

**CALIDAD EN LA METODOLOGÍA DE MEDICIÓN DEL AVANCE
FÍSICO EN PROYECTOS DE INVERSIÓN.**

**Trabajo realizado por:
Harold G. Cristian F.
Pedro Pardo Pisani**

OPS&S CONSULTING INTERNACIONAL

CONTENIDO

	Pag
Sinopsis	3
Introducción.....	4
1. La Medición	5
2. El Control de los proyectos	6
3. Definición del Grado de Materialización de un proyecto	7
4. La Hora Hombre como denominador común para la ponderación de las actividades del cronograma	7
5. ¿Por qué ponderar en Horas Hombres?	8
6. La Incidencia y los hitos de medición. Pautas para el reporte de avance de las actividades según su naturaleza	9
7. La Estructura de Desglose del Proyecto (EDP) y su vinculación con el nivel de esfuerzo necesario para generar cada entregable del proyecto.....	11
8. Determinación de la línea base del avance físico	12
9. Medición y cálculo del avance físico real.....	13
10. Interpretación de las Curvas “S”	15
11. El Valor Ganado como indicador de rendimiento en la ejecución de proyectos y su dependencia del cálculo exacto del avance real	16
Conclusión.....	17
Bibliografía.....	18

SINOPSIS

La técnica del valor ganado y sus indicadores de rendimiento son de utilidad para medir el performance del proyecto pero no son suficientes para medir realmente el estado de avance del proyecto.

A pesar de invertir considerables cantidades de recursos en el seguimiento y control de los proyectos, un porcentaje importante de ellos se atrasa casi inevitablemente. Desde el momento en el cual algún indicador alerta sobre un posible desvío, la ley de David Ricardo sobre Rendimientos Decrecientes juega en contra de aquellos que tienen la tarea de recuperar el tiempo perdido autorizando más recursos a los proyectos.

Lecciones aprendidas demuestran que las tendencias de un rendimiento negativo en proyecto no sólo mantienen su curso, sino empeoran a medida que los proyectos avanzan debido a la complejidad de la cadena de relaciones entre las actividades que conforman el proyecto. Cada día que pasa, más y más tareas no logran iniciarse a tiempo.

Los interesados en el proyecto no reciben lecturas adecuadas, confiables ni oportunas del avance físico real de los proyectos, por lo que no se logran los objetivos estratégicos planteados ni la satisfacción del cliente.

El presente trabajo demuestra cómo medir el grado de avance físico de los proyectos de inversión con la calidad necesaria para satisfacer las necesidades de información que tienen los dueños de las inversiones y todos los stakeholders. Una técnica invulnerable que arroja el grado de materialización de los proyectos aportando el trabajo realmente completado. Su precisión se fundamenta en la cuantificación del esfuerzo necesario para materializar los productos entregables, utilizando técnicas de juicio experto para la estimación de las Horas Hombre (HH) y la definición de los hitos relevantes del proyecto. Esta metodología de medición representa el sustento requerido para el sano seguimiento del progreso de las obras.

INTRODUCCIÓN

Son muchas las interrogantes que surgen a raíz del incumplimiento histórico en las fechas de entrega y finalización de los proyectos de inversión. Estadísticas aplastantes informan que la generalidad de los proyectos, sin importar su naturaleza, índole, lugar geográfico de desarrollo o industria, se retrasan sistemáticamente debido a infinidad de imprevistos que parecieran aparecer de repente sin que indicador alguno haya dado pistas de su desviación.

La necesidad de formular metodologías y sistemas para rebatir esta situación es la piedra filosofal en el gerenciamiento de proyectos, para lo cual la Dirección Integrada de Proyectos o Project Management Moderno propone un modelo infalible de calidad en la medición del avance físico de proyectos de inversión.

Lo propuesto a continuación por los autores rompe paradigmas propios de la medición de avance físico que han estado enquistados desde los inicios mismos del manejo y control de los proyectos. Su entendimiento, comprensión y futura aplicación es el anhelado aporte que los redactores desean transmitir a través de este paper.

1. LA MEDICIÓN

Medir es comparar una cantidad con una respectiva unidad, con el fin de averiguar cuántas veces la segunda está contenida en la primera. El medir sirve para comercializar, intercambiar, controlar, etc. Esto se logra estableciendo una relación de orden cuantificada con una referencia universalmente aceptada, con la finalidad de confiar en los datos y poder controlar, por ejemplo, algo nuevo que se está haciendo.

Medir es una actividad habitual, muchas veces se realiza de manera inconsciente como consecuencia de la cotidianidad de la misma. Se desea estar seguro de que lo que se está comprando, vendiendo, fabricando cumpla con la expectativa del cliente, proveedor, de la parte interesada. Como ejemplo, cuando un conductor coloca combustible en su vehículo, desea que lo indicado por el surtidor de combustible sea realmente lo colocado, y el vendedor desea no colocar más de lo que corresponde, y en estos casos la unidad de medida puede ser el litro o el galón.

La importancia de la medición no está lo suficientemente divulgada por parte de muchos individuos o empresas. No se tiene una idea clara de la importancia de la necesidad de medir y de medir bien como parte de un beneficio mutuo para ambas partes.

Frecuentemente se considera que no es necesario medir, que más es lo que se gasta haciendo la medición que lo que se pretende asegurar o ganar con la misma, y específicamente con la precisión o exactitud de la medición, lo cual puede ser cierto en proyectos o actividades pequeñas. Ahora el problema surge cuando la falta de precisión en la medición se vuelve algo común y por ende las medidas dejan de ser importantes en determinadas actividades o proyectos, donde realmente sí ameritan y tienen un impacto importante para al menos una de las partes involucradas en el mismo. Aun más, muchos de estos impactos, como son difíciles de medir, no se les presta la debida atención pero eso no quiere decir que no existan.

