

**PROPUESTA DE UN APLICATIVO EN EXCEL COMO APOYO A LA
ESTRATEGIA DIDÁCTICA DE APRENDIZAJE BASADO EN PROBLEMAS
EN LA ASIGNATURA DE PRESUPUESTO Y PROGRAMACIÓN DE OBRAS**

**SEGUNDO RAFAEL CAMARGO AMARÍS
XIMENA FERNANDA DELGADO LIZARAZO**

**UNIVERSIDAD PONTIFICIA BOLIVARIANA
SECCIONAL BUCARAMANGA
ESCUELA DE INGENIERÍAS Y ADMINISTRACION
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL
2015**

**PROPUESTA DE UN APLICATIVO EN EXCEL COMO APOYO A LA
ESTRATEGIA DIDÁCTICA DE APRENDIZAJE BASADO EN PROBLEMAS
EN LA ASIGNATURA DE PRESUPUESTO Y PROGRAMACIÓN DE OBRAS**

**SEGUNDO RAFAEL CAMARGO AMARÍS
XIMENA FERNANDA DELGADO LIZARAZO**

**DIRECTOR
ING. LEONARDO BARON PAEZ**

VISTO BUENO DIRECTOR_____

**UNIVERSIDAD PONTIFICIA BOLIVARIANA
SECCIONAL BUCARAMANGA
ESCUELA DE INGENIERÍAS Y ADMINISTRACION
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL
2015**

DEDICATORIA

A mis padres por su apoyo y paciencia.

Y a toda mi familia.

Segundo Rafael Camargo Amarís

A mis padres por su apoyo, paciencia y confianza.

Y a toda mi familia.

Ximena Fernanda Delgado Lizarazo

AGRADECIMIENTOS

- Primero agradecerte a ti Dios por bendecirnos para llegar hasta donde hemos llegado, porque hiciste realidad este sueño anhelado.
- A nuestro director de tesis, Ing. Leonardo Barón Páez por su esfuerzo y dedicación, quien con sus conocimientos, su experiencia, su paciencia y su motivación ha logrado en nosotros terminar nuestros estudios con éxito.
- También nos gustaría agradecerle a nuestros docentes durante toda la carrera profesional porque contribuyeron a nuestra formación académica.
- Por ultimo a todas las personas que con su ayuda hicieron posible este proyecto.

CONTENIDO

	Pág.
1. INTRODUCCIÓN	12
2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	14
3. OBJETIVOS	15
3.1 OBJETIVO GENERAL	15
3.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS	15
4. JUSTIFICACIÓN	16
4.1 Propósitos del proyecto:.....	17
4.2 Competencias Cognitivas (Saber):.....	17
4.3 Capacidades Actitudinales (Saber Ser):	17
4.4 Competencias Pragmáticas (Saber Hacer):.....	17
5. ANTECEDENTES	19
6. ALCANCE	20
7. MARCO TEORICO	21
7.1 PROCESO DEL APRENDIZAJE BASADO EN PROBLEMA	22
7.3 PRESUPUESTO DE OBRAS	23
7.3.1 SECTORIZADO:.....	26
7.3.2 EXACTO:.....	26
7.3.3 DINAMICO Y AGIL:	26
7.3.4 CONTROLABLE:	26
7.4 ETAPAS DE DESARROLLO DE UN PRESUPUESTO DE CONSTRUCCION.....	27
7.4.1. ESTIMATIVO PRELIMINAR:	27
7.4.2. PRESUPUESTO PRELIMINAR:.....	27
7.4.3. PRESUPUESTO A NIVEL DEL ANTEPROYECTO:.....	27
7.4.4. PRESUPUESTO DEFINITIVO:.....	28
7.4.5. AJUSTES POSTERIORES:.....	28
7.4.6. ACTUALIZACIONES:	28
7.5 GESTION DEL COSTO PMI.....	29
7.5.1 GESTIÓN DEL COSTO PLANIFICAR.....	29
7.5.2 GESTION DEL COSTO ESTIMAR	31
7.5.3 GESTION DEL COSTO DETERMINAR EL PRESUPUESTO	32
7.5.4 GESTION DEL CONTROL DE COSTOS	33

8. ELABORACIÓN DE PROBLEMAS ABP APLICADOS A LA ASIGNATURA DE PROGRAMACIÓN Y PRESUPUESTO DE OBRA.	36
8.1 Criterios que se deben tener en cuenta al elaborar los objetivos de aprendizaje.	38
8.2 Criterios a tener en cuenta para la elaboración de los problemas.	39
8.3 Criterios que se deben tener en cuenta sobre el contenido de los problemas ABP	42
8.4 Criterios que se deben tener en cuenta en cuanto a la forma de resolución.....	42
8.5 FASES EN EL DISEÑO DEL PROBLEMA	44
9. GUIA METODOLOGICA PARA ELABORAR PROBLEMAS ABP EN LA ASIGNATURA PROGRAMACIÓN Y PRESUPUESTO DE OBRAS.	46
9.1 PASOS DE LA GUIA METODOLOGICA PARA ELABORAR PROBLEMAS ABP.....	46
9.2 EJEMPLO DE PROBLEMA MODELO ABP APLICADO EN LA ASIGNATURA PROGRAMACIÓN Y PRESUPUESTO DE OBRAS.	51
9.3 ENCUESTA.....	57
10. ANÁLISIS DE LA METODOLOGÍA ABP APLICADA EN LA ASIGNATURA PROGRAMACIÓN Y PRESUPUESTO DE OBRAS ESPECIFICAMENTE EN EL CALCULO DE APU.....	59
10. CONCLUSIONES	63
11. RECOMENDACIONES	65
12. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	67
13. ANEXOS	69
MARCO DE REFERENCIAS DE PROCESOS CONSTRUCTIVOS	69
13.1. MORTEROS	69
13.2. CONCRETO	71
13.3. MAMPOSTERIA	82
13.4. ZAPATAS	90
13.5. COLUMNA.....	93
13.6. VIGAS.....	96
13.7. CUBIERTAS	98
13.8 PLANOS DE LAS SITUACIONES PLANTEADAS ABP.....	105
13.9 IMÁGENES DE APOYO DE PROCESOS CONSTRUCTIVOS	110
13.10. VIDEOS DE PROCESOS CONSTRUCTIVO.....	115
13. 11. MANUAL DEL APLICATIVO.....	116

LISTA DE TABLAS

	Pág.
tabla 1 tipos de análisis de un presupuesto	25
tabla 2 relación agua-material cementante máxima y resistencia de diseño mínima para varias condiciones de exposición	75
tabla 3 (métrica) dependencia entre la relación agua-material cementante y la resistencia a compresión del concreto.	76
tabla 4 (unidades en pulgadas-libras) dependencia entre la relación agua- material cementante y la resistencia a compresión del concreto.	77
tabla 5 agregados.....	79
tabla 6 revenimientos recomendados para varios tipos de construcción	80

LISTA DE GRAFICOS

	Pág.
gráfico 1 proceso del aprendizaje basado en problemas	22
gráfico 2 clasificación de un presupuesto.....	24
gráfico 3 etapas de desarrollo de un presupuesto de construcción.....	27
gráfico 4 diagrama de flujo: planificar la gestión de los costos.....	30
gráfico 5 diagrama de flujo: estimar los costos.....	32
gráfico 6 diagrama de flujo: determinar el presupuesto.....	34
gráfico 7 calificación de la información base de apoyo.	60
gráfico 8 calificación de la eficiencia del manejo del aplicativo en microsoft excel.....	61
gráfico 9 importancia de los contenidos y conceptos para calcular apu.....	61
gráfico 10 apreciación de la metodología abp aplicada para calcular apu.	62

LISTA DE IMAGENES

	Pág.
imagen 1 tabique	86
imagen 2 bloque	86
imagen 3 tabicón	86
imagen 4 tipos de ladrillos	87
imagen 5 zapatas aisladas	91
imagen 6 zapatas centradas	91
imagen 7 zapatas excéntricas	92
imagen 8 perfiles de columnas	94
imagen 9 tipos de columna de concreto armado.	95
imagen 10 planos viga problema abp.	105
imagen 11 planos mampostería problema abp.	106
imagen 12 plano columnas problema abp.	107
imagen 13 plano zapata problema abp.	108
imagen 14 imágenes de apoyo del proceso constructivo de una viga.	110
imagen 15 imágenes del proceso constructivo de mampostería.	111
imagen 16 imágenes del proceso constructivo de una columna.	112
imagen 17 imágenes del proceso constructivo de una zapata.	113
imagen 18 imágenes del proceso de elaboración de mezclas en concreto.	114

RESUMEN GENERAL DE TRABAJO DE GRADO

TITULO: PROPUESTA DE UN APLICATIVO EN EXCEL COMO APOYO A LA ESTRATEGIA DIDÁCTICA DE APRENDIZAJE BASADO EN PROBLEMAS EN LA ASIGNATURA DE PRESUPUESTO Y PROGRAMACIÓN DE OBRAS.

AUTOR(ES): XIMENA FERNANDA DELGADO LIZARAZO
SEGUNDO RAFAEL CAMARGO AMARIS

FACULTAD: Facultad de Ingeniería Civil

DIRECTOR: Leonardo Barón Páez

RESUMEN

En el presente trabajo de grado se plantea la metodología de Aprendizaje Basado en Problemas (ABP) en la asignatura Programación y Presupuesto de Obras específicamente en el cálculo de Análisis de Precios Unitarios (APU) buscando cambiar los modelos pedagógicos tradicionales los cuales se basan en una educación pasiva centrada en la enseñanza de conceptos suministrados de forma teórica al estudiante, Implementando la estrategia ABP y así lograr un aprendizaje acorde a lo que requiere todo estudiante de ingeniería, que es centrar sus conocimientos a soluciones problemáticas y complejas con la que se enfrentara en el ámbito laboral. El propósito de esta investigación es implementar una nueva estrategia de aprendizaje como se mencionó antes, haciendo uso de la metodología ABP, la cual consiste apropiarse de los referentes conceptuales de esta metodología de enseñanza para impartirlos en escenarios en donde traten temas y conceptos propios de la asignatura antes mencionada, es decir, llevar a cabo un aprendizaje basado en problemas; los cuales han de ser reales y puntuales acordes al contexto que se vive, para ello se procedió a consultar los criterios y conceptos propios de la metodología ABP, y así poder crear una guía metodológica para diseñar los problemas ABP, además de la guía metodológica, se diseñó un aplicativo en el software Microsoft Excel como herramienta de apoyo en el cálculo de Análisis de Precios Unitarios (APU) y sus cantidades. El objetivo final consistió en poner a prueba este método de enseñanza en un determinado curso de estudiantes, quienes al final evaluaron la calidad y eficiencia de la metodología ABP, para finalmente generar un análisis de la puesta en práctica y poder determinar la eficiencia, calidad y viabilidad de esta estrategia de aprendizaje en la asignatura Programación y Presupuesto de Obras.

PALABRAS CLAVES: METODOLOGIA, ENSEÑANZA, APRENDIZAJE BASADO EN PROBLEMAS, PRESUPUESTO, ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS

VoBo DIRECTOR DE TRABAJO DE GRADO

GENERAL SUMMARY OF WORK OF GRADE

TITLE: PROPOSAL OF AN APPLICATION OF MICROSOFT EXCEL TO SUPPORT THE PROBLEM-BASED LEARNING (PBA) EDUCATIONAL STRATEGY TO THE SUBJECT OF WORKS BUDGETING AND PROGRAMMING.

AUTHOR(S): XIMENA FERNANDA DELGADO LIZARAZO
SEGUNDO RAFAEL CAMARGO AMARIS

FACULTY: FACULTY OF CIVIL ENGINEERING

DIRECTOR: LEONARDO BARON PAEZ

ABSTRACT

In this graduate thesis, Problem-Based Learning methodology is propounded for its application to the subject of works budgeting and programming, more specifically to the Unit Prices Analysis (UPA) calculus, pretending to alter the traditional teaching models that are based on a passive education focused on teaching the students theoretically provided concepts. This is done by implementing PBA strategy and therefore attain fit learning for the requirements of engineering students, i.e. focusing their knowledge on finding solutions to complex problems they will face at work. As it was said above, this investigation aims to implement a novel learning strategy by using the PBL methodology, which consists in acquiring the conceptual references of this teaching methodology in order to convey them on scenarios where the aforementioned subject related concepts and topics are addressed. In other words, accomplishing a Problem-based learning. Problems must be real and suitable for the context, because of that, criteria and concepts related to PBA methodology were consulted, and consequently be able to create a methodological guidebook to design problems. Moreover, an application on Microsoft Excel was designed as a helping tool for UPA calculus, and its numerical data. The final objective consisted in testing this teaching method on certain students group, who finally assessed both quality and efficiency of the PBA methodology, in order to analyze the practical implementation and determine efficiency, quality and practicability of this learning strategy on the subject of works budgeting and programming.

KEYWORDS: METHODOLOGY, EDUCATION, PROBLEM-BASED LEARNING, BUDGET, UNIT PRICES ANALYSIS

V° B° DIRECTOR OF GRADUATE WORK

1. INTRODUCCIÓN

La educación tradicional en su aspecto metodológico, desde los grados iniciales hasta el nivel de posgrado se ha caracterizado por una marcada presencia de la mecanicidad y la memoria; dada su concepción acerca del aprendizaje. A pesar de esto, no se desconoce, que ha venido formando estudiantes a un costo tal que se encuentran poco motivados a la hora de iniciar un nuevo aprendizaje. Bajo este modelo pedagógico, que se rehúsa desaparecer, es usual obligarles a procesar y hasta memorizar cantidades de información, mucha de la cual se vuelve irrelevante a la hora de intervenir en determinadas situaciones del mundo real o que bien en muy corto tiempo tiende a olvidarse; o que gran parte de lo que se logra recordar no pueda ser utilizado de manera efectiva en la resolución de problemas o tareas que se les presentan en el momento de afrontar la realidad laboral o el ejercicio de su profesión.

Como consecuencia de una educación pasiva y centrada en la memoria, muchos profesionales presentan incluso dificultad para razonar de manera eficaz y al egresar de los claustros de formación, en muchos casos, presentan dificultades para asumir las responsabilidades correspondientes a la especialidad de sus estudios o al desarrollo eficiente y eficaz de las actividades propias de su profesión, observándose también significativas deficiencias o limitaciones para el trabajo en equipo, tan fundamental hoy en día.

Es el momento para prestarle especial atención a los procesos metodológicos presentes en la educación superior, en donde deben predominar los aprendizajes significativos, el desarrollo de competencias, de habilidades y destrezas como síntesis prioritarias del trabajo pedagógico dentro y fuera del aula de clase. La estrategia didáctica del aprendizaje basado en problemas "ABP" encuadra perfectamente con esta exigencia del que hacer pedagógico actual debido que es una estrategia metodológica que lleva al estudiante a asumir los aprendizajes como nuevos retos, tanto a nivel individual o personal como grupal debido a que promueve el trabajo en equipo, situación que lo motivará aún más a recurrir al material de investigación con mayor compromiso y con un norte bien definido; a interactuar en un medio más real y acorde a lo que se enfrentará en su vida como profesional. El ABP es una estrategia metodológica que consiste en plantearle problemáticas al estudiante exigiéndole al máximo su interpretación, destreza y habilidades para solucionar eventual situación; una de sus más notables características es que se centra en un problema en concreto, donde obliga al estudiante a hacer uso de muchas herramientas y afrontar una situación con mucho o total asidero en la realidad circundante, presente o futura.

Las clases teóricas, o simplemente «teóricos», en su inmensa mayoría están dictadas por los docentes con mayor experticia de la cátedra. Por su parte, generalmente, las clases prácticas o «prácticos» son llevadas adelante por los docentes menos expertos. Además, existen los Auxiliares de Segunda, estudiantes que ya han aprobado la materia y colaboran en la organización y dictado de las clases.

Es usual que el funcionamiento de las cátedras sea de la siguiente manera: un mismo tema es enseñado en dos instancias; un «teórico» en el que se presenta el tema en forma general; y un «práctico» en el que los estudiantes suelen tener mayor protagonismo con actividades como guías, trabajos en grupos, prácticas de laboratorio, resolución de problemas, etc. Habitualmente, a cada teórico asisten los alumnos de varios prácticos, es decir, son clases con mayor número de estudiantes.

Investigaciones sobre clases prácticas y expositivas presentan resultados significativos. Gil y Morales (2001) mostraron, a través de un diseño experimental, que las clases prácticas universitarias en las que se trabaja en grupos mejoran las calificaciones de los estudiantes, aunque requieren de una mayor planificación y trabajo por parte de los profesores que las clases expositivas.

A modo de contribuir con los procesos académico pedagógicos en la educación superior, específicamente en el campo de la ingeniería civil y más exactamente en la asignatura de Programación y Presupuesto de obras se ha desarrollado una investigación para aproximarse lo más que se pueda a lo que sería una implementación del modelo pedagógico ABP tomando como punto de partida la creación de escenarios problémicos estrechamente interrelacionados con las temáticas del curso y su aplicabilidad en el mundo real, escenarios que serán apoyados por un aplicativo de Excel diseñado de manera específica como herramienta pedagógica de apoyo al proceso de aprendizaje, como guía motivadora y de mucha utilidad práctica dado que responde eficazmente a las necesidades tanto del estudiante como del futuro profesional de la ingeniería.

2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

En la actualidad, la implementación del “ABP” como modelo pedagógico es algo nuevo en la Ingeniería, cabe advertir que a la fecha se están realizando los inicios para implementar este modelo pedagógico en sus prácticas de aula en la facultad de ingeniería civil de la Universidad Pontificia Bolivariana seccional Bucaramanga.

No es fácil desacomodar a los actores educativos de su práctica rutinaria y más si tienen mucho tiempo de venirla desarrollando dado que le tienen absoluta confianza, cabe mencionar, que encuadra perfectamente con la misma bajo la cual fueron educados. Pero por un viraje que han tomado las prácticas evaluativas en educación (una muestra las evaluaciones internacionales), que de hecho dan cuenta de los estragos causados por estas viejas prácticas pedagógicas, de nada sirve la acumulación excesiva de conceptos en la memoria del discente sino es capaz de utilizarlos en situaciones de la vida diaria.

Estas prácticas pedagógicas, que dada la diversidad de los problemas derivados de la dinámica cambiante del mundo moderno en donde se vive inmerso, disponen ya de una alta tendencia a terminar siendo obsoletas. Esto sin mencionar los traumas, vacíos, sesgos en la aprehensión de los conceptos y hasta errores que pueden elevarse a la categoría de clásicos, a que son expuestos de manera obligada quienes quieren apropiarse del conocimiento bajo este modelo.

Los modelos pedagógicos desarrollados en las instituciones educativas, han tenido falencias en cuanto a que no sensibilizan al estudiante para hacerle entender que durante su permanencia en las aulas de clase y en el desarrollo de las actividades académicas se está en una continua lucha por la apropiación de los elementos o requisitos indispensables para la solución de futuras situaciones problemáticas en su mundo profesional o laboral en las que se verá abocado; ocasionando entonces que el verdadero aprendizaje los estudiantes vengán a tenerlo es después que salen del claustro universitario, cuando les toca desaprender y de alguna manera armar el rompecabezas de la conexión entre la teoría y la praxis.

Dado lo prístino del tema del ABP en ingeniería, de patrones o de protocolos a seguir sobre la elaboración de unidades didácticas desarrolladas basándose en esta metodología, de sus virtudes como herramienta pedagógica eficaz en el desarrollo de competencias y del adiestramiento acertado del estudiante al interactuar motivadamente con el otro y con el mundo que lo rodea en su tarea por apropiarse del conocimiento es meritorio investigar en torno a:

¿Cómo diseñar escenarios o situaciones problémicas a partir de un aplicativo de Excel que motive a la investigación y el aprendizaje de los estudiantes en la asignatura Programación y Presupuesto de obras y que apunte al desarrollo de competencias que la misma

3. OBJETIVOS

3.1 OBJETIVO GENERAL

Diseñar escenarios o situaciones problémicas a partir de un aplicativo de Excel basado en la técnica didáctica de Aprendizaje Basado en Problemas que motive a la investigación de los referentes conceptuales en la asignatura de Programación y Presupuesto de obras y apunte al desarrollo de las competencias que la misma busca en estudiantes de ingeniería civil.

3.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Identificar, analizar y apropiarse de los referentes conceptuales, métodos y estrategias para la elaboración de unidades didácticas y de situaciones problémicas apoyadas en el uso de la tecnología mediante el análisis y procesamiento de información disponibles en los medios bibliográficos e informáticos disponibles en la web.
- Diseñar un aplicativo en el software Microsoft Excel para el apoyo en la estimación de análisis de precios unitarios como una situación problémica, específicamente en las actividades de obra, tales como: zapatas, columnas, vigas de concreto, mampostería, cubiertas y diseño de mezclas de concreto y mortero con sus respectivas cantidades y relaciones volumétricas y relacionarlas con las temáticas propias de la asignatura de Programación y Presupuesto de obras para el desarrollo de las competencias que corresponden con la asignatura atendiendo los parámetros de la estrategia didáctica del ABP.
- Elaborar situaciones problémicas para el apoyo en la estimación de análisis de precios unitarios, específicamente en las actividades de obra, tales como: zapatas, columnas, vigas de concreto, mampostería, cubiertas y diseño de mezclas de concreto y mortero con sus respectivas cantidades y relaciones volumétricas, las cuales servirán como estrategia didáctica fundamentada en el aprendizaje basado en problemas y que encamine al estudiante a encontrarse en situaciones reales. Estas situaciones problémicas tendrán la respectiva secuencialidad una con otra buscado así llevar una metodología en cuanto a su relación con los conceptos y contenidos académicos de la asignatura Programación y presupuestos de Obras.
- Implementar la puesta en práctica de los escenarios problemáticos planteados en los anteriores objetivos, con los estudiantes de la asignatura Programación y presupuestos de Obras; donde un determinado grupo de estudiante viva la experiencia de aplicar este tipo de estrategia didáctica y se pueda evaluar y analizar mediante una encuesta los resultados de la aplicación de dicha estrategia en las competencias adquiridas o no por los estudiantes.

