	27.35	27
10000744809	\$219.00	1.47	2
10000777139	\$60.73	3.18	3

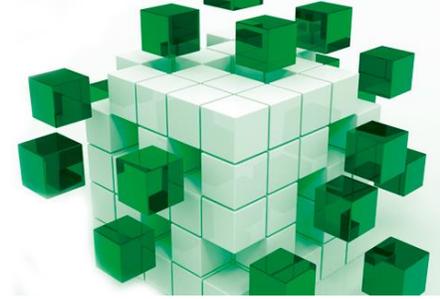
Tabla 04. EOQ y EOQ' (caso PER21/28).

Elemento	Onshore	Offshore	Observación
Costo Vivienda	10%	0%	En offshore es 0% ya que el espacio en mar es dado por el cliente.
Costo Inversión	14%	14%	Se estima en 14%.
Costo Laboral	3%	5%	En offshore es mayor ya que se tienen 2 almaceneros, en tierra solo se tiene 1.
Costo manipulación	1.5%	1.5%	Se estima en 1.5%.
Costo misc.	0.5%	0.5%	Se estima en 0.5%.
	29%	21%	

Tabla 05. Valores estimados de h.

Entonces, tenemos:  $h_{ONSHORE}=29\%$  y  $h_{OFFSHORE}=21\%$   
 $Q_{ONSHORE}=\$1,236,809.01$  y  $Q_{OFFSHORE}=\$1,299,014.30$

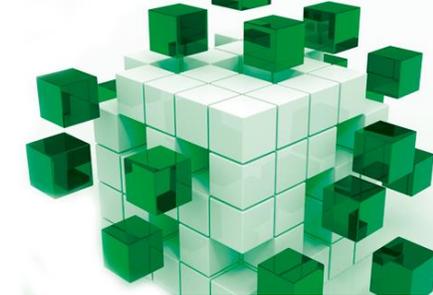
Lo cual nos da un: **h=25%**



## 6) Tiempo de Espera

Código de Material	Descripción del Material	$\mu_{LT}$	$\sigma_{LT}$	N
10000737100	OIL MULTIGRADO SAE 15W/40 API CF-4	2.12	0.85	10
10000739101	LEATHER GLOVES SIZE 9 REINFORCED IN	3.33	1.03	11
10000001115	FUEL OIL FILTER	1.25	0.38	4
97005900075	OIL FILTER	1.55	0.43	5
10000052597	PAILS DP DOPE	2.71	1.63	7
10000427060	FILTER A	2.22	0.60	3
10000415429	OIL FILTER	2.58	0.81	4
10000841468	18KG/CAN GADUS S2 V220 2 BAL ALVANIA EP2	1.74	0.70	10
10000511371	DIE	4.51	0.72	3
10000787422	LUBRICANT OIL TELLUS 46	1.73	0.81	7
10000744809	SCR 1200A, 2000V	2.27	0.00	1
10000777139	FUEL WATER SEPARATOR	2.01	0.79	3

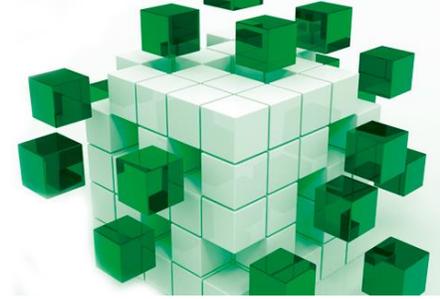
**Tabla 06.** Media y varianza del tiempo de espera para ítems de categoría A con  $CV^2_D \leq 0.49$ , caso PER21/28