Cada uno de los interesados en el proyecto (propietarios, prestamistas, contratistas) quiere saber el estado del mismo, las obras, construcciones, procesos, etc. por lo que se crean las necesidades de realizar controles y verificaciones a los efectos de comprobar que todo se desarrolla dentro de lo previsto y de acuerdo con las normas y regulaciones vigentes.

Dada la participación de diferentes interesados, surge aquí la necesidad del conocimiento de las técnicas de medición, dónde medir, cómo medir, qué medir, cuál unidad utilizar, el conocimiento del instrumental a usar, etc. Surge la necesidad de que la calidad de la medición permita ganar a las partes involucradas, permita que la medición sea precisa, con poca dispersión y sea justa para las partes involucradas.

El medir nos asegura que lo que estamos haciendo está bien, nos permite tener una visión clara y precisa de dónde estamos y cuánto nos hace falta hacer para terminar el proyecto con la información proveniente de las mediciones. Nos permite mejorar costos y satisfacer mejor las necesidades del propietario.

Al medir tenemos seguridad en el cumplimiento de los plazos establecidos, el costo presupuestado y que los trabajos se realizan de acuerdo con las especificaciones del cliente. La eficiencia de las mediciones acertadas y oportunas evitan costos innecesarios y facilitan la toma de decisiones en el proyecto.

Para saber si un proyecto ha alcanzado sus objetivos es imprescindible medir el proyecto. Para el objetivo del plazo es necesario medir el avance físico del proyecto, el grado de completitud del mismo. La necesidad de medir el avance, el instrumental utilizado, el grado de definición de lo

que se desea medir, influirá en los costos finales del proyecto y la calidad de la gestión del mismo, así como del producto del proyecto.

En un proyecto donde no está claramente definido la forma de medición del proyecto desde un principio, se puede acarrear costos financieros adicionales al proyecto que no son fáciles de encontrar. En la medida que el proyecto se ejecuta, el contratista quiere que el propietario le pague lo que ha ejecutado, por lo que, si la medición física no va a la par con el pago, el contratista asume un costo de financiamiento el cual generalmente es considerado en los precios de la oferta. Igualmente si el pago va por adelantado muchas veces el propietario esta pagando un costo financiero (intereses) por pedir dinero por adelantado a los bancos el cual no era necesario.

Para lograr que la medición cumpla con las necesidades de ambas partes, primero se debe tener claro “qué es lo que se quiere medir” y segundo “cómo medirlo” para que todas las partes salgan en beneficio.

Cuando se fija un sistema de medición el mismo no debe ser cambiado, es el mismo que utilizarán las partes en negociación, donde lo que se desea es tener una medida lo más exacta posible, representando el valor justo y exacto para ambas partes, que en el caso de los proyectos generalmente se refiere a contratistas y propietarios/inversionistas del proyecto.

2. EL CONTROL DE LOS PROYECTOS

La medición de avances es una de las acciones más importantes de los procesos de Control establecidas en la Dirección Integrada de Proyectos o Project Management, con la cual se busca conocer la situación real del proyecto con respecto a la situación planificada y cuyo objetivo principal es determinar si las condiciones de término en plazo y costo del Proyecto, se van a mantener o, en caso de detectarse desviaciones, poder tomar las medidas correctivas del caso a través de la optimización o incorporación de recursos, o en su defecto, la aceptación de la desviación y la respectiva reprogramación y análisis de impactos.

Las variables de plazo y costo requieren, cada una de ellas, de parámetros diferentes, concordantes con su propia necesidad. Así, el plazo debe medirse en función a fechas de inicio y término, lo que involucra avances físicos, es decir, el grado de materialización del proyecto en el tiempo en cuanto al esfuerzo físico que se requiere para realizarlo. El costo debe medirse en función de la disponibilidad presupuestaria, los costos incurridos y los desembolsos, todo ello causado por los compromisos económicos, los movimientos de dinero realizados y la gestión interna (de la organización) de ejecutar un proyecto. Adicionalmente los desembolsos dependen de otros factores como son las condiciones contractuales para los mismos.

Lo anterior no excluye la posibilidad de establecer otros parámetros que pudiesen ser de utilidad para el Propietario del Proyecto, pero debe tenerse en cuenta que, tratándose de diferentes actividades que generan productos con características diferentes y que puede ser un conjunto de proyectos diferentes (programa o cartera de proyectos que pueden ser consolidados a nivel corporativo), el parámetro que se establezca debe ser común a todos los proyectos. En otras palabras no es posible realizar una comparación o una consolidación de un proyecto medido en un parámetro con otro medido en uno diferente. Esto hace que sea necesario establecer, en cada variable, un parámetro común, sustentable y objetivo.

Mediante la medición de avances se realiza la comparación, para las variables de plazo y costo, entre una situación esperada (Programado) y una situación existente (Real) para poder

establecer una situación futura (Proyectado). Para que esta comparación sea efectiva los parámetros de comparación, en estos tres escenarios, tienen que ser los mismos.

Es importante recordar que los sistemas de medición en los proyectos no sólo son para llevar el control de “cuándo” se generarán los entregables y “cuánto” costarán, sino si cumplen o no con las especificaciones contenidas en las propuestas (los requisitos del cliente). Las medidas de avance físico de proyectos son útiles sólo parcialmente, siempre deben complementarse con las evaluaciones de costo y calidad.

3. DEFINICIÓN DEL GRADO DE MATERIALIZACIÓN DE UN PROYECTO

Medir el grado de materialización de un proyecto, es poder cuantificar cuan avanzado van los entregables que arrojará el proyecto pero medido bajo una óptica que represente el interés del dueño del proyecto. Dicha óptica será fundamental para la calidad en el proceso de medición del avance físico de los proyectos.

Para obtener esta información, los directores de proyectos deberán establecer las reglas de medición desde la planificación del proyecto, principalmente en las bases de licitación para la obtención de las ofertas de los contratistas, mostrando en las bases la estructura de medición a utilizar y el formato requerido para los reportes de avance de obra. El establecimiento del sistema de medición desde un principio será determinante para la calidad de la medición y para la disposición de un buen sistema de control para el proyecto.