4. JUSTIFICACIÓN

El modelo pedagógico de la Universidad Pontificia Bolivariana está estructurado de tal forma que se puede vislumbrar que no es un modelo pedagógico tradicional centrado en solo enseñanza. Esta tiene su propio modelo pedagógico integrado en donde se privilegia el aprendizaje, la posición activa del estudiante promueve a la formación de su propio conocimiento, y donde el docente toma el papel de asesor, tutor o mediador contribuyendo en una relación docente-estudiante fundamentada en la interacción y el dialogo mutuo, en cuanto a la investigación que es un aspecto clave, se promueve la investigación desde muchos aspectos sin descartar el método expositivo y la experimentación, cabe resaltar que en este modelo pedagógico integrado se exige la práctica y actividades independientes con sus respectivo acompañamiento por parte del docente.

Cabe destacar que el modelo pedagógico integrado de la Universidad Pontificia Bolivariana en donde el estudiante es el foco y centro del proceso educativo, y cuyas estructuras de currículos abarcan los intereses de los estudiantes, los temas, y problemas propuestos por el ámbito sociocultural a la pedagogía como construcción de significados personales y sociales; al conocimiento como contribución a la formación intelectual, social, ética y al aprendizaje significativo.

Con este modelo que busca superar a el modelo pedagógico tradicional y que sin desmeritar es un excelente modelo pedagógico que abarca muchos ámbitos de formación académica e intelectual y donde sus lineamientos están constituidos por una secuencia estratégica.

Hasta el momento el modelo pedagógico de la Universidad Pontificia Bolivariana abarca y cumple con todos los requisitos pero deja un cabo suelto en cuanto a la estructuración del syllabus que se imparte en cada materia debido a que su modelo pedagógico no exige una metodología en la que el docente sea obligado a seguir lineamientos de enseñanza donde es el docente de cada asignatura quien a su libre albedrío imparte su metodología de enseñanza; si antes no sea había tocado el tema se podría decir que la mayoría de docentes universitarios en su formación académica no han tenido una formación pedagógica y de este modo su metodología de enseñanza es más empírica, ya que la han adquirido con el transcurrir del tiempo, esto no quiere decir que un docente universitario no esté en capacidades de impartir conocimientos académicos pero si este no cumple con aptitudes pedagógicas le complicará las cosas al estudiante en cuanto al procesamiento de la información por parte del mismo, esto se convierte en un problema que afectaría ambas partes, tanto al docente como a los estudiantes.

Si bien está aplicar el modelo pedagógico integrado pero además de esto utilizar el aprendizaje basado en problemas como estrategia de aprendizaje el cual si está más limitado en cuanto a que obliga al docente a seguir lineamientos de enseñanza y no deja al docente en libertad de impartir a su gusto y criterio los conocimientos académicos.

Esta estrategia de aprendizaje basado en problemas encaja y compagina de una forma en la cual complementa, respalda y haría más sólido el modelo pedagógico integrado.

4.1 Propósitos del proyecto:

- Desarrollar el razonamiento eficaz y creativo de acuerdo a una base de conocimiento integrada y flexible mediante la estrategia pedagógica de aprendizaje basado en problemas.
- Monitorear la existencia de necesidades de aprendizaje adecuado a nivel de desarrollo de los alumnos.
- Orientar la falta de conocimiento y habilidades de manera eficiente y eficaz hacia la búsqueda de la mejora.
- Interpretar los resultados de dicha situación problémica de acuerdo a un aplicativo en Excel.

4.2 Competencias Cognitivas (Saber):

- Comprende los elementos básicos de las diferentes definiciones en torno a la asignatura de programación y presupuesto de obra, mediante la aplicación de tecnología avanzada en un entorno tecnológico integrado.
- Entender y comprender los diferentes campos de aplicación de programación y presupuesto de obra con un enfoque hacia el desarrollo del aprendizaje basado en problemas.
- Interpreta de forma correcta los modelos de aplicación de las teorías de programación y presupuesto de obra basado en un aplicativo de Excel.
- Entiende y aplica la metodología del aprendizaje basado en problemas para resolver problemas en el área de presupuesto de obra.

4.3 Capacidades Actitudinales (Saber Ser):

- Adquiere actitud crítica frente al tema del nuevo paradigma de elaboración de presupuestos de obra aplicado en la estrategia de aprendizaje basado en problema.
- Comprende la importancia de la asignatura y visualiza la relación que tiene con la forma de aprender tradicional y la metodología del abp.
- Mediante el estudio de la asignatura desarrolla pasión por el conocimiento y la praxis de programación y presupuesto de obra con enfoque en la metodología del ABP.

4.4 Competencias Pragmáticas (Saber Hacer):

- Ejercita la lectura crítica de textos científicos en torno a los temas de programación y presupuesto de obra.

- Desarrolla adecuadamente el análisis y diseño de estrategias encaminadas al desarrollo de un nuevo paradigma en la asignatura de programación y presupuesto de obra para resolver problemas.
- Aplica los conceptos aprendidos en la implementación de estrategias de aprendizaje basado en problemas en la asignatura de programación y presupuesto de obra.

5. ANTECEDENTES

El ABP es una innovación de la universidad de McMaster, Canadá, para basar la enseñanza y el aprendizaje en la discusión y solución de problemas de la práctica profesional, tiene como antecedente el planteamiento general de solución de problemas, algunas de cuyas más recientes raíces se encuentran en autores como Rossman, Dewey, Osborn, Nerrifield, Simberg entre otros, y que en forma didáctica aparece sintetizado por el autor Imideo Nerici (1985) bajo el nombre de técnica Problémica y el método de Solución de Problemas. Todos ellos plantean la solución de problemas en la enseñanza como una aplicación del método científico. Parten en efecto de un problema, discuten hipótesis como alternativas de solución y pasan a la verificación y replanteamientos. Pero el método tutorial ideado en McMaster a finales de la década de los 60 y comienzos de los 70 es algo diferente muy estructurado que se inicia con la construcción de currículos del programa académico de un problema complejo similar a los que el futuro profesional enfrentará en el ejercicio de su práctica cotidiana y en torno a cuya solución los estudiantes deben formarse en la teoría y en la praxis. Mirado de cerca, también esta propuesta lleva ínsito el método científico. Imideo Nerici (1985).

6. ALCANCE

Esta investigación se circunscribe especialmente a la utilización de la estrategia de aprendizaje “ABP” en la asignatura de Presupuesto y Programación de Obras, creando situaciones concretas estrechamente relacionadas con el contenido temático y el desarrollo de las competencias que atañen al área, situaciones que serán intervenidas desde un aplicativo de Excel de tal modo que el estudiante adopte un papel protagónico e independiente, donde sea él mismo quien plantee o formule, desde su punto de vista y a su juicio, cómo abordar la investigación que se requiere adelantar para poder solucionar el problema que se le plantea y limita al docente a ejercer el papel de guía orientador.

Los cinco problemas formulados estarán acompañados de una herramienta informática tipo aplicativo en Excel la cual sirve de base y apoyo a la vez para el trabajo didáctico dentro y fuera del aula de clase. De base porque contiene todos los elementos claves tratados a lo largo del desarrollo de la asignatura y de apoyo, porque constituye una herramienta efectiva para agilizar y facilitar los cálculos implícitos en el oficio de presupuestar una obra. Es una herramienta totalmente funcional que opera en doble sentido: motiva, propicia o induce a la investigación al estar correlacionada con cada temática del curso y facilita las tareas que el estudiante está en el deber de realizar para poder intervenir cada situación y solucionar el problema planteado con cada temática.

Esta herramienta informática de carácter mixto, se centrará exclusivamente en el cálculo de presupuesto de una obra, específicamente una edificación. Comprende el uso de cálculos de Análisis de Precios Unitarios (APU) mediante las bondades del software Microsoft Excel, pero con un nivel más avanzado haciendo uso del programador de Microsoft “Visual Basic” el cual permitirá programar y grabar macros, funciones “User form”.

7. MARCO TEORICO

En los años 60, en las escuelas de medicina de las universidades de Mc Master en Ontario Canadá y de Case Western Reserve en los Estados Unidos se inició la aplicación del aprendizaje basado en problemas. Actualmente se ha previsto cambiar la orientación del currículo a uno más integrado y organizado en problemas de la vida real lo que permite llevar a una educación de calidad.

El Aprendizaje Basado en Problemas (ABP) es un enfoque curricular utilizado para mejorar la docencia desde los años 60 (inicialmente en programas académicos de medicina y leyes) y actualmente se aplica en otros programas, entre ellos los de ingeniería. Su metodología es centrada en el aprendizaje, en la investigación y reflexión que siguen los alumnos para llegar a una solución ante un problema planteado por el profesor. Generalmente, dentro del proceso educativo, el docente explica una parte de la materia y seguidamente propone a los alumnos una actividad de aplicación de dichos contenidos. La importancia del ABP es el procesamiento de la información, las estrategias de indagación y la reflexión conducen a una comprensión más profunda, también incrementa en los estudiantes, el uso de estrategias para la solución de problemas.

Se plantea como medio para que los estudiantes adquieran esos conocimientos y los apliquen para solucionar un problema, sin que el docente utilice la lección magistral u otro método para transmitir dicho temario. En éste método los docentes ya no desarrollan temas a los alumnos, se vuelven sus guías en un proceso en el que los estudiantes aprenden por descubrimiento. El docente desarrolla un papel crítico para ayudar a sus alumnos a ser aprendices auto-dirigidos, y debe crear un ambiente de clase en el que los estudiantes “reciban una instrucción sistemática sobre razonamiento conceptual, estratégico, y reflexivo, en el contexto de una disciplina que habrá en último término de realizar futuras investigaciones con un mayor nivel de éxito”. (Chemeng-McMaster, 2000).

Es importante señalar que los problemas que se plantean en el ABP deben ser de estructura abierta, es decir, tener más de una solución, ya que esto propiciará que los alumnos desarrollen su pensamiento creativo e innovador. Lo más importante no es llegar a una solución única, sino el proceso de identificación de necesidades que siguen los alumnos y la búsqueda del conocimiento para cubrir los objetivos.

Se aclara que, en un inicio para muchos alumnos, se presenta una gran dificultad para participar en este método ya que todavía no han desarrollado las habilidades requeridas. Es aquí donde debe figurar el profesor, ser el guía que traza las estrategias de investigación, guía las exploraciones, y clarifica y profundiza las investigaciones de los alumnos.

Principales características del Aprendizaje Basado en Problemas:

- Transforma organizacional, cultural y físicamente a las universidades
- Está basado en situaciones de la vida real
- Incrementa la comunicación y las habilidades para interactuar

- Desarrolla un pensamiento crítico y creativo
- Crea solucionadores efectivos de problemas
- Planteamiento con estructura incompleta o solución abierta
- Enfoque centrado en alumnos. Los profesores son facilitadores

La diferencia principal del Aprendizaje Basado en Problemas con el Método Tradicional de Enseñanza-Aprendizaje es la secuencia del proceso que siguen. El método tradicional empieza con la explicación de conceptos básicos por parte del profesor, seguido de ejemplos y por último aplica esos conceptos a la solución de problemas. En cambio, con el ABP, este proceso inicia con el planteamiento del problema, seguido de la identificación, por parte de los alumnos, de la información útil que ya poseen y de la información que necesitan, posteriormente se realiza la búsqueda de información, y por último se regresa al problema para la aplicación de las estrategias seleccionadas para resolverlo. (Jerónimo Bruner, 1973)

7.1 PROCESO DEL APRENDIZAJE BASADO EN PROBLEMA



Gráfico 1 Proceso del Aprendizaje Basado en Problemas

Dirección de Investigación y Desarrollo Educativo, Vicerrectoría Académica, Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey. El Aprendizaje Basado en Problemas como Técnica Didáctica.

VENTAJAS DEL ABP

- Desarrolla el estudiante, como aprendiz y como persona.
- Promueve la autonomía y el autodidactismo.
- Estimular la motivación.
- Desarrolla la capacidad de trabajo en grupo.
- Forma personas más seguras e independientes a la hora de enfrentarse a problemas.
- Mejora la interiorización de los conocimientos, adquiriendo competencias reales, sólidas, estables y permanentes.
- Establece un puente cognitivo real, un vínculo, entre los conocimientos que se adquieren en las instituciones educativas y los problemas reales.
- Desarrolla la capacidad de argumentación.

Para su desarrollo, el plan de estudios puede apreciar la realización de proyectos aplicados, que se ejecutarán paralelamente con las asignaturas del campo de

formación específico profesional (ingeniería civil), pero no considera ninguna estrategia pedagógica que le brinde al estudiante las herramientas necesarias para desarrollar estas competencias. En estos últimos años esta debilidad se ha venido remediando a través del desarrollo de proyectos de grado y prácticas empresariales, donde futuros ingenieros buscan, evalúan, desarrollan y solucionan problemas del entorno a nivel empresarial entre otras. Sin embargo, esta actividad se cumple demasiado tarde, al finalizar las asignaturas, limitando el desarrollo de competencias profesionales de forma integral. En este sentido, se observa la necesidad de implementar una estrategia formativa que aborde las debilidades descritas anteriormente, tendientes a buscar un aprendizaje significativo que permita a los estudiantes aplicar de manera integral los conocimientos recibidos durante su formación.

A continuación se describe la metodología ABP propuesta para el desarrollo de las siguientes competencias apreciadas en los planes de estudio de los programas de ingeniería:

- Proponer la solución de problemas del entorno a través de proyectos de ingeniería.
- Conocer los métodos y estrategias más adecuadas para la recolección, manejo e interpretación de la información y el desarrollo de proyectos en ingeniería.
- Elaborar informes, parciales finales, y socializar los resultados generados a partir de la gestión de proyectos de ingeniería.

7.3 PRESUPUESTO DE OBRAS

Un presupuesto es una relación valorizada de los procesos constructivos que integran una obra, de la forma como se administrara y de otros costos que puedan afectarla cuando se implanta en un medio ambiente social, todo ello calculado en una fecha dada que valida sus precios y con unas suposiciones estratégicas y logísticas que validan sus componentes y tiempos. Los costos del presupuesto no solo definen grandes segmentos de una obra y el alcance que puede tener un presupuesto, sino que tienen formas distintas de calcularse, porque cada uno incluye compras de diferente índole, se clasifican de la siguiente manera:

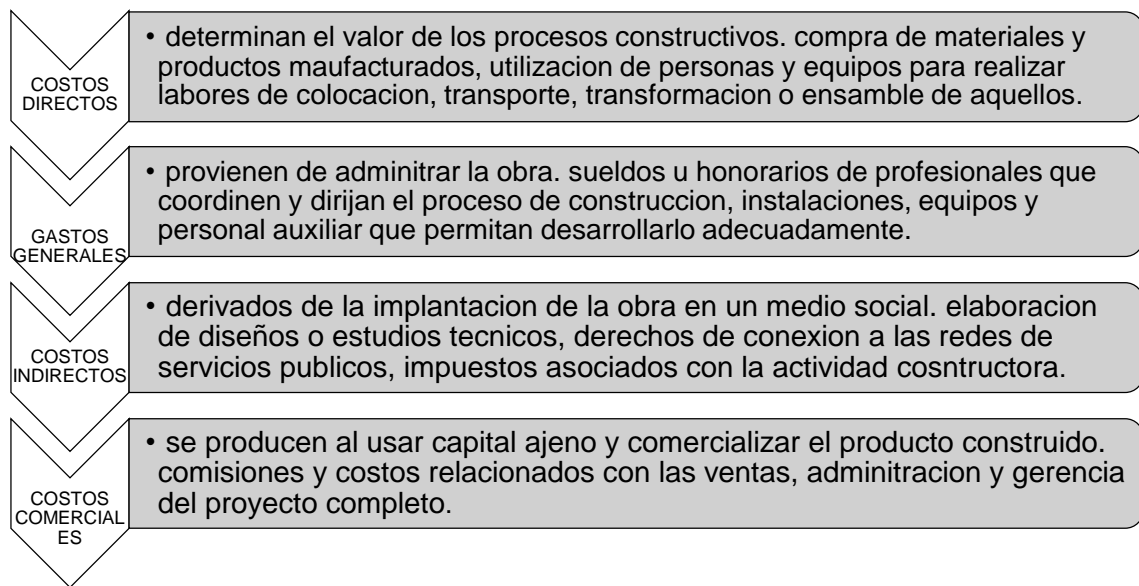


Gráfico 2 Clasificación de un presupuesto

[Consuegra]. (Juan Guillermo Presupuestos de Construcción). (2a.ed -- Bogotá: Bhandar, 2002).

Cabe aclarar, desde luego, que la actividad misma de construir puede presupuestarse cabalmente en función de los costos directos y los gastos generales, pero la práctica común en nuestro medio, ha hecho que el constructor también calcule los costos indirectos por su estrecha relación con aquella y aun los costos comerciales, aunque es más frecuente que para estos últimos, se utilicen los servicios de expertos en problemas financieros y comerciales. La clasificación de los costos de construcción no es un problema puramente académico, pues su adecuada comprensión permite al presupuestado organizar correctamente su trabajo y además facilita la educación de los datos que requiere.

Presupuestar una obra, es un proceso mediante el cual se establece de que está compuesta (composición cualitativa) y cuantas unidades de cada componente existen (composición cuantitativa) para finalmente aplicar precios a cada costo y obtener su valor en un momento dado, todo lo cual se hace sometido al proyecto a diferentes tipos de análisis:

Tabla 1 Tipos de análisis de un presupuesto

<p>ESTUDIO GEOMETRICO</p>	<p>Estudio de los planos, para definir cuales actividades intervienen en su composición y en qué cantidad (cubicación de cantidades de obra), así como también, el tipo y la cantidad de los elementos (análisis unitario).</p>
<p>ESTUDIO ESTRATEGICO</p>	<p>Definición de la forma como se ejecutara. Administrara y coordinara el proceso productivo de construcción, lo cual genera actividades que deben realizarse y tienen un costo, pero no están incluidas en los planos. Este concepto puede comprenderse mejor, asimilando la obra a un producto industrial elaborado por una fábrica, que tienen ciertos costos de operación (oficinas, directores, equipos etc.). El análisis estratégico debe definir qué tipo de fábrica se requiere para construir el proyecto y cuáles son sus costos.</p>
<p>ESTUDIO ENTORNO</p>	<p>DEL Definición y valoración de los costos que no provienen de la ejecución física de actividades o de administración y control, sino de imposiciones gubernamentales o requerimientos profesionales y de mercado.</p>

[Arboleda López, Sergio Presupuesto y Programación de Obras Civiles]. (Medellín: Instituto Tecnológico Metropolitano), (2007)

Presupuestar implica, finalmente reconocer los alcances y limitaciones del trabajo:

El presupuesto es aproximado y sus previsiones se acercaran más o menos al costo real de la obra, dependiendo de la habilidad, el uso correcto de técnicas presupuestales y el criterio de visualización correcta del desarrollo de la obra del presupuestado.

El presupuesto es singular como lo es cada obra, pues sus condiciones de localización, clima y medio ambiente, unidas a la calidad de los operarios y del constructor, impiden generalizar sus consideraciones básicas.

El presupuesto es temporal pues los costos que en él se establecen solo son válidos mientras tengan vigencia los precios que le sirvieron de base.

El presupuesto es una herramienta de control y su relación con la ejecución económica de la obra, debe ser equivalente a la de los planos con respecto a la ejecución volumétrica de la misma.

Los presupuestos de obra hacen parte de la planeación de un programa de construcción, es importante para el éxito integral de una construcción, ya que en este oficio estamos invirtiendo buena parte de nuestros esfuerzos en dinero y tiempo.

Un presupuesto de obra, no solo sirve para cumplir con un requisito de la entidad financiera, pues ese aspecto es solamente una parte del problema, sino muy especialmente debe ser una herramienta eficaz que permita realizar un control de muchos otros aspectos del proyecto, tal como veremos en el desarrollo de esta investigación.

Para cumplir con el objetivo de establecer no solo los costos del mismo, sino utilizarlo además como herramienta permanente de información y de control, la realización de un presupuesto debe tener las siguientes características:

7.3.1 SECTORIZADO: con el fin de llegar a desarrollar por etapas o sectores de obra, de acuerdo al grado de avance o las necesidades de control del proyecto. En caso de un proyecto único, no sectorizado, una excelente alternativa sería, la de poder clasificarlo por etapas de la obra o por especialidades de la misma.

7.3.2 EXACTO: de tal manera que el grado de aproximación de cada una de sus etapas, sea el mejor logrado posible, con un alto grado de confiabilidad.

7.3.3 DINAMICO Y AGIL: de tal manera que para cada etapa permita arreglos y ajustes, en la medida que así se requieran. En caso de necesidad, durante el desarrollo del proyecto, si se requieren ajustes a las especificaciones del diseño, a los programas de obra o cualquier otro aspecto, que el presupuesto y control del mismo de igual manera acepten ser modificados, ajustándose las nuevas necesidades.

7.3.4 CONTROLABLE: que permita ejercer un control presupuestal, antes y durante el desarrollo del proyecto, hasta su culminación.

El presupuesto se justifica en la medida en que se pueda obtener de él la mayor y más eficiente utilización; se debe diseñar, de tal manera que incluya todo los egresos del proyecto, no solo los que corresponden directamente a la construcción, pero eso sí, asegurando su enfoque y su diseño, de tal manera que permita el desarrollo de un fácil control, pensando que los dineros invertidos deben producir los ingresos oportunos con las utilidades esperadas.