## 7) Punto de Reorden

Código de Material	Descripción del Material	Numero de Parte	UM	Fabricante	Precio	$\mu_D$	$\sigma_D$	$\mu_{LT}$	$\sigma_{LT}$	$\mu_x$	$\sigma_x$
10000737100	OIL MULTIGRADO SAE 15W/40 API CF-4		GLL	SHELL	\$9.00	461.67	112.81	2.12	0.85	978.73	425.35
10000739101	LEATHER GLOVES SIZE 9 REINFORCED IN		NR	NOT DEFINED BRAND	\$3.00	397.67	101.32	3.33	1.03	1323.15	450.34
10000001115	FUEL OIL FILTER	1R0756	NR	CATERPILLAR	\$34.24	22.92	7.76	1.25	0.38	28.65	12.31
97005900075	OIL FILTER	1R0726	NR	CATERPILLAR	\$59.42	9.50	3.43	1.55	0.43	14.69	5.93
10000052597	PAILS DP DOPE	ZN50	NR	BJ BYRON JACKSON	\$149.00	4.50	1.66	2.71	1.63	12.19	7.81
10000427060	FILTER A	1R0715	NR	CATERPILLAR	\$80.23	6.17	2.64	2.22	0.60	13.70	5.39
10000415429	OIL FILTER	1R1808	NR	CATERPILLAR	\$49.71	12.17	5.62	2.58	0.81	31.43	13.39
10000841468	18KG/CAN GADUS S2 V220 2 BAL ALVANIA EP2	537385	KAN	SHELL	\$81.87	2.25	1.09	1.74	0.70	3.92	2.13
10000511371	DIE	20194	NR	HAWK INDUSTRIES	\$62.36	7.83	3.91	4.51	0.72	35.34	10.03
10000787422	LUBRICANT OIL TELLUS 46	TELLUS46 GAL	GLL	SHELL	\$8.00	62.33	35.53	1.73	0.81	108.04	69.03
10000744809	SCR 1200A, 2000V	N490CH2 0	NR	IEC SYTEM	\$219.00	4.92	3.09	2.27	0.00	11.14	4.66
10000777139	FUEL WATER SEPARATOR	3261641	NR	CATERPILLAR	\$60.73	6.42	4.27	2.01	0.79	12.90	7.90

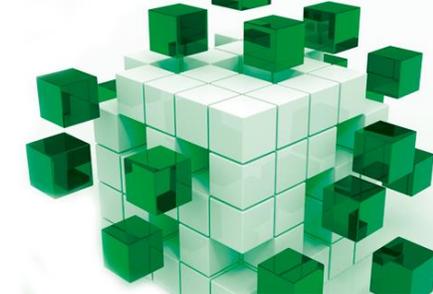
**Tabla 07.** Parámetros estadísticos de los ítems de la categoría A y  $CV^2_D \leq 0.49$ , caso PER21/28



## 7) Punto de Reorden

Código de Material	EOQ'	$r @$ SL=95% ][h=25%]	$r @$ [SL=90%][h=25%]	$r @$ [SL=85%][h=25%]
10000737100	70	1834.4	1720.1	1648.4
10000739101	113	2156.7	2029.0	1948.3
<b>10000001115</b>	<b>8</b>	<b>46.6</b>	<b>42.5</b>	<b>39.9</b>
97005900075	4	23.2	21.3	20.0
10000052597	2	26.6	24.4	23.0
10000427060	3	21.9	20.2	19.1
10000415429	5	54.1	50.1	47.5
10000841468	2	6.6	5.9	5.4
10000511371	4	52.0	49.0	47.1
10000787422	27	223.5	202.7	189.4
10000744809	2	18.8	17.3	16.4
10000777139	3	26.2	23.8	22.3

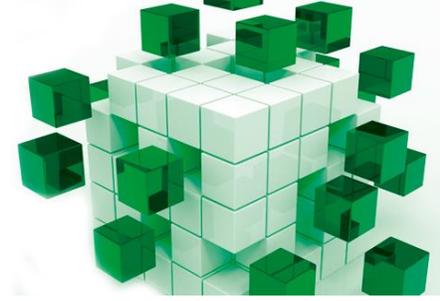
**Tabla 08.** Punto de reorden para diferentes niveles de servicio (caso PER21/28)



## 8) Stock de Seguridad

Código de Material	EOQ'	SS @	SS @	SS @
		[SL=95% ][h=25%]	[SL=90%][h=25%]	[SL=85%][h=25%]
10000737100	70	855.7	741.4	669.6
10000739101	113	833.5	705.8	625.1
<b>10000001115</b>	<b>8</b>	<b>17.9</b>	<b>13.9</b>	<b>11.3</b>
97005900075	4	8.5	6.6	5.3
10000052597	2	14.4	12.2	10.8
10000427060	3	8.2	6.5	5.4
10000415429	5	22.6	18.6	16.1
10000841468	2	2.7	2.0	1.5
10000511371	4	16.7	13.7	11.7
10000787422	27	115.4	94.6	81.3
10000744809	2	7.6	6.2	5.3
10000777139	3	13.3	10.9	9.4

**Tabla 09.** Stock de seguridad para diferentes niveles de servicio (caso PER21/28)



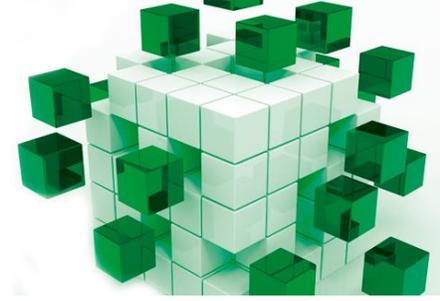
## 9) Comparación de Costos

$$TC(q, r) = C_h \left( \frac{q}{2} + r - E(X) \right) + \frac{c_B E(B_r) E(D)}{q} + \frac{C_o E(D)}{q}$$