Un ejemplo sencillo de esto, puede darse en la fabricación de una casa. Al dueño que contrate a precio fijo la construcción de su casa de ninguna manera le interesa que el contratista le reporte volúmenes de movimiento de tierra, ni kilogramos de acero de refuerzo utilizado, tampoco metros cuadrados de paredes pintadas, como es tradicional reportar los avances de obras. Al dueño lo que le interesa saber es cuan avanzada va la planta baja, o las áreas externas (jardín, piscina, etc.) o la casa anexa para la servidumbre. Así mismo si la contratación es a precios unitarios, al propietario le importa saber el avance físico que igualmente debe ser medido en función de un parametro común como lo es la Hora Hombre. Las cantidades de obra representarán cuánto es el avance en costo, pero las unidades no son comunes, por ejemplo m^3 de concreto, m^2 de piso de madera, Kg de acero de refuerzo, etc.

De igual forma, los dueños, sponsors y/o responsables de los recursos invertidos en proyectos de capital en industrias como petróleo, gas, minería, entre otras, les interesa obtener informaciones de avance que les permita tomar decisiones en torno al grado de materialización de los entregables incluidos en estos proyectos de inversión, decisiones que por demás fundamentarán compromisos de entrega de producción, de capacidad de recepción para el procesamiento de materia prima o de detención de equipos para un mantenimiento mayor.

4. LA HORA HOMBRE COMO DENOMINADOR COMÚN PARA LA PONDERACIÓN DE LAS ACTIVIDADES DEL CRONOGRAMA

En todos los proyectos se involucran actividades de diversas disciplinas, con metodologías, herramientas y técnicas acordes a cada especialidad. El grado de complejidad en la medición del avance físico sería de comportamiento exponencial a no ser por la existencia de un patrón de común denominador en todo este universo: la hora hombre.

Las actividades a realizarse en un proyecto pueden estar cuantificadas en distintas unidades de medida, por ejemplo la ingeniería se medirá en cantidad de documentos emitidos, la gestión de abastecimientos en cantidad de paquetes de compras y contratos suscritos, la construcción en las distintas unidades definidas para cada partida (m², m³, kg, ton, un, etc.). Es claro que no hay una unidad de medida común, pero lo que todas tienen en común es que se realizan con la dedicación de personas en el tiempo con la finalidad de obtener algo, es decir, un entregable.

Cada entregable del proyecto se obtiene a través del desarrollo de las actividades que lo materializan. El desarrollo de las actividades implica la realización de un esfuerzo para llevarlas a cabo, el cual varía principalmente según el método seleccionado, las herramientas designadas, maquinaria a utilizar, el rendimiento de los recursos y la duración establecida los cuales son considerados en el momento de la preparación de los cronogramas de ejecución.

Estimar el nivel de esfuerzo asociado a cada actividad del cronograma, a través de la sumatoria total de las horas hombres involucradas en la materialización de la actividad, proveerá un ponderado uniforme e infalible en el adecuado otorgamiento de los pesos de cada actividad del entregable.

Como ilustración simple se compara la realización de una zanja para enterrar un tramo de tubería, la cual puede realizarse con obreros a pico y pala, o con una retroexcavadora y su operador. El esfuerzo asociado a cada metodología varía significativamente, por ende, su ponderación dentro del cronograma de actividades del proyecto será distinta.

Esta diferenciación juega un papel clave en la medición del avance físico de un proyecto, pues permite focalizar las actividades de mayor aporte a la materialización de los entregables del proyecto.

Es necesario aceptar que el esfuerzo de trabajar una hora para un hombre es el mismo, independientemente del costo de esa hora o del grado de especialización o profesionalidad que la persona posea, ya que se trata de una unidad de esfuerzo.

Asimismo, a través de la ponderación basada en el nivel de esfuerzo derivado de las horas hombres vinculadas a cada actividad, líderes, directores y responsables podrán fijar acciones en orden de prioridades para fomentar el cumplimiento de aquellas actividades que se encuentren atrasadas.

5. ¿POR QUÉ PONDERAR EN HORAS HOMBRES?

La HH es un factor común en todas las actividades de un proyecto, así como un factor común entre distintos tipos de proyecto.

Como ya se ha indicado anteriormente, no es posible consolidar en un mismo proyecto las unidades de metros lineales de cables, con Kg de concreto, m² de pintura, documentos de ingeniería, pero si es posible calcular y obtener la información de cuántas HH fueron necesarias para colocar el concreto, tender los cables, realizar los cálculos, etc.

Así mismo, cómo poder saber cuál es el avance físico de un portafolio de proyectos donde existen proyectos tan diversos como la perforación de 5 pozos productores, la ampliación de la planta de tratamiento de crudo en 5MBPOD, construir una nueva línea de flujo de 5 km, realizar un nuevo estudio de las reservas del campo, desarrollar el estudio de una nueva arena y reparar las vías rurales entre las poblaciones ubicadas dentro del área de concesión para la explotación petrolera,

¿cómo podemos decir que ese portfolio de proyectos lleva 45% de avance físico?. ¿Qué consume más recursos?, ¿Qué es más grande?. Las HH de cada proyecto permite establecer un factor común entre todos los proyectos del portfolio.

Pero, ¿por qué se desea tener un factor común en las actividades o entre proyectos?. Al tener un factor común, se puede calcular cuál es el peso, la incidencia (grado de importancia) de una actividad y/o etapa dentro del total de actividades y/o etapas del proyecto, lo cual permite establecer cuál es la actividad que consumiría mas recursos (HH), cuál es la actividad que aporta un mayor avance al proyecto.

Igualmente cuando se tiene un parametro común como la HH es posible establecer hitos de medición que reflejen un avance específico por cada acción lograda.