Se entiende que un presupuesto hecho a mano, con las exigencias antes anotadas, no puede ser lo dinámico y ágil, ni tener las cualidades que se requieren, por lo tanto se hace indispensable la ayuda de programas en el computador. Esto no significa, que los programas que existen, logren reemplazar al director de un proyecto, al residente o a las personas que intervienen en el proyecto, se requieren conocimientos de construcción y conocimientos del medio donde se desarrolla el proyecto.

7.4 ETAPAS DE DESARROLLO DE UN PRESUPUESTO DE CONSTRUCCION

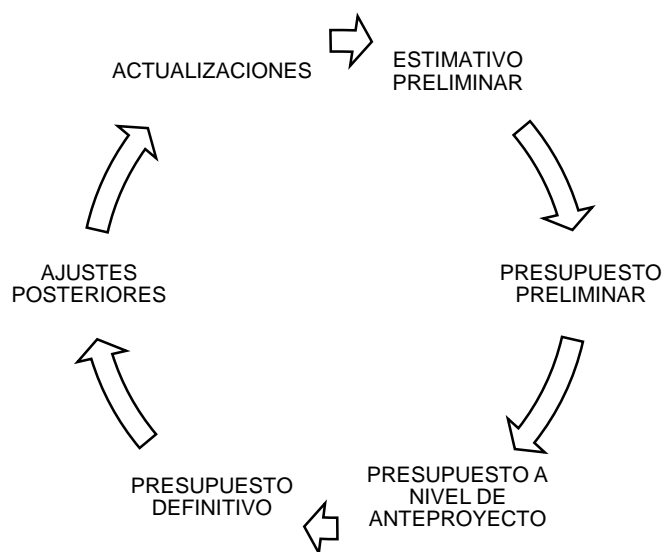


Gráfico 3 Etapas de desarrollo de un presupuesto de construcción

[El presupuesto y su control en un proyecto arquitectónico]. (HERNANDO GONZALES FORERO). (SEGUNDA EDICIÓN: Bogotá, D.C. mayo del 2006).

7.4.1. ESTIMATIVO PRELIMINAR: esta es la primera etapa de un presupuesto, se realiza con base algunos estimativos rápidos de experiencia, en los que intervienen los conocimientos previos del sector, de la vocación de usos del terreno, de los valores aproximados de una construcción.

7.4.2. PRESUPUESTO PRELIMINAR: paso normalmente requerido para que sus datos sirvan como base de cálculos en los estimativos preliminares de rentabilidad de un eventual negocio de construcción. Para lograr este estimativo preliminar, normalmente enfocado al estudio de pre factibilidad económica del negocio, se requiere de los siguientes conocimientos:

- Conocimiento de normas y decretos municipales o regionales.
- Conocimiento del sector, de su mercado y de sus expectativas como proyección futura.
- Conocimiento de los conceptos y valores que van a repercutir en el diseño, como de especificaciones de sus materiales, característica de los recursos de materiales, mano de obra, recursos técnicos y económicos, y de todos los demás aspectos que puedan influir en el proyecto.

7.4.3. PRESUPUESTO A NIVEL DEL ANTEPROYECTO: este paso ha sido realizado, contando con la siguiente información básica:

- Planos arquitectónicos generales, casi definitivos en cuanto a diseño básico y especificaciones.
- Proyectos y estudios profesionales, mínimo a nivel de anteproyecto: estudios de suelos, estudio estructural y de cimentación, estudio eléctrico, estudio hidráulico y sanitario, estudios mecánicos, impacto ambiental, entre otros estudios.

- Especificaciones definidas para los conceptos citados.

Este estudio por estar muy cerca al presupuesto definitivo, puede servir para lo siguiente:

- Presupuesto para la solicitud de crédito a la entidad financiera o a la corporación.
- Presupuesto de estudio en borrador, base para establecer posibilidades de cambios y ajustes al proyecto definitivo.
- Presupuesto para realizar las compras de los materiales que requieren pedidos con mucha anticipación.
- Presupuesto para establecer las bases para los aportes o ingresos de los diferentes recursos a la obra.
- Paso obligado para la elaboración del presupuesto definitivo del proyecto.
- Presupuesto para definir socios o para definir flujos preliminares de caja etc.

7.4.4. PRESUPUESTO DEFINITIVO: esta última etapa de estudio, se debe adelantar después definido y realizado lo siguiente:

- Los ajustes del proyecto arquitectónico y de haber completado sus planos constructivos y de detalles.
- De manera definitiva todo los estudios técnicos.
- Posibles ajustes en las cantidades de obra y en las especificaciones.
- Actualización de precios.
- Todos los aspectos de flujos de recursos, tanto de egresos como de ingresos.

7.4.5. AJUSTES POSTERIORES: estos básicamente se logran a partir del presupuesto definitivo, el cual ha de ser ajustado, por cualquiera o algunas de las siguientes causas:

- Por desactualización de precios, el cual simplemente sin modificar especificaciones ni cantidades de obra, se actualiza sus precios básicos.
- Por cambios de especificaciones, sin modificar las cantidades de obra, antes o durante una construcción.
- Por cambios de especificaciones del proyecto, logrados antes o durante una construcción.
- Por cambios de especificaciones o cantidades de obra, que además se logre la actualización de sus precios.

7.4.6. ACTUALIZACIONES: se refiere a la necesidad a la que se ve abocado en un momento determinado un proyecto, la de actualizar los valores de los insumos del presupuesto, para tener así la seguridad de poseer un documento de consulta. Las actualizaciones pueden ser a causa de uno o varios de los siguientes aspectos:

- Porque el presupuesto ya perdió vigencia, sin haberse iniciado una construcción.

- Aunque la construcción se haya iniciado, se justifica actualizarlo, antes de seguir construyendo.
- No es un documento que presente confiabilidad para realizar los controles de costos.
- No puede ser utilizado como documento base para la realización de contratos, simplemente porque las proyecciones de costos realizadas por algún sistema, ya no presentan la seguridad requerida para toma de decisiones.

7.5 GESTION DEL COSTO PMI

La gestión de los costos de proyecto se ocupa principalmente del costo de los recursos necesarios para completar las actividades del cronograma. También debería considerar el efecto de las decisiones del proyecto sobre los costos del uso, mantenimiento y soporte del producto, servicio o resultado del proyecto.

La gestión de los costos del proyecto incluye los procesos involucrados en la planificación, estimación, preparación del presupuesto y control de costos de forma que el proyecto se pueda completar dentro del presupuesto aprobado. Estos procesos interactúan entre si y también con los procesos de las demás áreas de conocimiento. Cada proceso puede involucrar el esfuerzo de una o más personas, dependiendo de las necesidades del proyecto.

7.5.1 GESTIÓN DEL COSTO PLANIFICAR

La gestión de los costos del proyecto debe considerar las necesidades de los interesados, ya que diferentes interesados medirán los costos de diferentes formas y en diferentes momentos.

Este proceso establece las políticas, procedimientos y documentación necesaria para planificar, dirigir, ejecutar y controlar los costos.

Aspectos a tener en cuenta:

- Los diversos interesados medirán los costos del proyecto de diferentes maneras y en momentos diferentes.
- el efecto de las decisiones tomadas en el proyecto sobre los costos.
- El esfuerzo de planificación de la gestión de los costos tiene lugar en las etapas iniciales de la planificación.

Gestión del costo planificar: entradas, herramientas y técnicas, y salidas.

Entradas

- **Plan para la dirección del proyecto:** línea base de alcance, línea base de cronograma.
- **Acta de constitución del proyecto:** resumen del proyecto, requisitos de aprobación.
- **Factores ambientales de la empresa:** la cultura y la estructura de la organización.

- **Activos de los procesos de organización:** procedimientos, registros históricos, guías existentes.

Herramientas y técnicas

- **Juicio de los expertos:** orientar sobre la convivencia o no.
- **Técnicas analíticas:** la organización puede influir en la selección de las técnicas financieras para tomar decisiones.
- **Reuniones:** reuniones de planificación para desarrollar el plan de gestión de los costos.

Salidas

- Unidades de medida.
- Nivel de precisión (redondeo).
- Nivel de exactitud (rango aceptable y realista).
- La estructura de desglose del trabajo (EDT/WBS).
- Umbrales de control (valor acordado para la variación permitida antes de que sea necesario realizar una acción).
- Reglas para la medición del desempeño.
- Formatos de los informes, procesos, detalles adicionales.

Diagrama de flujo: planificar la gestión de los costos

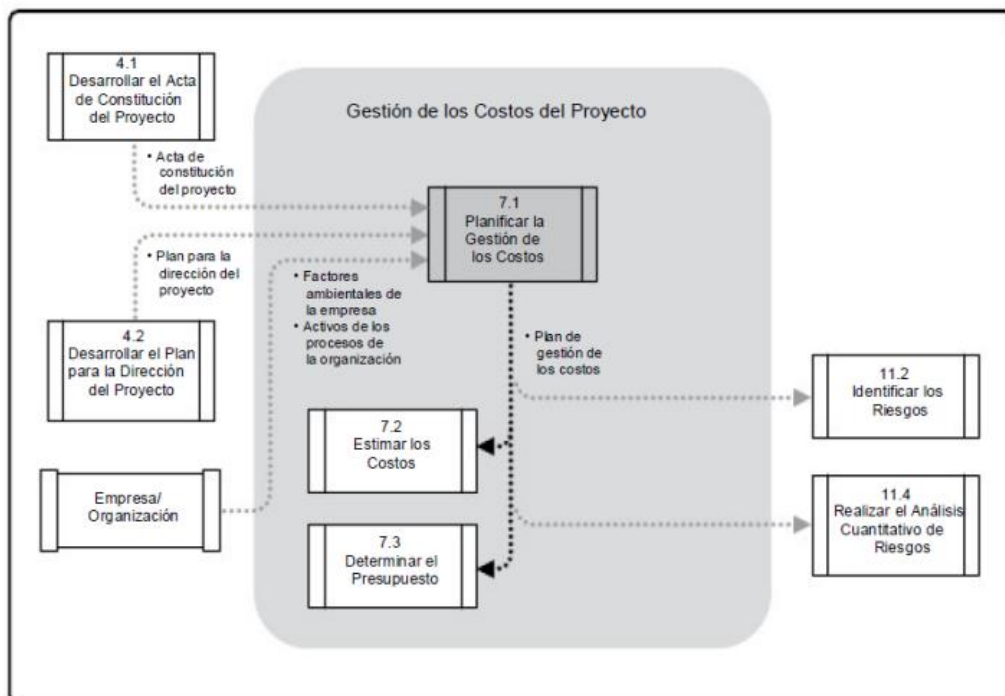


Gráfico 4 Diagrama de flujo: planificar la gestión de los costos

[Gráfico 7-3]. (Planificar la gestión de los costos: Diagrama de flujo de Datos). (PMI "Project Management institute, PMBOOK®GUIDE AND STANDARDS

7.5.2 GESTION DEL COSTO ESTIMAR

La estimación de costos de las actividades del cronograma implica desarrollar una aproximación de los costos de los recursos necesarios para completar cada actividad del cronograma. Al hacer una aproximación de los costos, el estimador debe considerar las posibles causas de variación de la estimación de costos, incluyendo los riesgos.

La estimación de costos incluye la identificación y consideración de diversas alternativas de costos.

Gestión del costo estimar: entradas, herramientas y técnicas, y salidas.

Entradas

- Plan de gestión de los costos.
- Plan de gestión de los recursos humanos.
- Línea base del alcance.
- Cronograma del proyecto.
- Registro de riesgos.
- Factores ambientales de la empresa.
- Activos de los procesos de organización.

Herramientas y técnicas

- Juicio de expertos.
- Estimación análoga.
- Estimación paramétrica.
- Estimación ascendente.
- Estimación por tres valores.
- Análisis de reservas.
- Costo de la calidad.
- software de gestión de proyectos.
- Análisis de ofertas de proveedores.
- Técnicas grupales de toma de decisiones.

Salidas

- Estimación de costos de las actividades.
- Base de las estimaciones.
- Actualizaciones a los documentos del proyecto.

Diagrama de flujo: estimar los costos

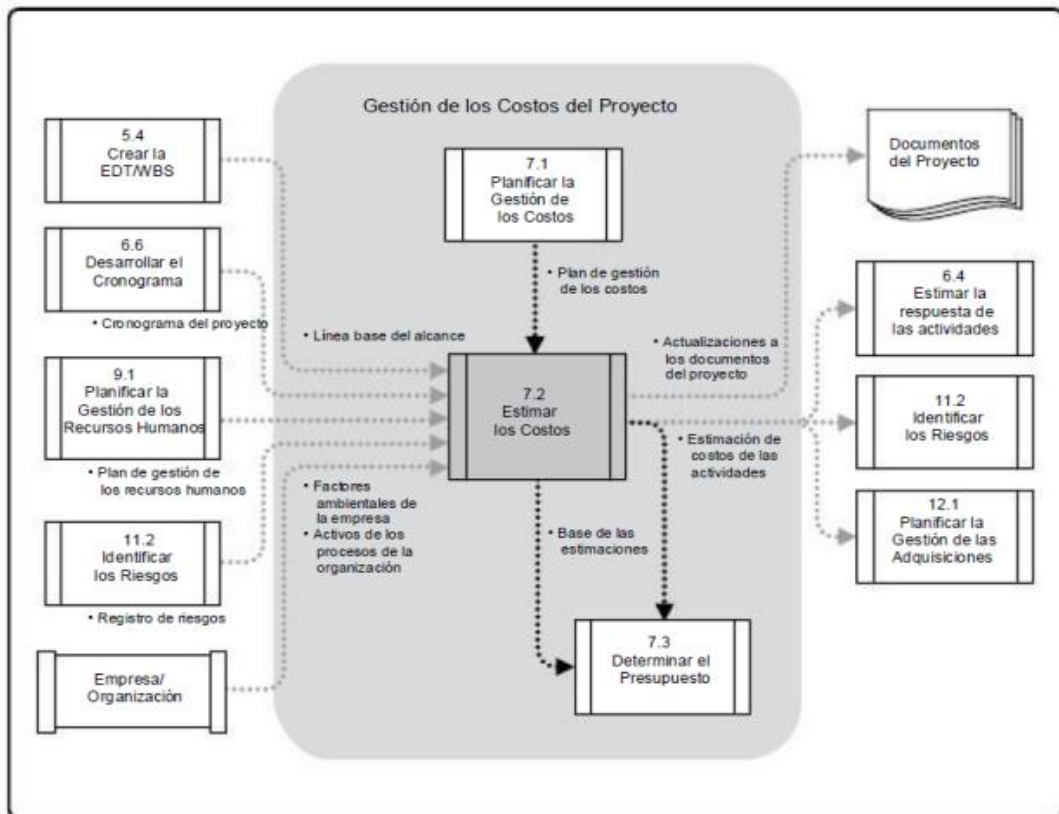


Gráfico 5 Diagrama de flujo: estimar los costos

[Gráfico 7-5]. (Diagrama de flujo de Datos de Estimar los costos). (PMI "Project Management institute, PMBOOK® GUIDE AND STANDARDS.

7.5.3 GESTION DEL COSTO DETERMINAR EL PRESUPUESTO

La preparación del presupuesto de costos implica sumar los estimados de las actividades del cronograma o paquetes de trabajo individuales para establecer una línea base de costo total, a fin de medir el rendimiento del proyecto. El enunciado del alcance del proyecto proporciona el presupuesto resumen. Sin embargo, las estimaciones de costos de las actividades del cronograma o de los paquetes de trabajo se preparan con anterioridad a las solicitudes de presupuesto detallado y la autorización de trabajo.

Gestión del presupuesto de costos: entradas, herramientas y técnicas, y salidas.

Entradas

- Enunciado del alcance del proyecto.
- Estructura de desglose del trabajo.
- Estimación de costos de las actividades.
- Información de soporte de la estimación de costos de las actividades.
- Cronograma del proyecto.
- Calendarios de recursos.

- Contrato.
- Plan de gestión de costos.

Herramientas y técnicas

- Suma de costos.
- Análisis de reserva.
- Estimación paramétrica.
- Conciliación del límite de la financiación.

Salidas

- Línea base de costos.
- Requisitos para la financiación del proyecto.
- Plan de gestión de costos (actualizaciones).
- Cambios solicitados.

7.5.4 GESTION DEL CONTROL DE COSTOS

El control de costos del proyecto incluye:

- Influir sobre los factores que producen cambios en la línea base de costo.
- Asegurarse de que los cambios solicitados sean acordados.
- Gestionar los cambios reales cuando y a medida que se produzcan.
- Asegurar que los posibles sobrecostos no excedan la financiación autorizada periódica y total para el proyecto.
- Realizar el seguimiento del rendimiento del costo para detectar y entender las variaciones con respecto a la línea base de costo.
- Registrar todo los cambios pertinentes con precisión en a línea base de costo.
- Evitar que se incluyan cambios incorrectos, inadecuados o no aprobados en el costo o en el uso de recursos informados.
- Informar los cambios aprobados a los interesados pertinentes.
- Actuar para mantener los sobrecostos esperados dentro de límites aceptables.

El control de costos del proyecto busca las causas de las variaciones positivas y negativas, y forma parte del control integrado de cambios.

Gestión del control de costos: entradas, herramientas y técnicas, y salidas.

Entradas

- Línea base de costos.
- Requisitos para la financiación del proyecto.
- Informes de rendimiento.
- Información sobre el rendimiento del trabajo.
- Solicitudes de cambio aprobadas.
- Plan de gestión del proyecto.

Herramientas y técnicas

- Sistema de control de cambios del costo.
- Análisis de medición del rendimiento.
- Proyecciones.
- Revisiones del rendimiento del proyecto.
- Software de gestión de proyectos.
- Gestión de variación.

Salidas

- Estimación de costos (actualizaciones).
- Línea base de costos.
- Mediciones del rendimiento.
- Conclusión proyectada.
- Cambios solicitados.
- Acciones correctivas recomendadas.
- Activos de los procesos de organización.
- Plan de gestión del proyecto.

Diagrama de flujo: determinar el presupuesto

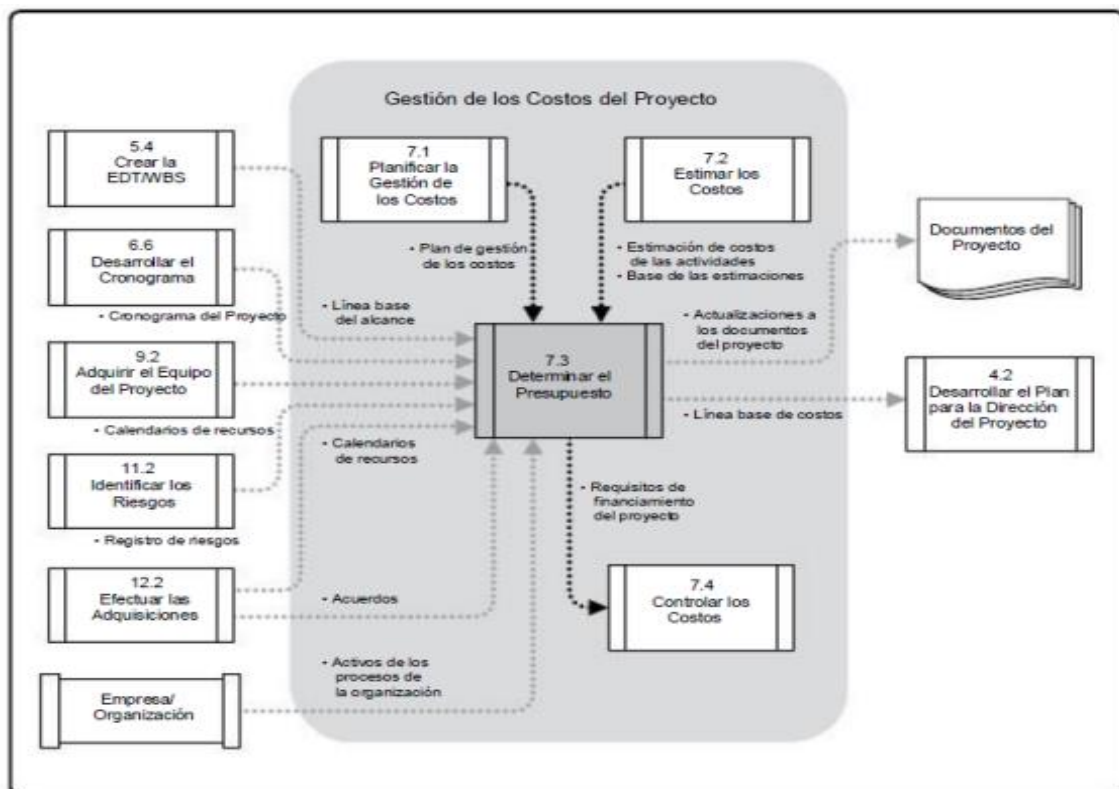


Gráfico 6 Diagrama de flujo: determinar el presupuesto

[Gráfico 7-7]. (Diagrama de flujo de Datos de determinar el presupuesto). (PMI "Project Management institute, PMBOOK © GUIDE AND STANDARDS.

Se entiende por presupuesto de una obra o proyecto, a la determinación previa de la cantidad en dinero necesaria para realizarla, cuyo fin se tomó como base la experiencia adquirida en clase de presupuesto de obra. La forma o el método para realizar esa determinación son diferentes según sea el objeto que se persiga con ella. Cuando se trata únicamente de determinar si el costo de una obra guarda la debida relación con los beneficios que de ella se espera obtener, o bien si las disponibilidades existentes bastan para su ejecución, es suficiente hacer un presupuesto aproximado, tomando como base unidades en números redondos y precios unitarios que no estén muy detallados. Por el contrario, éste presupuesto aproximado no basta cuando el estudio se hace como base para financiar la obra, o cuando el constructor la estudia al preparar su proposición, entonces hay que detallar mucho en las unidades de medida y precios unitarios, tomando en cuenta para estos últimos no sólo el precio de los materiales y mano de obra, sino también las circunstancias especiales en que se haya de realizar la obra. Esto obliga acceder en todos los detalles y a formar precios unitarios partiendo de sus componentes.