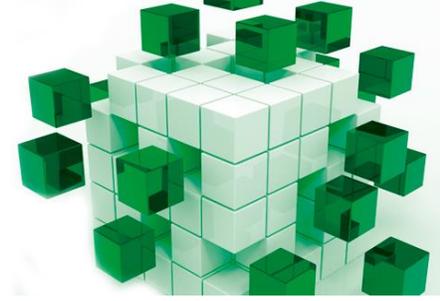
Caso	TC Teórico			TC Real
	[SL=95%][h=25%]	[SL=90%][h=25%]	[SL=85%][h=25%]	
PER21	\$2,157.77	\$1,857.40	\$1,666.36	\$1,825.22
PER28	\$3,266.93	\$2,812.95	\$2,524.87	\$4,257.04
PER2128	\$5,802.75	\$5,001.04	\$4,492.36	\$8,428.99

**Tabla 10.** Resumen de los costos teóricos obtenidos para varios niveles de servicio comparados contra los costos reales para los diferentes casos de análisis

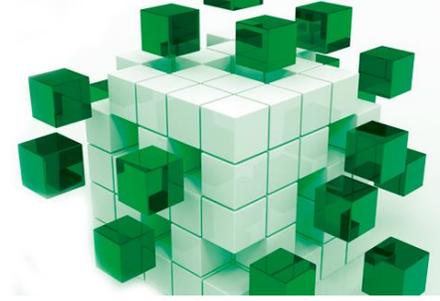
# Conclusiones



1. *El mayor valor de los almacenes de los taladros que operan en el lote Z-1 está en mar, el valor de estos repuestos asciende a **\$1,299,014.30 (51.2 % del valor de todos los almacenes)**.*
2. *Los almacenes en mar presentan una mayor variedad de materiales en contrastación con el almacén en tierra.*
3. *De todo el material presente en los almacenes, el **69.8% (\$1,769,656.54)** no ha tenido consumo en el último año, de estos repuestos, una gran parte está en tierra, el valor de este material asciende a **\$935,307.89 (52.9% del valor de todo el material sin consumo)**. Asimismo, el **27.81% (\$492,173.22)** está presente en **2 locaciones**, **5.26%(\$93,155.85 )** en **3 locaciones** y **0.34% (\$6,000.98 )** en **4 locaciones**.*
4. *De acuerdo a los valores de  $CV^2_D$  obtenidos, se concluye que la mayoría de los repuestos no presentan un patrón de demanda estable, solo el **7%** de todos los ítems cumplen con la condición para utilizar la formulación del EOQ.*



1. *Todo el material en el mar que **no ha tenido consumo** debe ser **trasladado a tierra** ya que esta ubicación tiene un **mayor riesgo asociado**, asimismo se deben evaluar las razones que sustenten la permanencia del material in situ, también es necesario hacer un **análisis de obsolescencia** de este material ya que la falta de consumos podría indicar que el componente en el que se utilizan alguno de estos repuestos ya no está operativo.*
2. *Se debe **estandarizar los repuestos** en ambos taladros para un **uso eficiente** de los recursos así como identificar los **elementos comunes y/o compatibles** en ambos taladros, los cuales utilizan maquinaria con características similares o iguales.*
3. *Para los materiales que están presentes en **más de una locación** se debe proceder con la consolidación en el almacén en tierra e igualmente se deben evaluar las razones que sustenten su presencia en múltiples locaciones.*
4. *Una vez que se hayan **tomado decisiones** sobre el material sin uso constante (transferir, desechar, vender, consolidar, etc.), se deberá realizar nuevamente el análisis mostrado con datos más actualizados para obtener resultados más refinados de los parámetros de control del inventario.*



# Gracias por su atención

Para ver el documento en extenso (172 páginas) ingresar a :

<http://es.slideshare.net/dbarretol/tesis-maestra-david-barreto-lara>

Datos de Contacto:

- David Barreto Lara - [dbarretol@uni.pe](mailto:dbarretol@uni.pe)
- <http://pe.linkedin.com/in/dbarretol>
- Ganador del Premio Semi - Beca al XVIII Congreso de Confiabilidad AEC - España Otorgado por el **INSTITUTO PERUANO DE MANTENIMIENTO - IPEMAN** - Lima PERU: [ipeman@ipeman.com](mailto:ipeman@ipeman.com) / [www.ipeman.com](http://www.ipeman.com)