Adicionalmente dentro de las características que tiene la hora hombre (como unidad de fijación de peso) están:

- Es un dato que existe en los proyectos de construcción que se utiliza para el cálculo de los índices de Seguridad Industrial (HH sin accidentes, etc.)
- Es una unidad base, es decir, no divisible y no dependiente de otros factores.
- Es una unidad referida al tiempo, no a otros factores.
- Es dependiente de el número de obreros, especialistas y otro personal, que labora en el proyecto y esos son números conocidos.

6. LA INCIDENCIA Y LOS HITOS DE MEDICIÓN. PAUTAS PARA LA MEDICIÓN DEL AVANCE DE LAS ACTIVIDADES SEGÚN SU NATURALEZA

Sustentados en la diversidad de actividades que se desarrollan para cada entregable, el avance de cada una de ellas debe reportarse acorde con criterios de medición idóneos para una buena cuantificación del grado de materialización de los productos que se generan.

Uno de los criterios comúnmente utilizados es la designación de un determinado porcentaje de avance por hito cumplido dentro del desarrollo de la actividad. Una vez reportado el hito como cumplido o culminado, la actividad ganará en avance el porcentaje atribuido a dicho hito. Este porcentaje es fijado bajo criterios de juicio experto, generalmente por conocedores con background en el desempeño de las actividades a las que se les está fijando los criterios de medición.

La incidencia puede ser considerada como el grado de importancia de una actividad y/o etapa dentro del total de actividades y/o etapas del proyecto, medido en función a un parámetro común de comparación. Un hito es el cumplimiento de un determinado evento, que condiciona al avance del proyecto, actividad o fase, y que es establecido previamente. Las HH permiten el cálculo de las incidencias de cada actividad, así como de los hitos para la obtención del grado de avance.

Debe dejarse bien claro la diferencia que existe entre “ponderar” las actividades del proyecto utilizando HH y “medir” la ejecución de las actividades utilizando HH. Aquí se presenta uno de los puntos de discusión más común a la hora de utilizar las HH. La metodología utilizada por los autores, no mide la HH realmente consumida, no se tiene un grupo de controladores observando cuántas horas han trabajado un determinado número de recursos. Bajo un juicio de expertos se establecen inicialmente el número de HH que deberían invertir en cada actividad para conseguir determinados hitos dentro de la misma y poder establecer la incidencia de cada actividad.

Esta metodología tiene dos propósitos. La primera es que la incidencia sea fija, es decir no varía en el tiempo a menos que se haga un cambio oficial a la actividad y se modifique la misma de manera tal que afecte el peso de dicha actividad dentro del proyecto. La segunda es que ni los hitos de medición ni la incidencia se ven afectados por la eficiencia o la ineficiencia del contratista.

Es decir, si un contratista es eficiente y consume menos HH de las necesarias esto no afecta ni el valor de los hitos, ni la incidencia, simplemente el ejecutor fue eficiente y gastó menos recursos de lo esperado. De manera similar ocurre si el ejecutor es ineficiente. El mayor uso de recursos con respecto a lo programado es un problema que debe asumir él como parte de su ineficiencia, pero no altera las mediciones del avance.

Por ejemplo, si hablamos de un avance del 30%, estamos diciendo que si se cumplió lo que estaba programado originalmente, entonces se han debido consumir el 30% de las HH asignadas a esa actividad. Este punto es sumamente importante: *la fijación de hitos y el porcentaje que los mismos tienen deben ser consistente con el número de HH que sería necesario realizar para alcanzar dicho hito.*

A manera de ejemplo, en la Tabla 1 se presentan los siguientes hitos para la realización de una fundación.

Tabla 1.- Hitos de medición para una actividad

Actividad	Excavación	Fabricación Colocación Armadura	Fabricación Colocación Moldaje	Colocación Hormigón	Curado Limpieza Remates
Concreto Armado	15%	15%	25%	35%	10%
Acumulado	15%	30%	55%	90%	100%

Estos hitos quieren decir que para hacer una fundación, si ya realizó la excavación, colocado el acero de refuerzo (armadura) y colocado el moldaje (encofrado), entonces deberíamos haber consumido el 55% de las horas hombres planificadas para esa fundación. Si realmente se utilizaron más o menos, no interesa a los efectos de medición de avances. Lo realmente relevante es haber cumplido con los hitos de medición y la generación de sus respectivos entregables.

Otro ejemplo de ello puede ser la fijación de porcentajes de avance para la realización de pozos petroleros. Puede otorgarse un 60% al cumplimiento de la perforación del pozo, un 30% a la completación y el 10% restante al culminarse el equipamiento. Estos porcentajes pueden variar dependiendo de las características del subsuelo donde se esté perforando el tipo de pozo y/o la tecnología utilizada para su ejecución y otros factores técnicos.

Puede haber actividades cuyo patrón de cumplimiento sea fijado en escala 0-1, es decir, 0% de cumplimiento hasta tanto concluya la actividad, una vez culminada obtendrá el 100%.

Es importante resaltar la necesidad de diferenciar las HH directas de las HH indirectas. Se entiende como HH directas a todas aquellas que pueden asociarse a un producto entregable del proyecto. Las HH indirectas son las demás y generalmente se refieren a HH de Dirección y Administración del Proyecto, es decir no están asociadas a un solo entregable o grupo de entregables sino a todo el proyecto en su conjunto. Debe establecerse, por convención, si estas HH participan o no (en términos de incidencia) en el avance del proyecto. Es obvio que las horas de dirección son las que coordinan a todas las demás, pero no es tan obvio su influencia en la incidencia que pudieran tener en la medición del avance del Proyecto.

Lo importante es poder dejar establecidas las pautas a través de las cuales serán reportados los avances de las actividades. Posteriormente, estos avances alimentarán la estructura de medición de avance físico de los entregables establecida a través de la EDP y la ponderación por medio del nivel de esfuerzo necesario para materializar cada entregable.