La gestión del costo explica los procesos involucrados en estimar, presupuestar y controlar los costos de modo que se complete el proyecto dentro del presupuesto aprobado.

El plan de gestión de costos documenta los criterios necesarios para planificar, estructurar, estimar, presupuestar y controlar los costos del proyecto.

Un plan de gestión de costos debe:

- Definir la moneda que se utilizará para estimar los costos.
- Definir el nivel de exactitud con el que se deben estimar los costos.
- Definir las técnicas para estimar valor ganado.
- Determinar los umbrales de control.
- Determinar los formatos de reporte.

También podemos resaltar lo importante que es la clasificación de los costos para así llevar un orden de dichos pasos que se deben tener en cuenta.

- Directos: Estos costos pueden ser atribuidos al trabajo del proyecto. (materiales, viajes, mano de obra).
- Indirectos: Costos incurridos para el beneficio de más de un proyecto. (seguros, impuestos, etc.).

8. ELABORACIÓN DE PROBLEMAS ABP APLICADOS A LA ASIGNATURA DE PROGRAMACIÓN Y PRESUPUESTO DE OBRA.

Buscando contextualizar el Aprendizaje Basado en Problemas (ABP) como estrategia didáctica de enseñanza en la asignatura de Programación y Presupuesto de Obras, específicamente en el cálculo de Análisis de Precios Unitarios (APU), se procede de una forma abreviada a mencionar las pautas requeridas para diseñar problemas basados en el ABP, dejando claro que son solo pautas, no se pretende generar un referente con los contenidos académicos propios de la asignatura ya que esto le compete al docente y se encuentra especificados en el currículo de la respectiva asignatura, y es el docente quien se encuentra con criterios académicos para impartir los contenidos de enseñanza de la asignatura.

Como bien se advierte, que el fin de este proyecto no es cambiar ni hacer un nuevo modelo pedagógico para ser institucionalizado en un determinado programa o en una institución de educación superior, su objetivo es hacer uso de esta estrategia pedagógica como herramienta didáctica en la asignatura en cuestión. Se trata específicamente de dar un cambio a las prácticas pedagógicas de corte tradicional adquiriendo en el desarrollo de los objetivos educacionales de esta área y de alguna manera, invitar a la reflexión de cómo una herramienta didáctica puesta a prueba en distintos escenarios educativos del mundo y con casi sesenta años de vigencia, que da tan buenos resultados en los aprendizajes de los estudiantes, puede apoyar a los docentes en la Facultad de Ingeniería Civil. Es de resaltar entonces, que el APB no es algo nuevo en los claustros universitarios ya que ha sido impartido en Canadá, Estados Unidos y Europa; así que este aporte no es en esencia el APB como tal, ya que de él se ha hablado y hasta discutido mucho y dispone de una literatura densa y con una multiplicidad de autores.

Cuando se quiere hacer uso eficaz de esta estrategia didáctica, es indispensable considerar las pautas que a continuación se desglosan, pautas sin las cuales resulta difícil asegurar el éxito de esta metodología, cuyo éxito a su vez radica también en la correcta elaboración o elección de un ABP que tiene sus repercusiones en la consecución de los objetivos que se persiguen desde determinada área y para el caso que nos ocupa, el área de programación y presupuesto de obras; pero antes a manera de preparación, se permite dar algunos referentes al respecto:

Es indispensable atender una serie de recomendaciones que se basan desde principios generales hasta llegar a la guía metodológica, que resultan ser de gran utilidad al momento de elegir o diseñar problemas ABP.

La utilización de esta metodología implica, algo muy trascendental y es la elaboración previa del problema. Antes de iniciar la actividad con los estudiantes ya el problema debe estar elaborado. Pero su elaboración no es tarea fácil debido a que si se presenta poca atención al diseño del problema, esto puede ocasionar dificultades en los estudiantes quienes no van a poder activar sus conocimientos previos y en consecuencia el grupo funcionará inadecuadamente, necesitando más tiempo para resolver el problema (Jacobs, Dolmans,

Wolfhagen y y Scherpbier, 2003). Muchos autores afirman que al momento de elaborar el problema este debe ser un factor “crítico” y “central” para conseguir el éxito de este modelo (Duch, 1996; Peterson, 2004; Ruhl-Smith y Smith, 2001; Stinson y Milner, 1996)..

Otro aspecto, igual de relevante, es que el docente debe comenzar presentado el problema a los estudiantes para que estos lo analicen y resuelvan, preferiblemente en grupos y a partir de ahí desencadenar una serie de eventos motivacionales que demandarán de cada miembro del grupo la puesta en práctica de sus pre saberes, la innovación, el espíritu investigativo, sus capacidades y hasta poner a prueba su nivel de ego, emociones que se traducirán en resultados de aprendizajes significativos y al final en la construcción de individuos con perfiles acordes con la demanda de la sociedad presente y futura.

Ya entrando en materia, lo que bien podría constituir la primera pauta para profundizar en la elaboración o selección de un problema de ABP es tener claridad sobre la clasificación de los tipos de problemas que existen, y así aprender a diferenciarlo de otros tipos de problemas que existen.

- Céntrese la atención en definir el término “problema”.
- ¿Qué es un problema y tipos de problemas?
--Es algo que se ignora y se tiene que resolver--.

En palabras de Restrepo (2005, p. 12):

“problema son muchas cosas. Comprender un fenómeno complejo es un problema; resolver una incógnita o una situación, para las cuales no se conocen caminos directos e inmediatos, es un problema; encontrar una forma mejor de hacer algo es un problema; hacerse una pregunta o plantearse un propósito sobre posibles relaciones entre variables es un problema; no comprender en su complejidad un fenómeno natural o social es un problema”.

Según Jacobs *et al.* (2003, p. 1001) un problema ABP es:

“una descripción de unos fenómenos que requiere explicación adicional, y los estudiantes intentan explicar los fenómenos presentes en el problema. Para este propósito ellos lo discuten en grupo. Conforme lo discuten se dan cuenta que no tienen suficientes conocimientos para clarificarlo y por tanto surgen cuestiones sin respuesta, las cuales se convierten en objetivos de aprendizaje que motivan a los estudiantes a informarse y estudiar la literatura relevante para responder esas cuestiones y dar solución al problema”.

Según el nivel de complejidad, Duch clasifica los problemas en tres niveles: nivel 1, nivel 2 y nivel 3, para el caso específico de la investigación aplicada a la asignatura de programación y presupuesto de obras el tipo de problema que aplica es el que se clasifica como nivel tres:

- **Nivel 3:** Este nivel es de los problemas ABP, porque requiere de análisis, interpretación, síntesis y evaluación, se relacionan con situaciones cotidianas y de vida real experimentadas durante la vida profesional, y como es de saber estas situaciones del mundo real están llenas de incógnitas por decirlo así, es decir toda la información necesaria para resolver dicha situación no está contenida en el propio problema o incluso en los textos del curso, por lo cual los estudiantes requerirán hacer investigaciones, descubrir nuevos materiales, para poder llegar a tomar decisiones basadas en la información aprendida y de investigación, además de esto el problema puede tener más de una respuesta aceptable.

Según el propósito curricular, Duffy and Cunningham (1996) clasifica a los problemas ABP como:

- **Problemas para ilustrar principios, conceptos o procedimientos:** Consiste en problemas propuesto por el docente como ejemplos o situaciones concretas que buscan que el alumno inductivamente descubra explicaciones definiciones o procesos, es decir son ese tipo de problema que permite ejemplificar los conceptos teóricos y hacer saber la importancia de los contenidos.
- **Problemas para fomentar el razonamiento y comprensión de contenidos de la asignatura:** Se utilizan para estimular y entrar habilidades cognitivas de razonamiento, análisis y síntesis de la información contenida en el temario.

Según la forma que adoptan al ser estructurados, Bridges y Hallinger (1995) clasifican como:

- **Tipo Aplicación:** Se asigna al estudiante un programa de actividades o de interpretación que se debe aplicar y debe buscar la manera de garantizar el éxito de la aplicación de ese programa o conjunto de actividades.

Hasta aquí hay suficientes conceptos para tener una idea bien formada del problema de ABP, céntrese ahora la atención en los criterios que deben ponerse en juego a la hora de elaborar los objetivos que darán las bases para la elaboración del problema de ABP. Se trata de principios generales presentes en los objetivos que se persiguen y desean con esta metodología (que deben guiar el diseño o elaboración de los problemas ABP), y que tienen que ver en la estructura, en los contenidos del problema y en su forma de resolución en las características de un buen problema de ABP.

8.1 Criterios que se deben tener en cuenta al elaborar los objetivos de aprendizaje.

Los objetivos de aprendizaje, son los que deben conducir el diseño del problema, y no al revés. Las características que deben tener estos objetivos de aprendizaje

son las de apuntar al cubrimiento total de los teóricos, y para elaborar un problema ABP se debe partir de la elaboración de una serie de objetivos didácticos, que a su vez, sean reales e interdisciplinarios. Para entender mejor estos dos aspectos se verán detenidamente:

Cobertura de objetivos didácticos: El problema debe guardar una estrecha relación con los objetivos y contenidos del curso o asignatura en este caso todos los contenidos respecto a la asignatura Programación y Presupuesto de Obras en los que se inserte la actividad ABP, dejando claro que el problema es un vehículo a través del cual los estudiantes obtienen el conocimiento y adquieren habilidades deseadas en curso especialmente en cálculo de Análisis de Precios Unitarios. Es decir los contenidos del curso deben estar incluidos en el problema o situación buscando así alcanzar los objetivos de aprendizajes propuestos, en donde sea el problema quien conduzca y guíe a los estudiantes a buscar, estudiar y aplicar dichas temáticas.

Con todas estas pautas y conceptos claros de cómo debe ser un buen problema ABP y con sus respectivas características y elementos, con estos criterios se puede elaborar el problema.

Lo primero que debe hacerse al elaborar un buen problema ABP es buscar seleccionarlo desde un ámbito real y cotidiano y si en última instancia no se logra tendría que crearlo.

¿Quién debe elaborarlo?: El docente es quien debe seleccionar el problema o elaborarlo en caso tal no llegue a encontrar un problema que se acomode a las circunstancias deseadas, es decir que cumpla con sus objetivos de enseñanza, contenidos de la asignatura Programación y Presupuesto de Obras.

¿De dónde se obtiene?: Los mejores problemas son los que provienen del mundo real es decir de la experiencia personal o profesional, buscando reflejar situaciones reales, las fuentes de los problemas de vida real son por ejemplo documentos, revistas, videos y problemas relacionados con cuestiones próximas (locales, regionales o nacionales) que tenga esa carga de emoción para el estudiante y así ellos puedan encontrar dicha relación de los conceptos académicos con la práctica llevándolos a darle un valioso valor al aprendizaje.

8.2 Criterios a tener en cuenta para la elaboración de los problemas.

Estructuración: Una de las principales características de los problemas ABP, es que estos deben elaborarse mal estructurados y han de ser abiertos. Cuando se habla de mal estructurados, se quiere decir que han de ser ambiguos en su significado y tener un nivel de complejidad difícil de definir. Por otra parte en cuanto a referirse que sean problemas abiertos significa que todos los elementos del problema no son conocidos buscando así diversas soluciones para tener un planteamiento abierto (Prieto, 2006) y que los estudiantes tengan la necesidad de investigar el problema y así poder descubrir la complejidad del mismo. Este es un aspecto clave que caracteriza los problemas ABP.

La mala estructuración como característica clave de los problemas ABP:

Como se habían mencionado una de las principales características de los problemas ABP es su mala estructuración, buscando con esto su ambigüedad y así poder brindar varias posibilidades de solución con una poca información de datos.

Al momento de hablar de problemas bien estructurados y compararlo con los problemas mal estructurados se encuentran varias características que los diferencian.

Los problemas bien estructurados son ese típico problema de textos académicos donde casi toda la información por decirlo así se encuentra suministrada en el problema, pero la realidad con que se encuentra los estudiantes al momento de salir a laborar y poner en práctica sus conocimientos aprendidos durante su formación es totalmente distinta, debido a que se encuentra con problemas totalmente abiertos y poco estructurados. Los problemas bien estructurados forman parte de los métodos docentes deductivos o expositivos que encontramos frecuentemente en el ámbito académico: primero se le suministra toda la teoría al estudiante, y por último la práctica, siendo esta el típico problema de manual donde hay un listado de problemas ya estructurados (Butler, 2002).

Los problemas bien estructurados llevan a una sola solución o respuesta correcta y para su solución basta con que coincida con la del libro, texto o experto.

Las principales características de los problemas bien estructurados (Ching y Chia, 2005) son las siguientes:

- Tienen soluciones convergentes.
- Requieren aplicación de un número limitado de reglas y principios.
- Actúan sobre parámetros bien definidos.
- Todos los elementos y procesos necesarios para resolver el problema Conocidos.
- Las soluciones requieren el uso de procesos lógicos y algorítmicos.

Los problemas mal estructurados, típicos en la tarea ABP, no son “simples ejercicios para iluminar un concepto particular” (Butler, 2002), debido a que estos no tienen una única solución, y tampoco se formulan después como actividad para después del estudio exhaustivo de los contenidos sino antes para facilitar la asimilación constructiva de los mismos.

Sus principales características son (Ching y Chia, 2005):

- Poseen soluciones múltiples
- Poseen distintas vías o formas de llegar a la solución (no es un procedimiento algorítmico sino heurístico).
- Presentan menos parámetros, con lo cual son menos manipulables.

- Hay incertidumbre acerca de los conceptos, reglas y principios necesarios para la solución.
- Uno o varios aspectos de la situación del problema (por ejemplo, estado inicial, estado final, y el conjunto de operadores para ir del estado inicial al final) no están bien especificados.
- La información necesaria para resolver el problema no está contenida en el texto del problema.

Cabe resaltar que al momento de diseñar un problema ABP es posible cometer el error de hacerlo bien estructurados y ocurrirían dos cosas: primero los estudiantes perderían la oportunidad de implicarse en la búsqueda de la solución del problema; y segundo el problema pierde la esencia de realidad (Bridges y Hallinger, 1995).

Los estudiantes al momento de resolver problemas bien estructurados sus habilidades cognitivas requeridas son diferentes y menos complejas que las requeridas al momento de resolver problemas mal estructurados, y esto lleva que los estudiantes vean los problemas bien estructurados como tareas de aprendizaje que le permite recordar hechos, datos, reglas términos o definiciones con el fin de responder correctamente a un examen, y esto hace que el estudiante pierda interés y motivación en profundizar en la comprensión de los contenidos de la asignatura.

Con los problemas mal estructurados los estudiantes se ven obligados a reflexionar acerca de cada elemento de la situación del problema, y esto lo obliga a definir el que información es necesaria para resolver el problema y sintetizar lo que saben del problema (Ching y Chia (2005) y Jacobs *et al* 2003).

Ching y Chia (2005) propone y opina que para lograr esto se debe:

- Articular el espacio del problema y las reglas contextuales.
- Identificar y clarificar las opiniones, perspectivas y puntos de vista alternativos de los interesados.
- Generar posibles soluciones.
- Evaluar la viabilidad de las soluciones alternativas, construyendo argumentos y articulando creencias personales.
- Supervisar el espacio del problema y las opciones de solución.
- Aplicar la solución y supervisar el resultado de su aplicación.

Además de resolver los problemas los estudiantes debe tener las habilidades de planificar, argumentar y justificar la solución del problema.

Complejidad: Deben tener un cierto nivel de dificultad, es decir no deben ser fáciles de resolver ni tampoco limitados a única solución, buscando así fomentar la construcción activa del conocimiento del estudiante y así demandar más acciones cognitivas para poder ser resuelto y mayor exigencia en la memoria de trabajo, cabe aclarar que esta complejidad debe guardar un nivel intermedio debido a que si el problema es demasiado complejo, entonces tendría demasiados componentes y saturaría la memoria del estudiante haciendo imposible la solución y por otro lado si se elabora demasiado simple no estimularía al estudiante.

8.3 Criterios que se deben tener en cuenta sobre el contenido de los problemas ABP

Actualidad de los problemas: Deben ser situaciones actuales o contemporáneas, del mundo actual o de situaciones futuras con contextos profesionales o recientes, promoviendo y motivando a los estudiantes en la actividad de aprendizaje.

Auténticos, relevantes para el alumno o basado en la vida real o profesional: Los problemas deben ser enfocados en temas de Programación y Presupuesto de Obra, ejercitando los problemas con la cual se encontrará el estudiante por mucho tiempo durante su vida profesional, debido a esto se aclara que los problemas no deben ser muy teóricos ni alejarse de la experiencia cotidiana o de sus expectativas profesionales, en otras palabras deben representar aquellos problemas que enfrentaran en su vida profesional y así el estudiante se apasionará más por solucionar el problema debido a que encuentra una gran conexión con su futuro entorno profesional. Precisamente el problema ABP, no esté bien estructurado hace que parezca a los problemas que se producen en el mundo real (mal estructurados o “pantanosos”), es decir que se va enfrentar el estudiante al salir a laborar y de este modo lograr que la actividad ABP sea un actividad docente más motivadora e interesante que la típica lección rutinaria y magistral.

Apropiados al nivel cognitivo y motivacional de los alumnos: Los contenidos en el problema deben ajustarse al nivel de conocimiento e intereses de los estudiantes de tal forma que cuanto más cercano se encuentre el problema de los intereses de los estudiantes estos se motivaran más en trabajar en el problema, y todas estas características propias de los problemas ABP encuentra una familiarización de los estudiantes con el problema, es decir que su temática sea conocida por el estudiante o que al menos tenga nociones o experiencia previa acerca del tema tratado en dicho problema.

Según Soppe, Schmidt y Bruysten (2005), los estudiantes que se enfrentan a problemas más familiares:

- activarán más conocimiento previo durante la discusión inicial.
- mostrarán más interés por el problema.
- le dedicarán más tiempo de estudio.
- adquirirán un conocimiento del asunto de mayor calidad.
- puntuarán mejor en su examen sobre el tema.

8.4 Criterios que se deben tener en cuenta en cuanto a la forma de resolución.

Una característica esencial de los problemas ABP es que se pueden trabajar grupal para llegar a su solución, debido a que su complejidad requiere un trabajo en grupo.

Por lo tanto el diseño de problemas ABP debe hacer de tal forma que el grupo de estudiantes tenga la capacidad de sintetizar sus ideas y poder tomar decisiones para resolver el problema, y así no solo buscar información

conceptual y didáctica, disponible en cualquier manual, de la clarificación del problema y las actividades para solucionarlo se requiere cooperativismo en el grupo para investigar, comunicar compartir la información (Duch, Allen y White, 1997-98).

8.5 FASES EN EL DISEÑO DEL PROBLEMA

FASES EN EL DISEÑO DEL PROBLEMA

El docente debe tomarse el tiempo necesario para desarrollar y probar los problemas antes de realizar la actividad ABP aplicados a la asignatura Programación y Presupuesto de Obras.

Las fases en el diseño del problema ABP:

Explicar los objetivos curriculares específicos: Tener en cuenta todos los objetivos, competencias, conocimientos y habilidades que se requieren desarrollar y para los cuales se diseña el problema, es decir, las competencias con las que debe finalizar un alumno al terminar de ver la asignatura Programación y Presupuesto de Obra..

Identificar y centrar la situación o escenarios: buscando la relación con los objetivos curriculares de la asignatura Programación y Presupuesto de Obra.

Determinar la extensión del ámbito interdisciplinar del problema: es decir qué relación puede tener el problema con otros conceptos que no pertenezcan a la asignatura Programación y Presupuesto de Obra, y las relaciones con otros conceptos de ámbito social.

Escribir un primer bosquejo del problema: tratando insertar en éste, todos los conceptos y contenidos de la asignatura Programación y Presupuesto de Obra, y vincularlos con la metodología ABP, en este caso el problema.

Determina la disponibilidad de los recursos: es decir toda la información relevante que los estudiantes emplearan la resolver el problema de cálculo de APU (de tipo bibliográfico, Internet, etc.).

Comprobar o chequear el problema: Finalmente comprobar o chequear el problema si cumple con los criterios de los contenidos de la asignatura Programación y Presupuesto de Obra.

Redactar el resto de documentos complementarios: es decir el problema debe redactar lo siguiente:
Introducción: Se trata de centrar el tema del problema en pocas líneas.
Objetivos de aprendizaje: Con qué temas disciplinares o de la asignatura se relaciona el problema.
Referencias de la investigación e información recopilada: sitios web, libros y revistas.

Debido a que el aprendizaje apoyado en las situaciones ABP requiere un poco más de tiempo, dado que es a través de la solución de un problema que de por sí solo tiene una carga de complejidad específica y que para el caso de la asignatura en cuestión, es en donde los cálculos están presente a lo largo y ancho de ella y además demandan un sacrificio extra. Como quiera que se aborde este componente; si es de manera rutinaria, los cálculos a mero papel y lápiz (estaría demás entrar en detalles sobre lo que esto representa para la persona que aprende) y si es por los medios tecnológicos está todo lo que implica la apropiación del software (costo y desarrollo de destrezas en el manejo como herramienta) que de alguna manera crearían una sobrecarga innecesaria haciendo más difícil la solución del problema.