Es necesario destacar que existe la tendencia a utilizar el valor monetario de las actividades como la unidad para establecer la incidencia entre en las actividades, los hitos, así como el avance físico de la actividad, lo cual no es correcto. La relación avance físico y avance en costo no es bidireccional, y específicamente cuando se habla del pagado, es decir, de la salida de dinero por parte del propietario del proyecto. La curva de desembolsos va a tener un desfase respecto de la curva de costos incurridos, ya que los pagos tienen un comportamiento no necesariamente igual al de los avances, pues se pueden introducir elementos tales como los anticipos de obra, las amortizaciones de anticipos y las retenciones de garantía. Por ejemplo, se puede tener una erogación de dinero (pagar), por ejemplo un anticipo del 10% y el avance físico de la obra es 0%. Lo que no se puede tener es un avance físico del 10% y un avance en costo (costo incurrido, valor ganado) de 0%. Puede ser que no se haya realizado la erogación del dinero desde la caja de la empresa, que no se haya pagado el monto, pero no quiere decir que el trabajo no se ejecutó.

El valor monetario tiene varias características. Es una unidad común, pero dependiente de otros factores, como por ejemplo, las condiciones contractuales, el costo de la mano de obra, el costo de la mano de obra especializada, etc. Tampoco tiene por qué estar directamente relacionado con el grado de complejidad y magnitud de un proyecto.

7. LA ESTRUCTURA DE DESGLOSE DEL PROYECTO (EDP) Y SU VINCULACIÓN CON EL NIVEL DE ESFUERZO NECESARIO PARA GENERAR CADA ENTREGABLE DEL PROYECTO

La estructura de desglose del proyecto es considerada por teóricos y prácticos como la columna vertebral para el gerenciamiento de los proyectos. La ciencia y arte de su desarrollo permite, entre sus múltiples bondades, estructurar la guía para el monitoreo integral de los entregables del proyecto. Cada entregable posteriormente es sometido a un proceso de partición derivándose las actividades a través de las cuales será materializado. La totalización de la sumatoria de horas hombre asociadas a cada actividad del grupo que conforma cada entregable (conjunto de operaciones o tareas necesarias para el logro del entregable), proveerá el nivel de esfuerzo necesario para materializarlo y, a la vez, determinará el peso de este entregable sobre los demás pertenecientes a la EDP del proyecto.

Utilizando la EDP y la estimación del nivel de esfuerzo necesario para la obtención de cada entregable a través de la hora hombre como denominador común, se fundamenta la base para la medición del avance físico del proyecto.

En la Tabla 2, se presenta un ejemplo de una EDP y sus HH asociadas.

Tabla 2.- HH e Incidencias colocadas en una EDP

EDC		Ingeniería		Procura		Construcción		Puesta Marcha		Total	
		HH	Incid.	HH	Incid.	HH	Incid.	HH	Incid.	HH	Incid.
1	PROYECTO	6.000	100 %	800	100 %	37.000	100 %	4.000	100 %	47.800	100 %
1.1	PROCESO	2.400	40.00%	300	37.50%	16.400	44.32%	1.600	40.00%	20.700	43.3%
1.1.1	Almacenaje	2.200	36.67%	250	31.25%	13.950	37.70%	1.300	32.50%	17.700	37.0%
1.1.1.1	Líneas	750	12.50%	150	18.75%	3.200	8.65%	600	15.00%	4.700	9.8%
1.1.1.1.1	Soportes	200	3.33%	50	6.25%	500	1.35%	150	3.75%	900	1.9%
1.1.1.1.2	Tuberías	450	7.50%	50	6.25%	1.500	4.05%	300	7.50%	2.300	4.8%
1.1.1.1.3	Válvulas	100	1.67%	50	6.25%	1.200	3.25%	150	3.75%	1.500	3.1%
1.1.1.2	Tanque	1.450	24.17%	100	12.50%	10.750	29.05%	700	17.50%	13.000	27.2%
1.1.1.2.1	Movimiento de tierras	100	1.66%	25	3.13%	2.500	6.76%	150	3.75%	2.775	5.8%
1.1.1.2.2	Fundación Tanques	600	10.00%	25	3.13%	3.000	8.10%	150	3.75%	3.775	7.9%
1.1.1.2.3	Montaje Tanques	600	10.00%	25	3.12%	4.500	12.16%	200	5.00%	5.325	11.1%
1.1.1.2.4	Instrumentación	150	2.50%	25	3.12%	750	2.03%	200	5.00%	1.125	2.4%
1.1.2	Bombeo	200	3.33%	50	6.25%	2.450	6.62%	300	7.50%	3.000	6.3%
1.1.2.1	Bomba	200	3.33%	50	6.25%	2.450	6.62%	300	7.50%	4.125	8.6%
1.1.2.1.1	Montaje Bomba	100	1.67%	20	2.50%	1.050	2.84%	150	3.75%	1.320	2.8%
1.1.2.1.2	Conexión bomba	100	1.67%	30	3.75%	1.400	3.78%	150	3.75%	1.680	3.5%
1.2	CONTROL	3.600	60.00%	500	62.50%	20.600	55.68%	2.400	60.00%	27.100	56.7%
		6.000	100%	800	100%	37.000	100%	4.000	100%	47.800	100%

8. DETERMINACIÓN DE LA LÍNEA BASE DEL AVANCE FÍSICO

Para realizar el seguimiento y control del avance físico es necesario fijar no solo las pautas de medición sino también establecer contra qué medirlo. Para estructurar la línea base de referencia se utilizará la curva “s” de avance físico acumulado a lo largo del ciclo de vida del proyecto. La misma será el mapa de ruta a cubrir y se construirá a partir de los porcentajes acumulados que se tienen programado cumplir en el cronograma y ajustados a los pesos e hitos acordados durante la fijación de pautas de medición.

La curva “S” viene de la suma ponderada del avance absoluto acumulado de cada actividad a lo largo del tiempo por la incidencia de dicha actividad en todo el proyecto.

El avance absoluto es grado de completitud de la actividad con respecto a sí misma, sin considerar el resto de las actividades del proyecto. Ahora esta actividad tiene una incidencia dentro del proyecto según la división en la EDP y las HH asignadas. El avance absoluto de un período multiplicado por la incidencia de la actividad nos da el avance ponderado de la actividad con respecto al total del proyecto en un período determinado. La suma de los avances ponderados nos da el avance físico del proyecto en el período. De la suma de los avances absolutos de cada período se obtiene el avance acumulado a una fecha determinada.

En las Tablas 3 y 4, presentadas a continuación, se muestra el cálculo del avance ponderado en un período específico y el avance físico acumulado del proyecto.

Tabla 3.- Cálculo del Avance Físico en el Período.

ETAPA	HORAS HOMBRE	PESO (%)	AVANCE ABSOLUTO* DE LA ACTIVIDAD	AVANCE PONDERADO DEL PROYECTO
Actividad N° I	X_I	$P_I = X_I / \sum X_n$	A %	$PO_I = P_I \times A$
Actividad N° II	X_{II}	$P_{II} = X_{II} / \sum X_n$	B %	$PO_{II} = P_{II} \times B$
Actividad N° III	X_{III}	$P_{III} = X_{III} / \sum X_n$	C %	$PO_{III} = P_{III} \times C$
Actividad N° IV	X_{IV}	$P_{IV} = X_{IV} / \sum X_n$	D %	$PO_{IV} = P_{IV} \times D$
Actividad N° V	X_V	$P_V = X_V / \sum X_n$	E %	$PO_V = P_V \times E$
TOTAL	$\sum X_n$	100 %	-	$\sum PO_n$

* El avance es a una fecha, a un instante determinado.

Tabla 4.- Calculo de la Línea Base para la Curva “S”

ETAPA	Período 1	Período 2	Período 3	Período 4	Período 5
Avance del Período	PO_1	PO_2	PO_3	PO_4	PO_5
Avance Acumulado al Período del Proyecto	$AC_1 = PO_1$	$AC_2 = AC_1 + PO_2$	$AC_3 = AC_2 + PO_3$	$AC_4 = AC_3 + PO_4$	$AC_5 = AC_4 + PO_5$

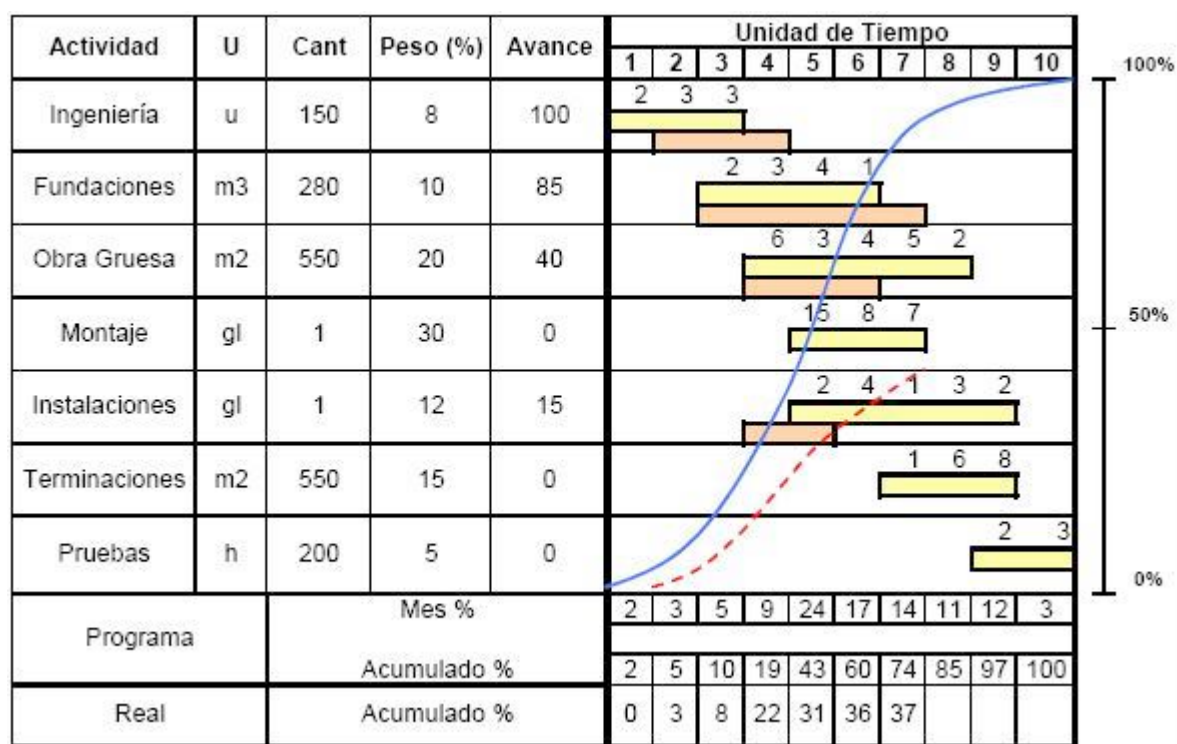
9. MEDICIÓN Y CÁLCULO DEL AVANCE FÍSICO REAL

Una vez establecida la línea base del avance físico y fijadas las pautas para medir el progreso a lo largo del ciclo de vida del proyecto, solo queda realizar el proceso de medición periódico propiamente dicho el cual se registrará por los criterios preestablecidos, realizado a una frecuencia tal que se ajuste a las necesidades de lectura y manejo de esta información a fin de contribuir con el proceso de toma oportuna de decisiones.

Para el cálculo del avance físico, deberán conjugarse los reportes de avance individual de cada actividad y sus pesos relativos a fin de generar los aportes individuales que sumarán al total de cada entregable. A su vez, cada entregable hará un aporte parcial al proyecto total, con lo que finalmente se obtendrá el avance total del proyecto.

A continuación, en la Figura 1 se presenta una tabla ejemplificando estas operaciones prácticas para la obtención del avance físico de un proyecto de inversión en la industria petrolera.