Pensando en hacer una contribución significativa que mejore los resultados en los aprendizajes del APU y para que el estudiante disponga de mayor tiempo para desarrollo de las actividades propuestas para la asignatura, que verdaderamente interesan y que son determinantes para la consecución de los objetivos del área; se decide diseñar una herramienta de apoyo al estudiante y que está diseñada en el programa Microsoft Excel, para hacer apoyar el proceso de cálculos matemáticos en los procesos relacionados con el cálculo de las cantidades y así poder mitigar las dificultades a las que inminentemente se estará expuesto, a la vez que ayudará también en la motivación y ejercitación del estudiante que son indispensables a la hora de aprender.

Esta herramienta diseñada en Microsoft Excel, es un componente que se dispone como apoyo a la enseñanza ABP dado que apunta paralelamente al ingrediente motivacional ayudando a hacer las cosas más interesantes y reales, aproximando de esta manera al estudiante a una futura realidad profesional, porque hoy por hoy son las herramientas computacionales las que facilitan el trabajo duro del hombre moderno y esta herramienta de Microsoft Excel, constituye una propuesta para ese primer punto de contacto, en lo que respecta a esta actividad como ingeniero.

La contribución económica de esta herramienta se soporta en que es un aplicativo en Microsoft Excel, el cual es un aplicativo que se encuentra disponible sin ninguna restricción y que resulta muy familiar a quien lo opera, y es un aplicativo de manejo general; así, que no habría problemas en adentrarlos en su manejo, cosa que no ocurriría al interactuar con un software diseñado para este tipo de tareas en el mundo laboral, y que también tiene sus implicaciones económicas. Microsoft Excel es una herramienta informática muy conocida y que se presta muy fácilmente para ser involucrada a esta propuesta de enseñanza ABP y específicamente, hacer del aprendizaje del cálculo de un APU algo más fácil y que en resumidas palabras facilitaría más las cosas y motivará aún más al estudiante a ver el problema como algo más interesante.

Pese a que se considera una herramienta de fácil manejo es prudente hacer una descripción de la misma y dejar establecida una ruta de acceso, como también la interrelación de sus partes.

Esta herramienta de trabajo, aplicativo de Excel, o libro de excel cuenta con varias hojas con sus respectivos nombres y funciones, a saber:

Número de hojas en total del libro son seis: APU, INSUMOS, CONCRETOS Y MORTEROS, CALCULO DE MAMPOSTERIA, TIPOS DE LADRILLOS, COLUMNAS VIGAS Y ZAPATAS.

En esencia lo primordial es la hoja APU, desde donde se trabajará y apoyará la situación propuesta por el docente en lo que le compete al ABP, es decir: esta hoja permitirá que se inserte un listado de insumos y cantidades estimadas por el estudiante, una vez se haya apropiado de todos los elementos involucrados en la solución o soluciones del problema ABP, que es la misma situación que ocurre en la vida real. Esta hoja se apoya esencialmente en la hoja "INSUMOS" la cual es una base de datos que contiene un listado de insumos.

Las hojas: "CONCRETOS Y MORTEROS; CALCULO DE MAMPOSTERIA; TIPOS DE LADRILLOS; COLUMNAS, VIGAS Y ZAPATAS" sirven como apoyo para el cálculo de cantidades.

Para esto se encuentra un instructivo (Anexo Manual Aplicativo ABP), el cual es un manual de manejo de aplicativo.

9. GUIA METODOLOGICA PARA ELABORAR PROBLEMAS ABP EN LA ASIGNATURA PROGRAMACIÓN Y PRESUPUESTO DE OBRAS.

En primera instancia se recomienda dar el marco de referencias de procesos constructivos que sirve como apoyo para el enriquecimiento de conceptos, términos técnicos y demás elementos que requiere el estudiante para el correcto abordaje del aprendizaje de la asignatura y pone a su disposición un flujo de información para el buen desempeño en las actividades especificadas en los objetivos del proyecto, pero dejando claro como se ha mencionado muchas veces que es el docente quien está en condiciones de seleccionar previamente los objetivos de la asignatura junto con los contenidos y conceptos correspondiente a la asignatura Programación y Presupuesto de Obra.

Se proporciona un material como referente para profundizar en la investigación que demanda este aprendizaje, pero el docente es quien toma la decisión al momento de diseñar el problema qué información considera relevante y pertinente para tal situación para lo cual puede recomendar de acuerdo a su criterio, la bibliografía que estime conveniente.

La guía para el estudiante, debe contener un pequeño párrafo introductorio en donde se indique que procede a realizar actividades que le competen a la asignatura Programación y Presupuesto de Obra relacionadas con el Análisis de Precios Unitarios. Estas actividades son de hecho, claras y sencillas a modo que resulten atractivas, muy motivadoras a lo que verdaderamente interesa que es el aprendizaje mediante el uso del ABP.

9.1 PASOS DE LA GUIA METODOLOGICA PARA ELABORAR PROBLEMAS ABP.

1. Enunciado: Se debe formular con un pequeño texto en donde se pida realizar el cálculo de un Análisis de Precio Unitario de actividades como: columnas, vigas, morteros y mezclas de concreto, cubiertas y zapatas, etc. Para esto los análisis de Precios Unitarios pueden ser vistos como insumos básicos para la

elaboración de cada actividad de obra del presupuesto de ahí que el primer paso en la creación de la base de datos, sea la identificación y selección de las actividades de obra.

2. No estructurar el problema: es decir dar los datos que exige el problema para proceder a iniciar su solución; en pocas palabras el problema no debe indicar en ningún lado el proceso a seguir para llegar a su solución, buscando medir el nivel de análisis y comprensión por parte del estudiante. Debe ser problemas con actualidad es decir; el Análisis de Precios Unitarios debe calcularse con precios reales y de la actualidad.

3. Selección del Problema: Seleccionar una actividad en común (viga, columna, zapata, diseño de mortero o mezcla en concreto, cubierta, etc.) que sirva como problema **tipo aplicación** (Bridges y Hallinger 1995) buscado así que está sirva como ejercicio de aplicación de los contenidos académicos pertenecientes a la asignatura Programación y Presupuesto de Obra y con esto hacer del problema, un **Problema para ilustrar principios, conceptos o procedimientos** (Duffy and Cunningham 1996) propuesto por el docente como ejemplo o situación concreta que buscan que el alumno inductivamente descubra explicaciones, definiciones o procesos, para ejemplificar los conceptos teóricos de la asignatura y hacer saber la importancia de los contenidos.

Llevando así el problema al **Nivel 3** (Duch) donde el estudiante requiere de análisis, interpretación, síntesis y evaluación, donde se relacionan situaciones cotidianas y de vida real experimentadas durante la vida profesional, es decir toda la información necesaria para resolver dicha situación no está contenida en el propio problema o incluso en los textos del curso, por lo cual los estudiantes requerirán hacer investigaciones, descubrir nuevos materiales, para poder llegar a tomar decisiones basadas en la información aprendida y de investigación.

Se debe dejar una pregunta a final para evaluar la eficiencia y alcance de los objetivos planteados en el problema ABP, buscando medir que tan bueno fue el problema como vehículo de enseñanza; es decir si con el problema el estudiante se pudo apropiarse de los objetivos y conceptos que exige el problema.

¿Considera usted que aprendió a calcular un APU. Si o no y ¿porqué?

4. Reconocer los objetivos de enseñanza que se lograron en el problema: En la estructuración de cada actividad de obra, Análisis de Precios Unitarios (APU) se observa los diversos insumos, los rendimientos de la mano de obra, maquinaria y equipo, materiales y transporte, elementos que se necesitan en el proceso de fabricación para obtener el resultado final del mismo.

Con respecto a la metodología normalmente utilizada en estos Análisis de Precios Unitarios (APU), el valor total de cada actividad de obra es calculado con el resultado de la suma de los subtotales de la mano de obra, equipos, herramientas, materiales y transportes requeridos para la solución de dichos problemas.

Teniendo en cuenta lo anterior el alumno o la persona que vaya resolver dichos problemas de (APU) se debe centrar en una situación en concreto sin enlazar el problema con otras actividades que no competan o vayan alterar la estructura de los problemas, se debe recordar que está solo se centrará en una actividad por problema, por ejemplo si se formula un problema de columnas, este debe tener en su formulación todo lo que le compete al ítem de columnas, con este primer paso de formular el problema lo está convirtiendo en problema ABP ya que centra la situación en algo específico.

5. Implementar la puesta en práctica para alcanzar los objetivos propuestos en el ABP: Luego de haber formulado dicha situación se debe pasar al plano de poner a interactuar a los estudiantes con dicha situación, buscando la interpretación de dicho problema por parte del estudiante, he aquí donde el estudiante se enfrenta de cara con dicho problema, esto busca llevar al estudiante o grupo de estudiantes a generar hipótesis, previa discusión, sobre la mejor manera de solucionar el problema. Para esto se debe suministrar todo el material didáctico de apoyo, buscando que el estudiante de una u otra forma logre sacar toda la información necesaria y relevante para la solución del problema. Aquí se puede hacer uso de fuentes bibliográficas acerca al tema tratado en el problema, promoviendo así al estudiante a la investigación.

Se espera que el estudiante genere hipótesis acerca de lo visto en el material suministrado “videos, fotos, material de apoyo (especificaciones) y planos”, cabe resaltar que los planos son de vital importancia, es decir son información necesaria e indispensable debido a que a partir de ellos se puede realizar el cálculo de cantidades de obra; proceda a consultar una base de datos de insumos como respaldo o guía para confirmar o incluir nuevos insumos con respecto de los mencionados inicialmente. Aquí se puede debatir con los estudiantes que insumos finalmente son los que hacen parte del análisis de precio unitario y el docente tomará el papel de guía y tutor aprobando la totalidad de la lista de insumos y explicando el motivo de la inclusión o exclusión de los mismos.

Después de tener el listado de insumos y recursos se procede a implementar el aplicativo en Excel diseñado por los autores de la presente investigación, aquí se podrá hacer uso de la herramienta didáctica la cual permitirá apoyar al alumno en el cálculo de las cantidades de obra, cargar el listado de insumos formulado por el estudiante, incluir los rendimientos de cada insumo, calcular un valor parcial de cada insumo y finalmente estimar el valor total del costo directo para la ejecución de una (1) unidad de la actividad de obra seleccionada, es decir realizar un Análisis de Precio Unitario.

Como en todo proceso de formación que implique desarrollar unos aprendizajes significativos es imperativo dejar muy presente tres aspectos o componentes estrechamente interrelacionados que deben considerarse una vez se ha decidido un uso correcto de esta metodología ABP, como son: saber, saber hacer y saber ser, lo cual se detalla a continuación.

Saber: Se le suministra el documento (situación problémica) y material académico buscando que al finalizar el estudiante debe saber presupuestar. El

docente a cargo de los grupos de aprendizaje, realiza la discusión y la exploración, ya sea haciendo preguntas en ocasiones, pocas, con sugerencias directas. Su tarea es facilitar el aprendizaje del estudiante, aunque no actúa como un maestro convencional experto en el área y transmisor del conocimiento. Por el contrario, ayuda a los estudiantes a reflexionar e identificar necesidades de información, les motivará a continuar con el trabajo, les guía para alcanzar las metas de aprendizaje propuestas y les estimula a aprender a través del descubrimiento. Puede también discutir y negociar en la tutoría estrategias con los estudiantes con relación al problema. Sin embargo, no es un observador pasivo sino que debe mostrar una actitud activa al orientar el proceso de aprendizaje. En el ABP los profesores también pueden actuar como expertos que proporcionan información especializada sobre el área de conocimiento para la resolución del problema.

Con esto se busca conseguir que el estudiante al final de la actividad sea capaz de saber todos los conceptos necesarios para presupuestar cualquier actividad es decir:

- Saber comprender los elementos básicos de las diferentes definiciones en torno a la asignatura de programación y presupuesto de obra específicamente en el cálculo de APU.
- Debe saber entender y comprender los diferentes campos de aplicación de programación y presupuesto de obra en cálculos de APU con un enfoque hacia el desarrollo del aprendizaje basado en problemas.
- Interpretar de forma correcta los modelos de aplicación de las teorías de programación y presupuesto de obra basado en el cálculo de APU.
- Entender y aplicar la metodología del aprendizaje basado en problemas para resolver problemas en el área de presupuesto de obra, (APU).

Saber Hacer: Con los conocimientos, conceptos debe adquirir destrezas y habilidades cognitivas, para poder ser competente y tener la capacidad o aptitud para llevar a cabo procedimientos y operaciones de las situaciones problemáticas para calcular APU o cualquier presupuesto. Con esto se busca conseguir que el estudiante al final de la actividad sea capaz de:

- Ejercitar los conceptos en torno a los temas de programación y presupuesto de obra; APU.
- Desarrollar adecuadamente el análisis y diseño de estrategias encaminadas al desarrollo de un nuevo paradigma en la asignatura de programación y presupuesto de obra para resolver problemas.
- Aplicar los conceptos aprendidos en la implementación de estrategias de aprendizaje basado en problemas en la asignatura de programación y presupuesto de obra; APU.

Saber ser: Actitudes fundamentales que requiere manejar la persona para alcanzar cada uno de los criterios de desempeño. Es decir después de adquirir todas las habilidades cognitivas y destrezas el estudiante debe ser competente ante cualquier actividad planteada en la vida real, es decir el estudiante debe ser un presupuestador íntegro el cual tome decisiones con criterios sólidos ante cualquier problema, con un manejo equilibrado de su ganancia como profesional. Con esto último el estudiante debe ser capaz de:

- Comprender la importancia de la asignatura y visualiza la relación que tiene con la forma de aprender tradicional y la metodología del ABP.
- Adquiere actitud crítica frente al tema del nuevo paradigma de elaboración de presupuestos de obra aplicado en la estrategia de aprendizaje basado en problema en caso de APU.
- Mediante el estudio de la asignatura desarrolla pasión por el conocimiento y la praxis de programación y presupuesto de obra con enfoque en la metodología del ABP.

9.2 EJEMPLO DE PROBLEMA MODELO ABP APLICADO EN LA ASIGNATURA PROGRAMACIÓN Y PRESUPUESTO DE OBRAS.

Asignatura: PROGRAMACION Y PRESUPUESTO DE OBRAS

Número máximo de integrantes por grupo (mínimo 3 y máximo 4 personas)

Integrantes:

Análisis de Precios Unitarios: Taller de cálculo del valor del precio unitario por metro cubico de una viga estructural.

“Algunos autores como Jacobs *et al.* (2003, p. 1001) afirman que lo más aconsejable es armar grupos de tres (3) personas a modo de propiciar la discusión, la diversidad de puntos de vista, la aclaración de pre saberes y experiencias, los flujos de alternativas de solución, el trabajo en equipo y su próxima organización como tal, así como el facilitamiento del consenso y el equilibrio en el grado de apreciación del problema, porque muy seguramente no todos estarán al mismo nivel de capacidad. En la interacción con los demás miembros del grupo hay un mayor compromiso sensorial, factor determinante a la hora de adquirir un aprendizaje, esto dejando de lado otros factores psicológicos como la presión de grupo, axiológicos etc...

“Como se dijo antes, el tamaño ideal para los grupos es de tres (3) alumnos, pero en el escenario inicial se deben formar grupos de cuatro (4), porque es habitual que durante el curso algunos alumnos abandonen. Si se forman grupos de cuatro (4), estos abandonos hacen que vayan quedando grupos de tres, que pueden continuar trabajando, buscando así minimizar la frecuencia con la que hay que rehacer grupos para evitar que queden grupos de sólo dos (2) alumnos”

Enunciado del problema:

1. Ustedes hacen parte del grupo programador y presupuestador de una empresa de construcción inmobiliaria y les ha sido asignado un proyecto de construcción de una edificación cuya estructura está diseñada en un sistema aporticado y se debe calcular el valor del precio unitario por metro cubico de una viga estructural, de acuerdo a los planos y especificaciones producto del diseño estructural anexo al problema.

“Hasta el momento se formuló el problema en un pequeño texto, que deja muchas dudas acerca de lo que se desea obtener, es decir no aclara ningún parámetro a seguir para calcular el APU y con esto se lleva a que el estudiante busque la forma de saber cómo resolverlo, característica propia del ABP en donde se deja una ambigüedad en la estructuración.”

La siguiente Información base, está disponible para que sea revisada por el presupuestador y se decida por su parte cual es la información relevante para aportar a la solución del problema:

- Información sobre el marco referencial del proceso constructivo para una viga estructural.
- Registro fotográfico (planos) del proceso constructivo para una viga estructural.
- Relación de video en la web con el proceso constructivo para una viga estructural.

<https://www.youtube.com/watch?v=rusibqhKGr0>

“Con esto se logra uno de los propósitos de la enseñanza ABP, que es buscar que los estudiantes investiguen, analicen y se llenen de todo lo concerniente al tema de conocimiento y se apropien de los elementos conceptuales necesarios que constituyen el **saber** y entonces sí poder iniciar de manera segura a confrontar la solución del problema”

2. A partir de los conceptos obtenidos en el material de apoyo, con la participación de todos los integrantes del grupo, generen el listado de insumos necesarios para ejecutar la actividad de construcción y se realicen los cálculos correspondientes a las cantidades necesarias para construir un metro cúbico de viga estructural.

NOTA: En los planos de diseño (documento anexo), se encuentran las dimensiones y características de la viga.

Luego de haber identificado todos los insumos involucrados en la actividad anterior, a modo de facilitar su actividad, proceda a hacer uso de la herramienta tipo aplicativo para calcular las cantidades y realiza el cálculo del Análisis de Precio Unitario. En caso de una duda el grupo debe solicitar el juicio de los expertos (en este caso el docente funge como guía del proceso de aprendizaje).

“Con el primer párrafo se evalúa el grado de apropiación, los objetivos de enseñanzas deseados en Análisis de Precios Unitarios. Se mide el **saber**, el nivel de conocimiento del estudiante, con qué insumos cuenta para continuar en la búsqueda de la solución del problema.

“Con el segundo párrafo se mide el **saber hacer** es decir el estudiante ya ha seleccionado todos los recursos necesarios para hacer el Análisis de Precios Unitarios, ya con criterios propios identificó lo que necesita y procede entonces a ejecutar el uso de el aplicativo para llegar al objetivo final.”

3. Ahora, se les invita a emitir un reporte final de costo directo de construir una cantidad unitaria de la actividad de obra y realizar unas conclusiones de grupo a partir del problema solucionado, definiendo los aspectos que consideró relevantes y donde tuvo más dificultades y por qué.

“Se busca medir **el saber ser** de un buen presupuestador, es decir se debe considerar que el estudiante y/o grupo de trabajo maneja el tema y puede emitir conclusiones y analizar la respuesta con respecto al problema”

4. ¿Considera usted que aprendió a calcular un Análisis de Precio Unitario (APU) para una viga estructural. Si o no y porque?

Asignatura: PROGRAMACION Y PRESUPUESTO DE OBRAS
Número máximo de integrantes por grupo (mínimo 3 y máximo 4 personas)

Integrantes:

Análisis de Precios Unitarios: Taller de cálculo del valor del precio unitario por metro cuadrado de Mampostería.

1. Ustedes hacen parte del grupo programador y presupuestador de una empresa de construcción inmobiliaria y les ha sido asignado un proyecto de construcción de un muro, cuya estructura está diseñada en un sistema aporticado, se debe calcular el valor del precio unitario del mortero de pega y la cantidad de ladrillo necesaria para el muro de acuerdo a los planos y especificaciones producto del diseño estructural anexo al problema.

La siguiente Información base, está disponible para que sea revisada por el presupuestador y se decida por su parte cual es la información relevante para aportar a la solución del problema:

- Información sobre el marco referencial del proceso constructivo de una mampostería.
- Registro fotográfico del proceso constructivo de una mampostería.
- Relación de video en la web con el proceso constructivo de una mampostería.

<https://www.youtube.com/watch?v=iZ9mK60AU3A>

2. A partir de los conceptos obtenidos en el material de apoyo proceda a generar el listado de insumos correspondientes para calcular las cantidades necesarias para construir un metro cuadrado de Mampostería con un espesor de 15 cm.

NOTA: En los planos de diseño (documento anexo), se sugiere no tener en cuenta la puerta y las columnas en concreto, limitarse a calcular el valor del metro cuadrado de mampostería.

Luego de haber identificado todos los insumos involucrados en la actividad anterior, a modo de facilitar su actividad, proceda a hacer uso de la herramienta tipo aplicativo para calcular las cantidades y realiza el cálculo del Análisis de Precio Unitario. En caso de una duda el grupo debe solicitar el juicio de los expertos (en este caso el docente se desempeña como guía del proceso de aprendizaje).

3. Finalmente, el grupo presupuestador debe emitir un reporte final de costo directo para construir una cantidad unitaria de la actividad de obra (mampostería) y realizar unas conclusiones a partir del problema solucionado, definiendo los aspectos que consideró relevantes y donde tuvo más dificultades y por qué.

Con sus compañeros de grupo de taller identifique coincidencias o diferencias si las hay.

4. ¿Considera usted que aprendió a calcular un Análisis de Precio Unitario (APU) para una Mampostería. Si o no y porque?

Asignatura: PROGRAMACION Y PRESUPUESTO DE OBRAS
Número máximo de integrantes por grupo (mínimo 3 y máximo 4 personas)

Integrantes:

Análisis de Precios Unitarios: Taller de cálculo del valor del precio unitario por metro cubico de una columna estructural.

1. Ustedes hacen parte del grupo programador y presupuestador de una empresa de construcción inmobiliaria y les ha sido asignado un proyecto de construcción de una edificación cuya estructura está diseñada en un sistema aporticado, se debe calcular el valor del precio unitario de la cantidad de acero necesario para el armado de nueve (9) columnas en concreto reforzado, además de esto calcule la cantidad de concreto necesario teniendo en cuenta: equipos, materiales y mano de obra.

La siguiente Información base, está disponible para que sea revisada por el presupuestador y se decida por su parte cual es la información relevante para aportar a la solución del problema:

- Información sobre el marco referencial del proceso constructivo de una columna.
- Registro fotográfico (planos) del proceso constructivo de una columna.
- Relación de video en la web con el proceso constructivo de una columna.
<https://www.youtube.com/watch?v=XRBOOH4L2Zk>

2. A partir de los conceptos obtenidos en el material de apoyo, proceda a generar el listado de insumos correspondientes para calcular las cantidades necesarias para construir un metro cubico de Columna estructural.

NOTA: En los planos de diseño (documento anexo), se encuentran las dimensiones y características de la columna.

Luego de haber identificado todos los insumos involucrados en la actividad anterior, a modo de facilitar su actividad, proceda a hacer uso de la herramienta tipo aplicativo para calcular las cantidades y realiza el cálculo del Análisis de Precio Unitario. En caso de una duda el grupo debe solicitar el juicio de los expertos (en este caso el docente funge como guía del proceso de aprendizaje).

3. Ahora, se les invita a emitir un reporte final de costo directo de construir una cantidad unitaria de la actividad de obra y realizar unas conclusiones a partir del problema solucionado, definiendo los aspectos que consideró relevantes y donde tuvo más dificultades y por qué. Compare su actividad con el de sus compañeros e identifique coincidencias o diferencias si las hay.

¿Considera usted que aprendió a calcular un Análisis de Precio Unitario (APU) para una columna estructural. Si o no y porque?

Asignatura: PROGRAMACION Y PRESUPUESTO DE OBRAS
Número máximo de integrantes por grupo (mínimo 3 y máximo 4 personas)

Integrantes:

Análisis de Precios Unitarios: Taller de cálculo del valor del precio unitario por metro cubico de una zapata.

1. Ustedes hacen parte del grupo programador y presupuestador de una empresa de construcción inmobiliaria y les ha sido asignado un proyecto de construcción de una edificación cuya estructura está diseñada en un sistema aporticado, se debe calcular el valor del precio unitario de las cantidades de acero y concreto necesarios de la zapata aislada en concreto armado de acuerdo a los planos y especificaciones producto del diseño estructural anexo al problema.

La siguiente Información base, está disponible para que sea revisada por el presupuestador y se decida por su parte cual es la información relevante para aportar a la solución del problema:

- Información sobre el marco referencial del proceso constructivo de una zapata.
- Registro fotográfico (planos) del proceso constructivo de una zapata.
- Relación de video en la web con el proceso constructivo de una zapata.
https://www.youtube.com/watch?v=fSsIJ_je3Sw

2. A partir de los conceptos obtenidos en el material de apoyo proceda a generar el listado de insumos correspondientes para calcular las cantidades necesarias para construir un metro cubico de Zapata.

NOTA: En los planos de diseño (documento anexo), se encuentran las dimensiones y características de la zapata.

Luego de haber identificado todos los insumos involucrados en la actividad anterior, a modo de facilitar su actividad, proceda a hacer uso de la herramienta tipo aplicativo para calcular las cantidades y realiza el cálculo del Análisis de Precio Unitario. En caso de una duda el grupo debe solicitar el juicio de los expertos (en este caso el docente funge como guía del proceso de aprendizaje).

3. Ahora, se les invita a emitir un reporte final de costo directo de construir una cantidad unitaria de la actividad de obra y realizar unas conclusiones a partir del problema solucionado, definiendo los aspectos que consideró relevantes y donde tuvo más dificultades y por qué. Compare su actividad con el de sus compañeros e identifique coincidencias o diferencias si las hay.

¿Considera usted que aprendió a calcular un Análisis de Precio Unitario (APU) para una Zapata estructural. Si o no y porque?

Asignatura: PROGRAMACION Y PRESUPUESTO DE OBRAS
Número máximo de integrantes por grupo (mínimo 3 y máximo 4 personas)

Integrantes:

Análisis de Precios Unitarios: Taller de cálculo del valor del precio unitario por metro cubico de una mezcla en concreto.

1. Ustedes hacen parte del grupo programador y presupuestador de una empresa de construcción inmobiliaria y les ha sido asignado un proyecto de construcción de una edificación cuya estructura está diseñada en un sistema aporticado con placas macizas , se debe calcular el valor del precio unitario de las cantidades requeridas para la elaboración de un concreto 1:2:3 para una placa maciza de concreto reforzado, debe incluir los rendimientos y porcentajes de desperdicios de acuerdo a los planos y especificaciones producto del diseño estructural anexo al problema.

La siguiente Información base, está disponible para que sea revisada por el presupuestador y se decida por su parte cual es la información relevante para aportar a la solución del problema:

- Información sobre el marco referencial del proceso constructivo de un diseño de mezcla.
- Registro fotográfico (planos) del proceso constructivo de un diseño de mezcla.
- Relación de video en la web con el proceso constructivo de un diseño de mezcla.

<https://www.youtube.com/watch?v=7NwJqJpZSIA>

2. A partir de los conceptos obtenidos en el material de apoyo proceda a generar el listado de insumos correspondientes para calcular las cantidades necesarias para construir un metro cubico de placa maciza.

Luego de haber identificado todos los insumos involucrados en la actividad anterior, a modo de facilitar su actividad, proceda a hacer uso de la herramienta tipo aplicativo para calcular las cantidades y realiza el cálculo del Análisis de Precio Unitario. En caso de una duda el grupo debe solicitar el juicio de los expertos (en este caso el docente funge como guía del proceso de aprendizaje).

3. Ahora, se les invita a emitir un reporte final de costo directo de construir una cantidad unitaria de la actividad de obra y realizar unas conclusiones a partir del problema solucionado, definiendo los aspectos que consideró relevantes y donde tuvo más dificultades y por qué. Compare su actividad con el de sus compañeros e identifique coincidencias o diferencias si las hay.

¿Considera usted que aprendió a calcular un Análisis de Precio Unitario (APU) para un diseño de mezcla de concreto. Si o no y porque?

9.3 ENCUESTA

Se realizó una encuesta con los estudiantes que se encuentran actualmente cursando la asignatura de programación y presupuesto de obra la cual desarrollaron los ejercicios planteados en este proyecto. La encuesta contenía las siguientes preguntas:

Curso Programación y Presupuesto de Obras NRC: _____

Número de estudiantes _____

Fecha: Año: _____ **mes:** _____ **día:** _____

1. Haga un análisis de su proceso de aprendizaje a través de la metodología ABP, es decir: qué tan efectiva considera que resultó ser esta metodología en su grado de apropiación de los conocimientos y desarrollo de habilidades y destrezas en lo que al APU se refiere.

2. ¿Fue necesario recurrir a otras fuentes de información para alcanzar la totalidad de conceptos e información que necesito para calcular el Análisis de Precios Unitarios de la actividad propuesta?

3. Califique esta metodología utilizando una (x) en los cuadros que esta al final de cada (ítem), el grado de utilidad o de funcionalidad del aplicativo de apoyo para el cálculo APU en cuanto a:

- ✓ Considera que la información base y las referencias para investigar tienen la debida relación. ¿Cree que fue la apropiada para resolver el problema?

EXCELENTE	BUENO	REGULAR	MALO

- ✓ ¿Qué tan eficiente fue el manejo del aplicativo que se presentó como apoyo para resolver el problema?

EXCELENTE	BUENO	REGULAR	MALO

- ✓ Los contenidos y conceptos fueron en su totalidad útiles; es decir abarcaron todos lo necesario para calcular el APU, con estos pudo adquirir conocimientos de importancia.

EXCELENTE	BUENO	REGULAR	MALO

- ✓ Que les pareció esta metodología utilizada para calcular APU.

EXCELENTE	BUENO	REGULAR	MALO

¿Qué sugerencias o apreciaciones considera relevantes sobre la metodología utilizada para calcular APU?

10. ANÁLISIS DE LA METODOLOGÍA ABP APLICADA EN LA ASIGNATURA PROGRAMACIÓN Y PRESUPUESTO DE OBRAS ESPECIFICAMENTE EN EL CALCULO DE APU.

Se puso en práctica el cuarto objetivo la cual donde se le presentó al docente de la asignatura Programación y Presupuesto de Obras con NRC 32305, los cinco problemas ABP formulados, el cual decidió implementar en práctica el problema de MAMPOSTERÍA.

Este taller se realizó el día 5 de septiembre del 2015 a las 11:00 AM en el aula F-202, el curso estaba formado por treinta y cinco (35) estudiantes en el cual solo asistieron 20 estudiantes, por lo que se recurrió a formar cuatro grupos de tres estudiantes y dos grupos de cuatro estudiantes. Con la compañía del docente de la asignatura y el director de la investigación; los cuales tomaron el papel de instructores y orientadores haciendo el papel de juicio de experto. Luego se dio inicio al taller y al final se hizo la encuesta la cual arrojó los siguientes datos para el respectivo análisis:

1. Análisis del proceso de aprendizaje de la metodología ABP por parte de los estudiantes:

Se concluye que los estudiantes mostraron interés por esta metodología, debido a que les pareció muy útil y didáctica hablaron de que tenía un enfoque más técnico, acertado y optimo, en algunos casos hablaron de ser una metodología completa, también aclararon de forma inconsciente al hacer una crítica; que con esta metodología se sintieron bloqueados, porque le surgieron una cantidad de dudas al momento de resolver el problema ABP.

- Por lo anterior se visualiza que es posible implementar la metodología ABP en la enseñanza de cálculos de APU, en la asignatura Programación y Presupuesto de Obras.
- El diseño de las situaciones “ejercicio del taller” cumplen con los criterios ABP, se pudo observar que los estudiantes tuvieron su grado de incertidumbre al momento de iniciar el problema, lo encontraron mal estructurado.
- Un porcentaje de estudiantes no interpretó la pregunta de la encuesta y se basó en hablar de la herramienta de apoyo (aplicativo en EXCEL).

2. Se consiguió que el estudiante hiciera uso de información no contenida en el material de apoyo (anexos o documentos de apoyo):

Otro factor importante fue que todos los grupos tuvieron que recurrir a investigar datos y material de apoyo para resolver el problema ABP, esto promueve la investigación de forma independiente por parte del estudiante incitándolo a ser más autónomo y autodidáctico que es otro factor que se quiere conseguir con esta metodología ABP.

3. Considera que la información base y las referencias para investigar tienen la debida relación. ¿Cree que fue la apropiada para resolver el problema?

La información fue calificada en su totalidad como bueno es decir; sirvió como apoyo relevante en la apropiación de conceptos para resolver el problema ABP.

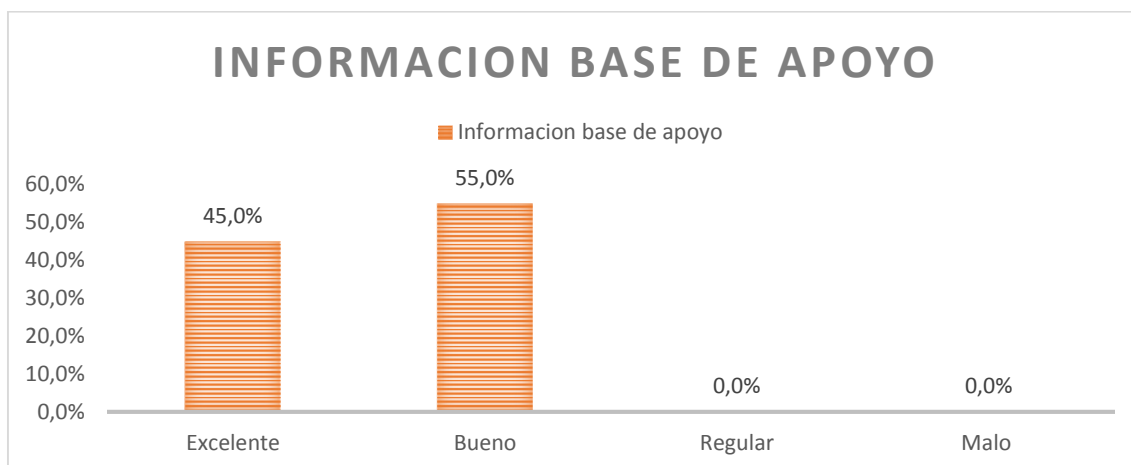


Gráfico 7 Calificación de la Información Base de Apoyo.

Del anterior grafico se puede observar que la información fue considera como excelente en un 45 % y como bueno en un 55 %, dejando claro que el material de apoyo fue útil y necesario para resolver problemas de ABP.

4. ¿Qué tan eficiente fue el manejo del aplicativo que se presentó como apoyo para resolver el problema?

Con el manejo de aplicativo hubo duda debido a la poca familiarización con esta; haber sido su primera interacción con dicho aplicativo, dejaron sugerencias buenas pero también hubo sugerencias sobre errores que ocurrieron en algunos casos por no haber leído el manual.

El aplicativo tuvo críticas en cuanto a su manejo, sobre todo al hablar de errores en las celdas; bloqueadas, y la inserción de la herramienta menor la cual no tiene costo en la base de datos, pero esto se hizo conscientemente, ya que este costo se estima por criterio de expertos.

En cuanto a la inserción de cantidades en la hoja de APU, hubo críticas pero es otro factor a tener en cuenta.

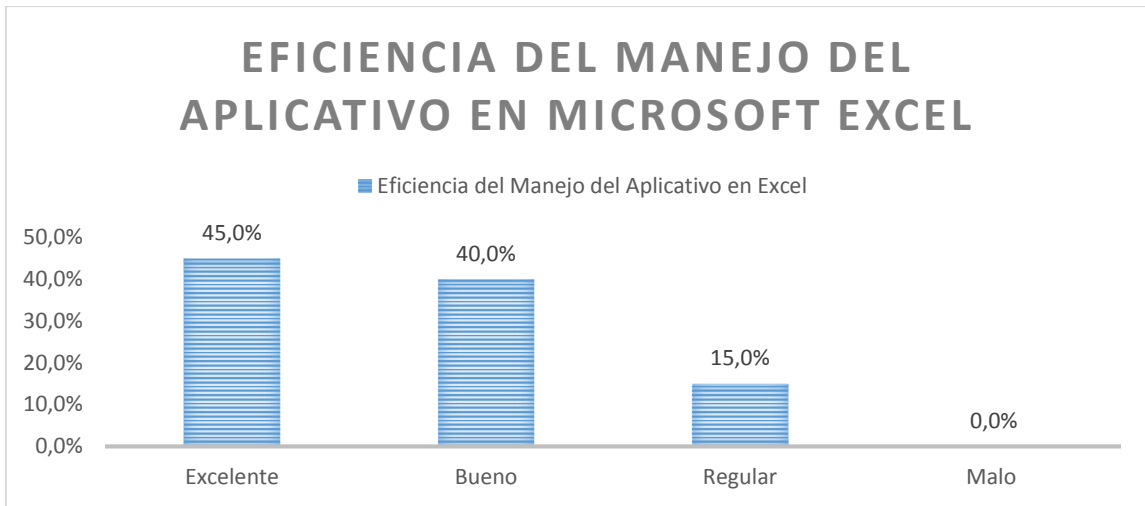


Gráfico 8 Calificación de la Eficiencia del manejo del Aplicativo en Microsoft Excel

La aceptación del aplicativo fue calificado como:
Excelente 45%, Bueno 40% y Regular 15%

5. ¿Con los contenidos pudo adquirir conocimiento de importancia acerca del cálculo de APU?

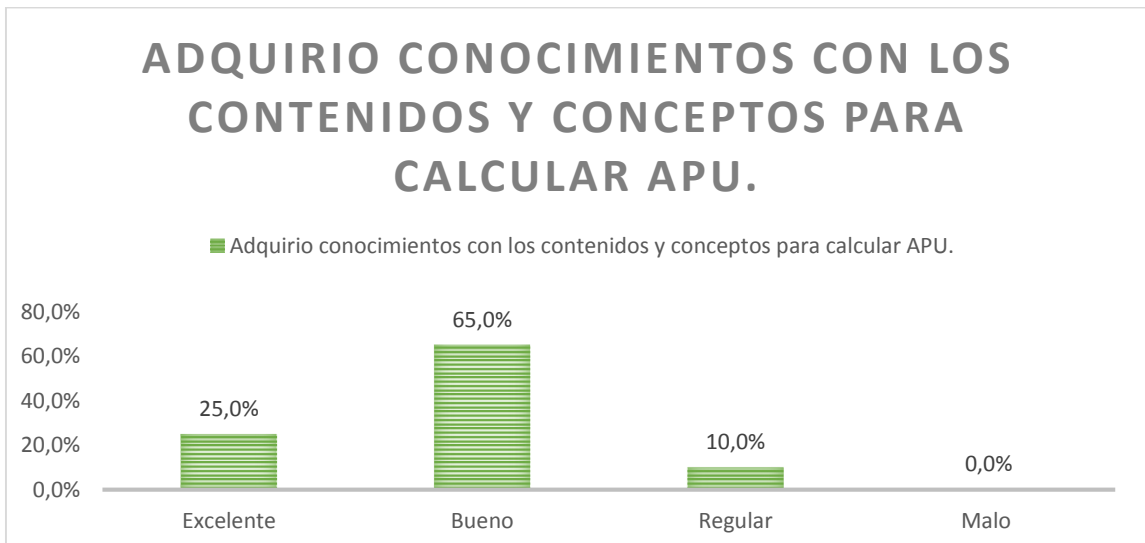


Gráfico 9 Importancia de los contenidos y Conceptos para calcular APU.

Los contenidos fueron tenidos en cuenta en su totalidad y aportaron conceptos en la solución del problema, calificándolos como Bueno.

6. ¿Qué les pareció esta metodología utilizada para calcular APU?

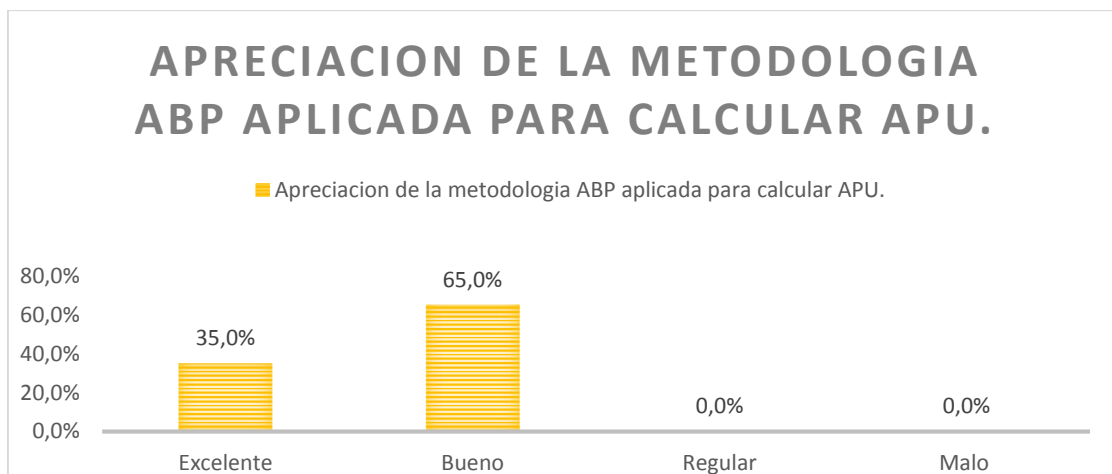


Gráfico 10 Apreciación de la metodología ABP aplicada para calcular APU.

La metodología fue calificada como bueno en su mayoría.

7. ¿Qué Sugerencias o apreciaciones considera relevantes sobre la metodología utilizada para calcular APU?

- Se pidió ampliar el aplicativo, diseñar un botón que permita eliminar un solo insumo, no todos a la vez.
- Ampliar las hojas de cálculo de cantidades para hacer de este algo más completo, mejorar la inserción de herramienta menor.
- Enlazar directamente la celda de cálculo de cantidades con la hoja de APU, decir que no tenga que ir a buscar la celda donde se hizo el cálculo de cantidad y llevarlos a la celda de cantidad que le corresponde al insumo insertado en la tabla de APU.

10. CONCLUSIONES

- Se concluyó que el ABP es una estrategia pedagógica centrada en situaciones concretas y específicas, la cual centra el aprendizaje de tal forma que toda la atención sea aplicada en situaciones concretas y puntuales pero usando situaciones reales con las cuales se va encontrar el estudiante al momento de ponerlas en prácticas en su vida profesional.
- Estas situaciones problémicas son exclusivamente dirigidas al análisis de precios unitarios (A.P.U), para el cálculo de sus actividades de obras, que se pueden encontrar en la ejecución de proyectos reales.
- Con esta estrategia de aprendizaje basada en problemas se busca implementar una forma de aprendizaje basado en situaciones reales, y afianzando de una forma los conceptos teóricos y compaginándolos con la realidad, poniendo en práctica lo teórico con lo práctico.
- Como propuesta acerca del aprendizaje basado en problemas se busca lograr una forma más didáctica de aprender de forma directa, aplicando los conceptos teóricos poniéndolos en práctica ante situaciones reales, y así cambiar los métodos de enseñanza tradicionales que solo se basan en conceptos teóricos y lineamientos de enseñanza rutinarios los cuales conservan siempre su estructura al momento de solucionar situaciones y problemas.
- Este aplicativo sirve como apoyo a la herramienta didáctica para facilitar al alumno a la solución de problemas de cálculos de APU, contiene un uso de Excel avanzado, pero solo respalda las situaciones problemáticas y el alumno es quien toma decisiones para solucionar dicho problema.
- Con esta estrategia se busca que el docente sea el guía, tutor y sirva de apoyo al estudiante llevándolo por el camino de la solución del problema, pero dejando que el estudiante sea el protagonista en el problema, pero conservando los conceptos teóricos impartidos por el docente.
- Se concluye que al momento de hacer un Análisis de Precios Unitarios "APU" se viven situaciones propias del proyecto en donde se exige al máximo la interpretación de las situaciones y factores que afectan el cálculo de cantidades y rendimientos que por un motivo u otro cambian los costos, para esto se concluye que una forma de aprender a calcular APU, es colocando al estudiante ante situaciones reales y concretas.
- Con la puesta en práctica se pudo concluir que si es eficiente el uso de esta estrategia de Aprendizaje Basado en Problemas en la asignatura de Programación y Presupuesto de Obras debido a que los estudiantes pudieron realizar a cabalidad todos los objetivos que exigía el problema

planteado en el taller, es decir mediante esta estrategia los estudiantes pudieron realizar el cálculo de APU, y a su juicio consideraron que el estrategia les aportaba aprendizaje y los motivo a investigar considerando la efectividad de esta.