Figura 1.- Gráfico combinado, Curva “S” + Gantt



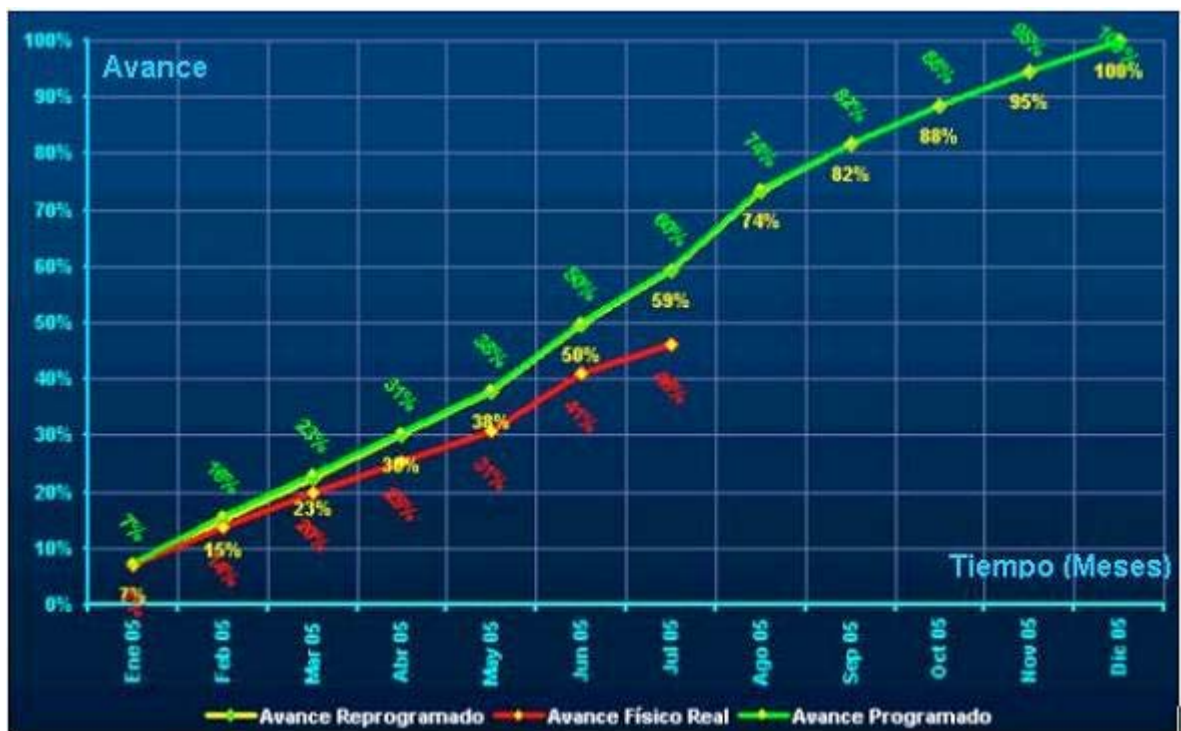
De igual manera para el manejo de una cartera de proyectos puede establecerse el mismo criterio a fin de determinar su grado de avance real y compararlo con el avance programado para un período determinado. La Tabla 5 representa lo referido anteriormente.

Tabla 5.- Cartera de Proyectos, HH, Avances Programado y Real

	HH	Incidencia	Avance Programado	Avance Real
Venezuela	65.000	100,00%	50,14%	44,48%
Instalaciones	24.000	36,92%	45,60%	41,25%
Plantas	5.500	22,92%	28,18%	22,27%
Instalaciones en Planta LED-1	2.500	45,45%	32,00%	25,00%
Instalaciones en Planta LED-6	3.000	54,55%	25,00%	20,00%
Baterías	7.000	29,17%	56,43%	47,86%
Instalaciones en OREF-2	4.000	57,14%	50,00%	50,00%
Instalaciones en OREF-9	3.000	42,86%	65,00%	45,00%
Ductos	11.500	47,92%	47,35%	46,30%
Completo Gaso Ored-6/Nodo Gas	6.000	52,17%	22,00%	20,00%
Acond Carcavas Oritupano	5.500	47,83%	75,00%	75,00%
Otros	0	0,00%	0,00%	0,00%
Tarjetas de Comisariato	-	-	-	-
CoPo	32.000	49,23%	63,96%	56,77%
Perforaciones	18.500	77,08%	57,84%	50,14%
Perf. ORI-210 (OR-RD)	10.000	54,05%	90,00%	80,00%
Perf ORI-185 Perf.I.Ag.Vert.	8.500	45,95%	20,00%	15,00%
Reparaciones	13.500	56,25%	34,44%	32,22%
Ra/Rc ORM-155	7.500	55,56%	10,00%	10,00%
Ra/Rc ORI-162 EF-LM	6.000	44,44%	65,00%	60,00%
Reservorios	9.000	13,85%	13,13%	9,38%
Exploración	9.000	37,50%	35,00%	25,00%
Perf. Soledad Exp	9.000	100,00%	35,00%	25,00%

Gráficamente, la Figura 2 presenta la comparación entre la línea base y el avance real para un proyecto dado se ilustra en la siguiente figura.

Figura 2.- Gráfica de Medición del Avance Físico de un Proyecto (Curva “S”)



10. INTERPRETACIÓN DE LAS CURVAS “S”

La Curva “S” es una herramienta de fácil lectura y sumamente didáctica, que permite explicar lo que está sucediendo en el proyecto en términos de avances. Para que la interpretación sea completa es necesario que las curvas, tanto de plazo como de costo, muestren los tres escenarios de control (Programado, Real y Proyectado).

Los resultados de los escenarios Programado, Real y Proyectado, debidamente analizados, permiten tomar decisiones orientadas a asegurar el cumplimiento de los plazos o, en caso de que esto ya no sea posible, a establecer nuevos compromisos de finalización del proyecto. Uno de los resultados de estos análisis es establecer la necesidad de utilizar recursos adicionales para las actividades, con miras a acelerar su cumplimiento, lo que hace evidente que el proyecto, al requerir de personas para obtener avance, deba ser medido en función a este recurso, sin perjuicio de otros recursos que van asociados a las personas.