- Los estudiantes asimilaron bien el proceso y pudieron realizar el problema con el grado de dificultad que se exigía sin exceder al máximo y hacer de esta metodología algo compleja que se saliera de los parámetros de resolución del problema con la cual no se pudiera usar como metodología de aprendizaje.
- La importancia de continuar investigando y solidificando esta estrategia de aprendizaje basada en problemas como herramienta de enseñanza de los contenidos y conceptos teóricos en la asignatura de programación y presupuesto de obra, debido al gran potencial que ofrece al momento de aplicarse; porque está centra el aprendizaje en situaciones reales concretas que se viven a diario, cabe resaltar que esta estrategia fue implementada en la ciencia de medicina dando excelentes resultados, como solución a algunas falencias que tenían los médicos al encontrarse en situaciones concretas, es de saber que los conocimientos se vienen a afianzar con la práctica y la experiencia vivida en prácticas reales, para eso se debe medir las capacidades del estudiante al encontrarse ante situaciones desconocidas y reales.

11. RECOMENDACIONES

- Se recomienda que a los docentes encargados de las asignaturas o cursos de programación y presupuestos que ajusten, actualicen y modifiquen las situaciones problemáticas para aplicar en el aula. Todo lo anterior, teniendo en cuenta los conceptos acerca de cómo se implementa la estrategia pedagógica del APB y teniendo como base el problema modelo planteado en la presente investigación.
- En el presente documento se establece una recopilación de información de los procesos constructivos típicos en una edificación, de los insumos necesarios para realizarlos, de las cantidades unitarias de dichos insumos, y toda una serie de datos que corresponden a la información base para que el alumno investigue por su propia cuenta. De esta forma, el docente guía o asesor en el proceso de aprendizaje cuando vaya a formular una nueva situación problemática basada en ABP, debe tener en cuenta que hay que suministrar toda la información necesaria para la solución del problema y adicionalmente estar dispuesto a guiar al alumno en la resolución de los mismos.
- Para el uso del aplicativo en Excel, se debe tener conocimiento de su funcionamiento:
- Para cargar los diferentes insumos en la hoja "APU", proceda a dar clic en los botones que se encuentran encima de cada tabla del APU, materiales, equipos, mano de obra, transporte. Automáticamente saldrá una ventana de búsqueda donde podrá escribir el insumo que desea insertar, dar clic en el botón buscar y se le cargará la lista de todos los insumos relacionados con su búsqueda, seleccione el insumo buscado haciendo clic sobre él, en la ventana de búsqueda, y dar clic en el botón insertar.
- Automáticamente se insertará el insumo con su respectiva unidad de pago, su valor unitario, descripción y el código de la base de datos, "insumos".
- Esta inserción se hará consecutivamente, si desea eliminar un insumo insertado en el APU recuerde borrar las celdas código, descripción, unidad y valor unitario, para que al momento de hacer otra inserción ocupe el espacio vacío y así pueda tener una lista más ordenada sin celdas vacías entre un insumo y otro.
- Las cantidades y rendimientos se insertan manualmente, de acuerdo al cálculo de sus cantidades y rendimientos.
- Las hojas mampostería, concretos y morteros, columnas, vigas, zapatas sirven como apoyo para el cálculo de las cantidades.
- La hoja de Cálculo de mampostería contiene un botón el cual le permite ir a la hoja tipos de ladrillos en donde se selecciona el tipo de ladrillo por

medio de una selección. En esa misma hoja “Tipos de Ladrillos encontrara un Botón “inicio” que lo devolverá a la hoja “calculo” de mampostería.

- La hoja “insumo” se podrá actualizar con más insumos en caso de que no encuentre el insumo, se hace manualmente.
- Actualizar la lista de precios de los insumos, y agregar los insumos necesarios para incluir en los presupuesto de nueva actividades de obra o procesos constructivos que se quieran resolver. En este caso se recomienda seguir las instrucciones de inclusión de nuevos insumos que requiere la base de datos que se encuentra en el aplicativo de Excel.
- Familiarizar más a los estudiantes con el uso del aplicativo, para facilitar más el manejo, debido a que hubo pequeños imprevistos en su uso, los cuales se ocasionaron debido a que nunca antes lo habían manejado.
- Mejorar algunos aspectos claves, en la implementación como hacer más completo el aplicativo.
- Se recomienda implementar está estrategia de aprendizaje de una forma pasiva en la complejidad de sus ejercicios al momento de ser implementada por primera vez debido a la poca familiaridad del estudiante con esta, es decir buscar la familiarización de tal modo que los estudiantes se puedan adaptar y acoplar de un modo correcto sin tener inconvenientes al momento de apropiarse de está; debido a la enseñanza pasiva a la que están acostumbrado durante toda su formación podrán ver está estrategia como algo complejo, para ello debe inducirse la estrategia de forma pasiva para finalmente lograr un clima de confianza y poder aumentar el nivel de complejidad en los problemas ABP.

12. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

1. Dirección de Investigación y Desarrollo Educativo, Vicerrectoría Académica, Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey. El Aprendizaje Basado en Problemas como Técnica Didáctica
2. “Metodología de Aprendizaje basado en solución de problemas-PBLM, Dr. Julio Vázquez Vargas, Dr. Moisés Barrantes Cabrera, Dr. Virgilio Rosell Vega. Proyecto Uní-Trujillo. Perú. 2000
3. Universidad de Navarra (2003). *El aprendizaje basado en problemas confiere a los alumnos mayor responsabilidad y capacidad para innovar*, Universidad Pública de Navarra.
4. Carrasco, J.B. *Estrategias de aprendizaje. Para aprender más y mejor*, Madrid: Rialp, 2004.
5. MEDINA RIVILLA, A. (1998) *Evaluación de los Procesos y resultados del aprendizaje Aprendizaje de los estudiantes*. Madrid: UNED.
6. Arboleda López, Sergio Andrés, *Presupuesto y Programación de Obras Civiles*. -- Medellín: Instituto Tecnológico Metropolitano, 2007.
7. Consuegra, Juan Guillermo, *Presupuestos de Construcción*. -- 2a.ed – Bogotá: Bhandar, 2002.
8. González Forero, Hernando, *El Presupuesto y su Control en un Proyecto Arquitectónico*. -- 2a.ed -- Bogotá: Ecoe Ediciones, 2006.
9. Project Management Institute, *A guide to the project management body of knowledge (PMBOK Guide)*. -- 5th.ed -- Newtown Square: Project Management Institute, c2013.
10. Martínez Guerrero, J. *La medida de estrategias de aprendizaje en estudiantes universitarios*, tesis doctoral, Madrid: Universidad Complutense de Madrid, 2005.
11. http://www.scielo.org.pe/scielo.php?pid=S172948272010000100002&script=sci_arttext
12. Curso Excel Avanzado – Capitulo 1-Grabar Macro. Dustin Hurtado. Recuperado de <https://www.youtube.com/watch?v=rFt3qJWkeQs>
13. Curso Excel Avanzado – Capitulo 2- Formularios. Dustin Hurtado. Recuperado de <https://www.youtube.com/watch?v=CM4SSfYA6zY>

14. Curso Excel Avanzado – Capitulo 3- Formularios en UserForm. Dustin Hurtado. Rcuperado de <https://www.youtube.com/watch?v=tjN8jnC7bo4>
15. Curso Excel Avanzado – Capitulo 4-Variable Numericas y MsgBox. Dustin Hurtado. Rcuperado de <https://www.youtube.com/watch?v=0odAs5FJvx4>

13. ANEXOS

MARCO DE REFERENCIAS DE PROCESOS CONSTRUCTIVOS

13.1. MORTEROS

Los morteros son mezclas plásticas aglomerantes, que resultan de la combinación de arena y agua con un cementante que puede ser cemento, cal, yeso, o una mezcla de estos materiales.

Clasificación de morteros:

El mortero es una mezcla de cemento o cal con arena y agua. Comúnmente, dependiendo de las características de la masa, se distinguen tres tipos de morteros:

El primero se compone de una mezcla de cemento y arena. Su principal ventaja respecto a otros tipos de argamasa es su gran resistencia y la rapidez con la que se seca y endurece. Sin embargo, como es poco flexible, es fácil que se resquebraje.

El mortero de cal, en el que se amasa este producto con arena, tiene la gran ventaja de que es fácil de aplicar, y es flexible y untuoso. No obstante, es menos resistente e impermeable que el mortero de cemento.

Asimismo, existe un mortero mixto compuesto por cemento, cal y arena que aún a las cualidades de los dos anteriores. Si en la masa se pone más cemento que cal será más resistente y si la cantidad de cal es mayor será más flexible. Tras conocer las características de cada una de las masas, será más fácil qué mezcla se va a emplear según el trabajo que vaya a realizar.

Morteros especiales:

- **Morteros de cemento-cola:** Son morteros fabricados con un conglomerante a base de mezclas de cemento de base Portland y resinas de origen orgánico. La relación agua / cemento expresada en peso, variará según el tipo de resina. Para la fabricación de estos morteros se utilizan arenas finas, las que pasen por un tamiz de 0,32 mm de luz de malla. Son morteros muy finos y de una gran adherencia. Se utilizan para la ejecución de alicatados y solados. Necesitan poca agua para su amasado y endurecen rápidamente.
- **Morteros con aditivos:** Se denominan de esta forma a aquellos morteros a los que se ha añadido una serie de productos de origen orgánico o inorgánico que pueden proporcionarles características especiales, tales como aire antes; fluidificantes, activadores o retardadores del fraguado, anticongelantes, hidrófugantes, etc. Así como lograr que sean expansivos u obtengan una coloración determinada.

- **Morteros ignífugos:** Son morteros que se emplean para revestir estructuras metálicas, formadas por elementos de acero, o cualquier otro elemento al que se le tenga que proporcionar resistencia al fuego. Actúan como protector del elemento sobre el que se aplica. Son morteros en los cuales se sustituye la arena, parcial o totalmente, por materiales resistentes al fuego, como puede ser el asbesto o amianto previamente preparado. Su aplicación deberá cumplir lo especificado en las normas.
- **Morteros refractarios:** Compuestos por cemento de aluminato de calcio y arena refractaria. Se emplean estos morteros para construir hornos, hogares y chimeneas, y como material de agarre para la unión de piezas refractarias. Es resistentes a altas temperaturas ya la agresión de los gases que se producen en las combustiones.
- **Morteros ligeros:** Generalmente se confeccionan estos morteros empleando arenas de machaqueo que proceden de pumitas, riolitas o liparitas, mezclándolas con áridos expandidos por calor, como por ejemplo la perlita, vermiculita, arcillas expandidas, etc.; con estas mezclas se obtienen morteros ligeros, de poca resistencia mecánica, pero de un gran aislamiento térmico. Se emplean en cubiertas planas para dar pendiente a los faldones.
- **Morteros sin finos (porosos):** Son morteros que se fabrican empleando sólo arenas que contengan la fracción gruesa, suprimiendo todos los tamaños de sus granos que pasan por el tamiz de 1,25 mm de luz de malla. La relación a/c es muy baja. Se caracterizan estos morteros por presentar, una vez endurecidos, una masa con muchos huecos (porosa). Se utilizan principalmente para la fabricación de piezas de mortero aligerado (de poco peso o densidad) y para pavimentos filtrantes.

Dosificación:

Generalmente las dosificaciones de los materiales componentes de los morteros se seleccionan de tablas que recomiendan las proporciones en volúmenes aparentes según el destino de los mismos. Aunque normalmente también estas tablas indican las cantidades de materiales en las unidades que se comercializan para producir un metro cúbico de mortero, estas varían según las características físicas de los materiales componentes, que pueden determinarse mediante ensayos sencillos.⁽¹⁾

¹ UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA, FACULTAT DE BELLES ARTS DE SANT CARLES, DEPARTAMENT DE CONSERVACIÓ I RESTAURACIÓ DE BÉNS CULTURALS, ESTUDIO Y CARACTERIZACIÓN DE MORTEROS COMPUESTOS, PARA SU APLICACIÓN EN INTERVENCIONES DE SELLADOS, REPOSICIONES Y RÉPLICAS, DE ELEMENTOS PÉTREOS ESCULTÓRICO-ORNAMENTALES. Tesis doctoral presentada per En XAVIER MAS i BARBERÀ, Dirigida per Na Maria Teresa Doménech Carbó i En José Luis Roig Salom, València 2006.

13.2. CONCRETO

El concreto es uno de los materiales de más uso en la construcción a nivel regional y mundial. Presenta dos características básicas que lo hacen diferente al resto de los materiales: en primer lugar, puede ser preparado al momento, ya sea por los mismos ingenieros de obra o en una planta de premezclado, debiendo en ambos casos conocer las cantidades de material a mezclar para obtener el concreto apropiado; y en segundo lugar, el concreto debe cumplir con los requisitos en dos estados, el fresco y el endurecido, en el primero básicamente de consistencia y cohesión, y en el segundo de resistencia y durabilidad.

El concreto comúnmente se conoce en el medio como un material de construcción que se diseña bajo normas específicas dependiendo del proyecto que se vaya a utilizar y con las características económicas para un determinado fin. (Molina, 1998).

El concreto se hace a base de diseños, con trabajos de ingeniería y por esta condición están sujetos a cambios y modificaciones para optimizarlo. Para su elaboración se deben tener en cuenta que este proceso implica el diseño, elaboración, colocación, curado y protección, de los cuales depende si este es concreto bueno o malo.

Características del concreto fresco y endurecido: suele llamársele así a la etapa del concreto que abarca, desde la mezcla de todos los materiales que lo integran, permaneciendo trabajable durante un tiempo, hasta que el concreto comienza a endurecer desarrollando la resistencia que soporta la estabilidad de las estructuras. Durante este periodo de tiempo el concreto debe ser colocado en su posición final, consolidado, terminado y curado adecuadamente.

Durante la etapa del concreto fresco se genera el proceso de hidratación, el cual consiste en la reacción del agua con el cemento formándose algunos compuestos químicos que ocasionan el proceso de endurecimiento de las mezclas y la generación de calor. Las reacciones químicas de este proceso son exotérmicas, generan calor en la pasta de cemento y en el concreto.

En el concreto recién mezclado debe ser plástico o semifluido y capaz de ser moldeado a mano. En una mezcla de concreto plástico todas las partículas de arena y grava quedan encerradas y en suspensión, la mezcla fluye como líquido viscoso, sin segregarse ni desmoronarse durante el transporte y colocación y cuando este endurece, se transforma una mezcla homogénea de todos los componentes. (Molina, 1998).

Durante la etapa del concreto fresco se puede identificar algunas características muy importantes en el comportamiento del concreto, tales como:

Sangrado: es la migración del agua hacia la superficie superior del concreto en estado fresco, provocada por el asentamiento de los materiales sólidos, este asentamiento es consecuencia del efecto combinado de la vibración durante la compactación y la gravedad es decir, el sangrado es un tipo de segregación en la que parte del agua de la mezcla tiende a subir a la superficie del concreto

recién colado, lo que puede ocasionar demasiada humedad en la capa superficial del concreto y si el agua queda atrapada entre elementos superpuestos del concreto, el resultado puede ser un concreto poroso, débil y poco durable. En algunas formas de colocación de concreto es recomendable que se presente el sangrado para facilitar el acabado del elemento.

Cohesión: representa la propiedad del concreto que describe la facilidad o dificultad que tiene la pasta de cemento y la mezcla con los agregados de atraerse para mantenerse como suspensión en el concreto, evitando así la disgregación de los materiales.

Segregación: separación de los materiales del concreto, provocada por falta de cohesión de la pasta de cemento con el resto de los componente de la mezcla, de tal modo que su distribución ya no es uniforme. Existen dos tipos de segregación, en el primero de ellos las partículas más gruesas tienden a desplazarse hacia fuera de la mezcla y en el segundo tipo se manifiesta una separación de la lechada de la mezcla.

Trabajabilidad: es una propiedad del concreto, asociada al grado de facilidad o dificultad con la que una mezcla de concreto puede ser mezclada, transportada, colocada y terminada (acabado final). Está condicionada al equipo que se utilice en las actividades de cada etapa, es decir: la trabajabilidad adecuada para el concreto masivo no es siempre suficiente cuando se trate de secciones delgadas de difícil acceso o con mucho acero de refuerzo.

Las mezclas secas y poco trabajables deberán consolidarse por medio de vibrado, pero en caso de mezclas fluidas puede no ser necesario el vibrado mecánico y solamente requerirse una consolidación por varillado.

Durante la etapa del concreto endurecido se pueden identificar algunas características importantes en el comportamiento del concreto, tales como:

Estado endurecido: se inicia después del fraguado final, el cual se determina con el penetrometro al presentar el concreto una resistencia a la penetración de 282 kg/cm^2

Resistencia: la resistencia de un material se define como la habilidad para resistir esfuerzos sin llegar a la falla. La resistencia del concreto es la propiedad más valorada por los ingenieros.

Resistencia a compresión: se puede definir como la máxima resistencia medida en un espécimen de concreto de carga axial. Generalmente se expresa en kilogramos por centímetro cuadrados (kg/cm^2) a la edad de 28 días y se le designa con el símbolo $f'c$. (2)

² [UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR, FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA, ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL]. ("DETERMINACION DE LA RESISTENCIA DEL CONCRETO A EDADES TEMPRANAS BAJO LA NORMA ASTM C 1074, EN VIVIENDAS DE CONCRETO COLADAS EN EL SITIO").(OSCAR ERNESTO AGUILAR BELTRÁN EDWIN ADIEL RODRÍGUEZ MEJÍA ,MARTÍN JOSÉ LEONEL SERMEÑO MONGE PARA OPTAR AL TÍTULO DE: INGENIERO CIVIL CIUDAD UNIVERSITARIA, JULIO DE 2009 CONCRETO A EDADES TEMPRANAS BAJO LA NORMA ASTM C 1074, EN VIVIENDAS DE CONCRETO COLADAS EN EL SITIO" PRESENTADO POR: OSCAR ERNESTO AGUILAR BELTRÁN EDWIN ADIEL RODRÍGUEZ MEJÍA MARTÍN JOSÉ LEONEL SERMEÑO MONGE PARA OPTAR AL TÍTULO DE: INGENIERO CIVIL CIUDAD UNIVERSITARIA, JULIO DE 2009.

Durabilidad: la durabilidad de un material es el atributo que lo identifica con el tiempo que puede prestar el servicio requerido en forma satisfactoria. La durabilidad del concreto hecho con cemento portland se define como su habilidad para resistir las acciones de intemperismo. Un concreto será durable si mantiene su forma original, calidad y servicio cuando es expuesto a su medio ambiente. ⁽²⁾.

DISEÑO Y PROPORCIONAMIENTO DE MEZCLAS DE CONCRETO NORMAL

El proceso de determinación de las características requeridas del concreto y que se pueden especificar se llama diseño de mezcla. Las características pueden incluir: (1) propiedades del concreto fresco, (2) propiedades mecánicas del concreto endurecido y (3) la inclusión, exclusión o límites de ingredientes específicos. El diseño de la mezcla lleva al desarrollo de la especificación del concreto.

El proporcionamiento (dosificación) de la mezcla se refiere al proceso de determinación de las cantidades de los ingredientes del concreto, usando materiales locales, para que se logren las características especificadas. Un concreto adecuadamente proporcionado debe presentar las siguientes cualidades:

- Trabajabilidad aceptable del concreto fresco.
- Durabilidad, resistencia y apariencia uniforme del concreto endurecido.
- Economía.

Es importante el entendimiento de los principios básicos del diseño de mezclas, tales como los cálculos usados para establecer las proporciones de la mezcla. Las cualidades citadas anteriormente se pueden alcanzar en las construcciones en concreto sólo con la selección adecuada de los materiales y de las características de la mezcla. ⁽³⁾

SELECCIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS DE LAS MEZCLA

Antes que se pueda determinar las proporciones de la mezcla, se selecciona sus características considerando el uso que se propone dar al concreto, las condiciones de exposición, tamaño y forma de los elementos y las propiedades físicas del concreto (tales como resistencia a la congelación y resistencia mecánica) requeridas para la estructura. Las características deben reflejar las necesidades de la estructura, por ejemplo se deben especificar los métodos de ensayos apropiados. ⁽³⁾

² [UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR, FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA, ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL].("DETERMINACION DE LA RESISTENCIA DEL CONCRETO A EDADES TEMPRANAS BAJO LA NORMA ASTM C 1074, EN VIVIENDAS DE CONCRETO COLADAS EN EL SITIO").(OSCAR ERNESTO AGUILAR BELTRÁN EDWIN ADIEL RODRÍGUEZ MEJÍA ,MARTÍN JOSÉ LEONEL SERMEÑO MONGE PARA OPTAR AL TÍTULO DE: INGENIERO CIVIL CIUDAD UNIVERSITARIA, JULIO DE 2009 CONCRETO A EDADES TEMPRANAS BAJO LA NORMA ASTM C 1074, EN VIVIENDAS DE CONCRETO COLADAS EN EL SITIO" PRESENTADO POR: OSCAR ERNESTO AGUILAR BELTRÁN EDWIN ADIEL RODRÍGUEZ MEJÍA MARTÍN JOSÉ LEONEL SERMEÑO MONGE PARA OPTAR AL TÍTULO DE: INGENIERO CIVIL CIUDAD UNIVERSITARIA, JULIO DE 2009.