En una curva “S” de avances físicos se aprecia de forma inmediata, al momento de comparar la curva Real con la curva Programada, la desviación en porcentaje (diferencial medido verticalmente) y la desviación en tiempo (diferencial medido horizontalmente) para un instante dado, es decir, podemos identificar fehacientemente cuantos días, semanas, o meses, está atrasado o adelantado un proyecto y en que proporción respecto de lo previsto. Este análisis será válido únicamente si la curva fue construida en función a un parámetro objetivo que represente lo que implica hacer el proyecto en términos de tiempo y, según lo explicado, las HH son las que mejor expresan esa situación, siempre y cuando no se adicionen elementos o factores que las vuelvan subjetivas.

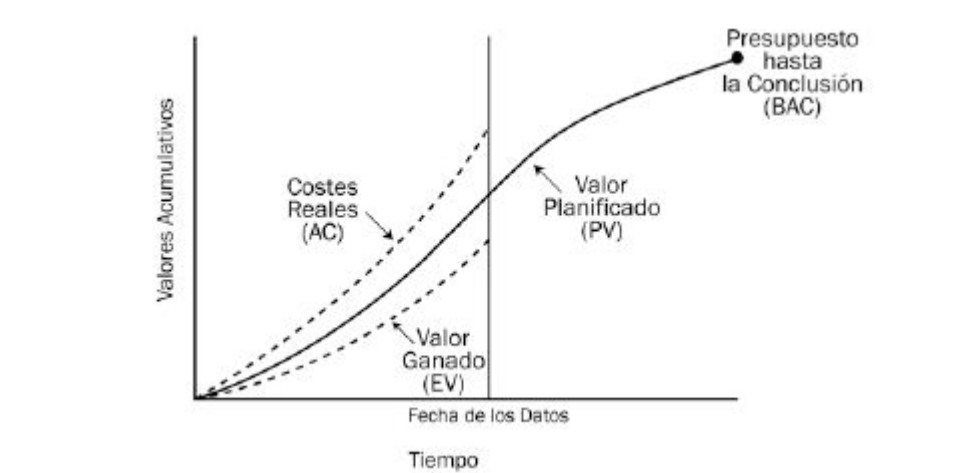
11. EL VALOR GANADO COMO INDICADOR DE RENDIMIENTO EN LA EJECUCIÓN DE PROYECTOS Y SU DEPENDENCIA DEL CÁLCULO EXACTO DEL AVANCE REAL.

La técnica del Valor Ganado es dependiente del avance físico real del proyecto, razón por la cual es necesario contar con mediciones confiables y de calidad en el cálculo y determinación de dicho avance real. Cuanto más fiables sean las lecturas del avance real, representando verdaderamente el grado de materialización del proyecto, más confiable será el cálculo del valor ganado, es decir, el valor presupuestado del trabajo realizado.

La obtención con exactitud el grado de materialización del proyecto bajo la óptica del dueño de la inversión es la piedra filosofal de la técnica del valor ganado pues, sin valores fiables del progreso de las obras/entregables/trabajos acordados entre dueños y ejecutores, se determinarán indicadores errados de rendimiento, desfavoreciendo la posibilidad de fundamentar análisis basados en los mismos.

Los indicadores CPI y SPI son de gran utilidad para el análisis de las tendencias del proyecto. Sin embargo, valores corruptos de estos indicadores pueden generarse sino se obtiene el valor ganado con la exactitud y fundamento bajo las pautas del cálculo del avance físico real. A continuación se presenta la Figura 3 que generaliza gráficamente los parámetros relevantes en la técnica del valor ganado.

Figura 3.- Fundamentos del Valor Ganado



Para cualquier momento en que se decida realizar una evaluación en el proyecto utilizando la técnica del valor ganado, el EV influirá en los cálculos del CPI y SPI. Valores errados de estos indicadores derivarán proyecciones erradas y, por ende, decisiones mal fundamentadas que seguramente concluirán en peores resultados de los que se esperaba obtener con los correctivos tomados.

CONCLUSIÓN

A modo de conclusión podemos decir que muchas de las decisiones - desde las más sencillas y cotidianas, hasta las más complejas dentro del ámbito de los proyectos - han sido y son posibles de tomar debido a la existencia de información aportada por quienes tienen presente la importancia de medir, la importancia de establecer un patrón común para todas las actividades e independiente de factores externos.

Las técnicas de medición y control cobran aun más importancia en la medida que los proyectos son más grandes y complejos, y existe un mayor número de partes interesadas en el mismo.

En proyectos, es imprescindible la definición temprana de los parámetros de medición y su inclusión en los pliegos licitatorios de los contratistas participantes, a fin que los mismos diseñen sus plataformas de control de avance en función de los requerimientos metodológicos exigidos por los dueños de la inversión.

Como elemento común en todos los proyectos está la Hora Hombre, su agrupamiento debe ser a su vez coherente con la programación del proyecto. El grado de materialización de los productos entregables del proyecto está implícitamente vinculado al esfuerzo necesario para su consecución. El avance físico es una combinación perfecta entre el grado de avance de cada entregable y la ponderación del mismo dentro del proyecto total.

No sólo con el control del avance físico se lleva el control del proyecto, como parte de la visión integral y de la “triple restricción” existente en todo proyecto, el control debe ser integral: *sobre el plazo, el costo y la calidad del mismo.*

BILIOGRAFÍA.

1. Administración y Dirección de Proyectos. Autor: Pedro Briceño L. McGraw Hill. 1995
2. Project Management Body of Knowledge, Third Edition, PMI Standards 2004
3. http://imartinez.etsin.upm.es/ot1/Units_es.htm
4. Practice Standard of Earned Value Management, PMI Standards, 2005
5. <http://www.renar.gov.ar>