³ DISEÑO Y CONTROL DE MEZCLAS DE CONCRETO, STEVEN H. KOSMATKA, BEATRIX KERKHOFF, WILLIAM C. PANARESE, Y JUSSARA TANESI, CAPÍTULO 9.

Después que se hayan elegido las características, se puede proporcionar (dosificar) la mezcla a partir de datos de campo o de laboratorio. Como la mayoría de las propiedades deseadas en el concreto endurecido depende principalmente de la calidad de la pasta cementante, la primera etapa para el proporcionamiento del concreto es la elección de la relación agua-material cementante (ligante) apropiada para la resistencia y durabilidad necesarias. Las mezclas de concreto se deben mantener lo más sencillas posible, pues un número excesivo de ingredientes normalmente dificulta el control del concreto.

RELACIÓN ENTRE RESISTENCIA Y RELACIÓN AGUA - MATERIAL CEMENTANTE

La resistencia (compresión o flexión) es el indicador de la calidad del concreto más universalmente utilizado. A pesar de ser una característica importante, otras propiedades, tales como durabilidad, permeabilidad y resistencia al desgaste se reconocen hoy en día como de igual importancia o, en algunos casos, de mayor importancia, especialmente cuando se considera la vida útil de la estructura. Dentro del rango normal de resistencias usadas en la construcción del concreto, la resistencia es inversamente proporcional a la relación agua-cemento o agua material cementante (ligante). Para concretos totalmente compactados, producidos con agregados limpios y sanos, la resistencia y otras propiedades requeridas del concreto, bajo condiciones de obra, se gobiernan por la cantidad del agua de mezcla usada por unidad de cemento o material cementante (Abrams 1998).

La resistencia de la pasta cementante en el concreto depende de la calidad y de la cantidad de componentes reactivos en la pasta y de su grado de hidratación. El concreto se vuelve más resistente con el tiempo siempre que la temperatura y la humedad disponible sean adecuadas. Por lo tanto, la resistencia en cualquier edad es función tanto de la relación agua - material cementante original y del grado de hidratación del material cementante. La importancia del curado temprano y minucioso se reconoce fácilmente.

La diferencia en la resistencia del concreto para una dada relación agua-cemento puede resultar de: (1) cambios del tamaño, granulometría, textura superficial, forma, resistencia y rigidez del agregado, (2) diferencias en los tipos y fuentes de material cementante, (3) contenido de aire incluido (incorporado), (4) la presencia de aditivos y (5) duración del curado.

RESISTENCIA

La resistencia a compresión específica (características), f'_c a los 28 días, es la resistencia que el promedio de cualquier conjunto de tres ensayos consecutivos de resistencia debe lograr o superar. El ACI 318 requiere que el f'_c sea, por lo menos, 180 kg/cm² o 17.5 MPa (2500 lb/pulg²). Ninguna prueba individual (promedio de dos cilindros) puede tener resistencia de 36 kg/cm² o 3.5 MPa (500 lb/pulg²) inferior a la resistencia especificada. Los especímenes (probetas) se deben curar bajo las condiciones de laboratorio para una determinada clase de concreto (ACI 318). Algunas especificaciones permiten rangos alternativos.

El promedio de resistencia (resistencia media) debe ser igual a la resistencia específica más una tolerancia que lleva en consideración las variaciones de los materiales, de los métodos de mezclado, del transporte y coloración del concreto y variaciones en la producción, curado y ensayo de probetas cilíndricas de concreto. La resistencia media, que es mayor que f'_c se llama f'_{cr} , y es la resistencia requerida en el diseño de la mezcla.

En proyectos de pavimentos, la resistencia a flexión se usa, algunas veces, en lugar de la resistencia a compresión. Sin embargo, la resistencia a flexión se evita debido a su gran variabilidad.

RELACIÓN AGUA-MATERIAL CEMENTANTE

La relación agua-material cementante (ligante) es simplemente la masa del agua dividida por la masa del material cementante (cemento portland, cemento adicionado, ceniza volante, escoria, humo de sílice y puzolanas naturales). La relación agua-material cementante elegida para un diseño de mezcla debe ser el menor valor necesario para resistir a las condiciones de exposición anticipadas.

Las tablas 9-1 y 9-2 muestran los requisitos para varias condiciones de exposición.

Cuando la durabilidad no es el factor que gobierne, la elección de la relación agua-material cementante se debe basar en los requisitos de resistencia a compresión. En estos casos, la relación agua-material cementante y las proporciones de la mezcla para la resistencia requerida se deben basar en datos de campo adecuados o en mezclas de prueba que empleen los materiales de la obra, a fin de que se determine la relación entre la resistencia y la relación agua-material cementante (ligante).

Tabla 2 Relación Agua-Material Cementante Máxima y Resistencia de Diseño Mínima para Varias Condiciones de Exposición

Condición de exposición.	Relación agua-material cementante máxima por masa de concreto.	Resistencia a compresión de diseño mínima f'_c kg/cm² (MPa) [lb/pulg²]
Concreto protegido de la exposición a congelación-deshielo, de la aplicación de sales de deshielo o de sustancias agresivas.	Elija la relación agua-material cementante basándose en la resistencia, Trabajabilidad y requisitos de acabado (terminación superficial).	Elija la resistencia basándose en los requisitos estructurales.
Concreto que se pretende que tenga baja permeabilidad cuando sea expuesto al agua.	0.50	280 (28) [4000]

Concreto expuesto a congelación-deshielo en la condición húmeda y a descongelantes	0.45	320 (31) [4500]
Para protección contra la corrosión del refuerzo (armadura) del concreto expuesto a cloruro de las sales descongelantes, agua salobre, agua del mar o rociado de estas fuentes.	0.40	350 (35) [5000]

[DISEÑO Y CONTROL DE MEZCLAS DE CONCRETO, STEVEN H. KOSMATKA, BEATRIX KERKHOFF, WILLIAM C. PANARESE, Y JUSSARA TANESI]. (© 2004 Portland Cement Association). (CAPÍTULO 9). (Tabla 9-1.)

En el diseño de mezclas, la relación agua-material cementante, a/mc , se usa frecuentemente como sinónimo de la relación agua-cemento (a/c). Sin embargo, algunas especificaciones diferencian las dos relaciones. Tradicionalmente, la relación agua-cemento se refiere a la relación agua-cemento portland o agua-cemento adicionada.

Tabla 3 (Métrica) Dependencia entre la Relación Agua-Material Cementante y la Resistencia a Compresión del Concreto.

Resistencia a Compresión a los 28 días, kg/cm ² (MPa)	Relación agua-material cementante en masa	
	Concreto sin aire incluido	Concreto con aire incluido
450 (45)	0.38	0.31
400 (40)	0.43	0.34
350 (35)	0.48	0.40
300 (30)	0.55	0.46
250 (25)	0.62	0.53
200 (20)	0.70	0.61
150 (15)	0.80	0.72

DISEÑO Y CONTROL DE MEZCLAS DE CONCRETO, STEVEN H. KOSMATKA, BEATRIX KERKHOFF, WILLIAM C. PANARESE, Y JUSSARA TANESI]. (© 2004 Portland Cement Association). (CAPÍTULO 9). (Tabla 9-3). (Métrica)

Tabla 4 (Unidades en pulgadas-libras) Dependencia entre la Relación Agua-Material Cementante y la Resistencia a Compresión del Concreto.

Resistencia a Compresión a los 28 días, lb/pulg ²	Relación agua-material cementante en masa	
	Concreto sin aire incluido	Concreto con aire incluido
7000	0.33
6000	0.41	0.32
5000	0.48	0.40
4000	0.57	0.48
3000	0.68	0.59
2000	0.82	0.74

DISEÑO Y CONTROL DE MEZCLAS DE CONCRETO, STEVEN H. KOSMATKA, BEATRIX KERKHOFF, WILLIAM C. PANARESE, Y JUSSARA TANESI]. (© 2004 Portland Cement Association). (CAPÍTULO 9). (Tabla 9-3). (Unidades en Pulgadas-Libras).

AGREGADOS

Dos características de los agregados tiene una influencia importante en el proporcionamiento (dosificación) de las mezclas de concreto porque afectan la Trabajabilidad del concreto fresco:

Granulometría (tamaño y distribución de las partículas)

Naturaleza de las partículas (forma, porosidad, textura superficial)

La granulometría es importante para que se logre una mezcla económica, pues afecta la cantidad de concreto que se puede producir para una dada cantidad de material cementante y agua. Los agregados gruesos deben tener el mayor tamaño máximo posible para las condiciones de la obra. El tamaño máximo que se puede usar depende de factores tales como la forma del elemento de concreto que se va a fundir, la cantidad y la distribución del acero de refuerzo (armadura) en el elemento y el espesor de la losa. La granulometría también influye en la Trabajabilidad y la facilidad de colocación del concreto. Algunas veces, hay carencia del tamaño mediano, cerca del 9.5 mm (3/8 pulg.), en el suministro de agregado. Esto puede resultar en un concreto con alta contracción, demanda elevada de agua y baja Trabajabilidad. Su durabilidad también se puede afectar. Hay muchas opciones para obtener una granulometría ideal del agregado (Shilstone 1990).

El tamaño máximo del agregado grueso no debe exceder un quinto de la menor dimensión entre los lados de las cimbras (encofrados, formaletas), ni tampoco, tres cuartos la distancia libre entre las varillas o cables de refuerzo individual, paquetes de varillas o tendones o ductos de presfuerzos (pretensado, presforzado, precombinado). También es una buena práctica limitar el tamaño

del agregado para que no supere tres cuartos del espacio libre entre el refuerzo y la cimbra. En losas sobre el terreno sin refuerzo, el tamaño máximo del agregado no debería exceder un tercio del espesor de la losa. Se puede usar tamaños menores cuando la disponibilidad o alguna consideración económica lo requieran.

La cantidad de agua de mezcla necesaria para producir un volumen unitario de concreto, para un dado revenimiento (asentamiento), depende de la forma, del tamaño máximo y de la cantidad de agregado grueso. Los tamaños mayores minimizan los requisitos de agua y, por lo tanto, permiten la disminución del contenido de cemento. Un agregado redondeado requiere menos agua de mezcla que un agregado triturado, en concretos con el mismo revenimiento.

El tamaño máximo del agregado grueso que producirá el concreto con la mayor resistencia, para un dado contenido de cemento, depende de la fuente del agregado, bien como de su forma y granulometría. En el concreto de alta resistencia (mayor que 700 kg/cm² o 70 MPa [10,000 lb/pulg²]), el tamaño máximo es cerca de 19 mm (3/4 pulg). Las resistencias más elevadas también se pueden lograr con el empleo de piedra triturada en vez de grava redondeada. La granulometría más deseada para el agregado fino dependerá del tipo de obra, del contenido de pasta de la mezcla y del tamaño máximo del agregado grueso. En mezclas más pobres, se desea una granulometría fina (módulo de finura más bajo) para lograr una buena Trabajabilidad. En mezclas más ricas, se usa granulometría más gruesa (mayor módulo de finura) para aumentar la economía. En algunas áreas, los cloruros químicamente adheridos al agregado pueden dificultar que el concreto cumpla con los límites del ACI 318 u otras especificaciones. Sin embargo, parte o hasta incluso todos los cloruros en los agregados pueden no estar disponibles para la corrosión del acero de refuerzo y, por lo tanto, aquellos cloruros se deben ignorar. La ASTM PS118 (será redesignada como ASTM C 1500), ensayo Soxhlet de cloruro extraído, se puede usar para la evaluación de los cloruros disponibles en el agregado. El ACI 222.1 también presenta una orientación.

El volumen de agregado grueso se puede determinar a través de la siguiente tabla. Estos volúmenes se basan en agregados en la condición varillados (compactados) en seco, conforme se describe en ASTM C 29 (AASHTO T 19), COVENIN 0263, IRAM 1548, NMX-C-073, NTC 92, NTP 400.017 y UNIT-NM 45. Se los eligen a través de relaciones empíricas con un grado de Trabajabilidad adecuado para la construcción de concreto reforzado (armado) en general.

Tabla 5 Agregados

Tamaño máximo nominal del agregado mm (pulg.)	Volumen del agregado grueso varillado (compactado) en seco por volumen unitario de concreto para diferentes módulos de finura de agregado fino.			
	2.40	2.60	2.80	3.0
9.5 (3/8)	0.50	0.48	0.46	0.44
12.5 (1/2)	0.59	0.57	0.55	0.53
19.00 (3/4)	0.66	0.64	0.62	0.60
25.00 (1)	0.71	0.69	0.67	0.65
37.5 (1 ½)	0.75	0.73	0.71	0.69
50 (2)	0.78	0.76	0.74	0.72
75 (3)	0.82	0.80	0.78	0.76
150 (6)	0.87	0.85	0.83	0.81

DISEÑO Y CONTROL DE MEZCLAS DE CONCRETO, STEVEN H. KOSMATKA, BEATRIX KERKHOFF, WILLIAM C. PANARESE, Y JUSSARA TANESIJ. (© 2004 Portland Cement Association). (CAPÍTULO 9). (Tabla 9-4.)

Para concretos menos trabajables, tales como los necesarios en la construcción de pavimentos, el volumen de agregado se puede aumentar en cerca de 10%. Para concretos más trabajables, tales como los necesarios para el bombeo, el volumen se puede reducir en hasta 10%.

REVENIMIENTO (ASENTAMIENTO)

Siempre se debe producir el concreto para que tenga Trabajabilidad, consistencia y plasticidad adecuadas con las condiciones de la obra. La Trabajabilidad es la medida de facilidad o de la dificultad de colocación, consolidación y acabado (terminación, superficial) del concreto. La consistencia es la capacidad del concreto de fluir. Plasticidad es la facilidad de moldeado del concreto. Si se usa más agregado en el concreto o si se adiciona menos agua, la mezcla se vuelve más rígida (menos plástica y menos trabajable) y difícil de moldearse. Ni las mezclas muy secas y desmoronables, ni las muy aguadas y fluidas se pueden considerar plásticas.

El ensayo de revenimiento (asentamiento) se usa para medir la consistencia del concreto. Para una dada proporción de cemento y agregado, sin aditivos, cuanto mayor el revenimiento, más húmeda es la mezcla. El revenimiento es un indicador de Trabajabilidad cuando se evalúan mezclas similares. Sin embargo, no se le debe utilizar para comparar mezclas de proporciones totalmente

diferentes. Si se lo usan en diferentes revolturas (bachadas, amasadas, pastones) del mismo diseño de mezcla, un cambio en el revenimiento indica un cambio en la consistencia y en las características de los materiales, de las proporciones de la mezcla, del contenido de agua, del mezclado, del tiempo del ensayo o de la propia prueba.

Son necesarios diferentes valores de revenimientos (asentamiento) para los varios tipos de construcción. Generalmente, se indica el revenimiento en la especificación de la obra como un rango, como de 50 a 100 mm (2 a 4 pulg.) o como un valor máximo que no se debe exceder. La ASTM C 94 e IRAM 1666 presentan en detalles las tolerancias para el revenimiento, un valor aproximado se puede elegir de la siguiente tabla para la consolidación mecánica del concreto. En el ajuste de la mezcla, se puede aumentar el revenimiento en cerca de 10 mm con la adición de 2 kg de agua por metro cúbico de concreto (1 pulgada con la adición de 10 libras por yarda cúbica de concreto).

Tabla 6 Revenimientos Recomendados para varios tipos de construcción

Construcción de Concreto	Revenimiento mm (Pulg.)	
	Máximo	Mínimo
Zapatas y muros de cimentación reforzado	75 (3)	25 (1)
Zapatas, cajones y muros de subestructuras sin refuerzo	75 (3)	25 (1)
Vigas y muros reforzados	100 (4)	25 (1)
Columnas de edificios	100 (4)	25 (1)
Pavimentos y losas	75 (3)	25 (1)
Concreto masivo	75 (3)	25 (1)

DISEÑO Y CONTROL DE MEZCLAS DE CONCRETO, STEVEN H. KOSMATKA, BEATRIX KERKHOFF, WILLIAM C. PANARESE, Y JUSSARA TANESIJ. (© 2004 Portland Cement Association). (CAPÍTULO 9). (Tabla 9-6.)

CONTENIDO DE AGUA

El contenido de agua se influencia por un gran número de factores: tamaño, forma y textura del agregado, revenimiento (asentamiento), relación agua-material cementante (ligante), contenido de agua, tipo y contenido de material cementante, aditivos y condiciones ambientales. Un aumento del contenido de aire y del tamaño del agregado, una reducción de la relación agua-material cementante y del revenimiento o el uso de agregados redondeados, de aditivos reductores de agua o de ceniza volante reducirá la demanda de agua. Por otro lado, el aumento de la temperatura, del contenido de cemento, del revenimiento (asentamiento), de la relación agua-cemento, de la angularidad del agregado y la disminución de la proporción entre el agregado grueso y el agregado fino aumentaran la demanda de agua.

PROPORCIONAMIENTO

El diseño de las mezclas de concreto involucran: (1) en el establecimiento de características específicas y (2) en la elección de proporciones disponibles para la producción del concreto con las propiedades requeridas y la mayor economía. Los métodos de proporcionamiento evolucionaron desde el método volumétrico arbitrario (1:2:3- cemento: arena: agregado grueso) a principios del siglo XX (Abrams 1918) hasta los métodos actuales de masa y volumen absoluto, descritos en el ACI.

Los métodos de proporcionamiento a través de masa son bastante sencillos y rápidos para estimar la proporción de la mezcla, usando una masa supuesta o conocida del concreto por unidad de volumen. El método del volumen absoluto es más preciso y envuelve el uso de las masas específicas relativas de todos los ingredientes para calcular el volumen absoluto que cada uno de ellos ocupará en una unidad de volumen de concreto. Una mezcla de concreto también se puede proporcionar por la experiencia de campo (datos estadísticos) o de mezclas de prueba.

MEDICIONES Y CÁLCULOS

Se deben realizar los ensayos de revenimiento (asentamiento), contenido de aire y temperatura en las mezclas de prueba, además de las siguientes mediciones y cálculos:

Masa Unitaria (Masa Volumétrica) y Rendimiento.

La masa unitaria (masa volumétrica) del concreto fresco se expresa en kilogramos por metro cúbicos (libras por yarda cúbicas). El rendimiento es el volumen del concreto fresco producido en una mezcla, normalmente expresado en metros cúbicos (pies cúbicos). El rendimiento se calcula dividiendo la masa total de la revoltura por la masa unitaria del concreto fresco.

Volumen Absoluto.

El volumen absoluto del material granular (tales como cemento y agregados) es el volumen de la materia sólida en las partículas y no incluye el volumen de los vacíos de aire entre ellas. El volumen (rendimiento) del concreto fresco es igual a la suma de los volúmenes absolutos de sus ingredientes – materiales cementantes, agua (exclusive el agua absorbida en los agregados), agregados, aditivos cuando se los utiliza y aire. El volumen absoluto se calcula a partir de la masa de los materiales y las masas específicas relativas (densidad relativa), como sigue:

$$= \frac{\text{masa de material suelto}}{\text{masa específica relativa del material} \times \text{densidad del agua}}$$

Se puede usar un valor de 3.15 para la masa específica relativa del cemento portland. Los cementos adicionados (mezclas) tienen una masa específica relativa que varía de 2.90 a 3.5. La masa específica relativa de la ceniza volante varía de 1.9 a 2.8, de la escoria de 2.85 a 2.95 y del humo de sílice de 2.20 a

2.25. La masa específica relativa del agua es 1.0 y la densidad del agua es 1000 kg/m³ (62.4 lb/pies³) a 4°C (39°F)- suficientemente preciso para los cálculos de la mezcla a la temperatura ambiente. La masa específica relativa del agregado normal, habitualmente varía entre 2.4 y 2.9.

La masa específica relativa de los agregados que se usa en los cálculos de diseño de la mezcla puede ser la masa específica relativa tanto en la condición saturada con superficie seca (SSS) como también en la condición seca en el horno. Las masas específicas relativas de los aditivos, tales como los reductores de agua, también se pueden considerar si es necesario. El volumen absoluto normalmente se expresa en metros cúbicos (yardas cúbicas).

El volumen absoluto del aire en el concreto, expresado en metros cúbicos por metros cúbicos (yardas cúbicas por yardas cúbicas), es igual al contenido total de aire en porcentaje dividido por 100 (por ejemplo, 7% ÷ 100) y multiplicado por el volumen del concreto de la revoltura (bachada, pastón).

El volumen del concreto en la revoltura se puede determinar por dos métodos: (1) si las masas específicas relativas de los agregados y los materiales cementantes se conocen, se los pueden utilizar para calcular el volumen del concreto, (2) si no se conocen las masas específicas, o si varían, se puede calcular el volumen dividiéndose la masa total de los materiales en la mezcladora por la masa volumétrica del concreto. En algunos casos, se realizan las dos determinaciones, una para verificar la otra. ⁽³⁾

13.3. MAMPOSTERIA

La mampostería es la unión de bloques o ladrillos de arcilla o de concreto con un mortero para conformar sistemas monolíticos tipo muro, que pueden resistir acciones producidas por las cargas de gravedad o las acciones de sismo o viento. En la actualidad, la mampostería se emplea en la construcción de viviendas tanto como unifamiliares como multifamiliares, siendo las estructuras más altas en este material del orden de cinco niveles, aunque existen algunos casos de mayor altura. También se emplea en la construcción de muros de contención, así como en muros de ornamentación, de división y en la construcción de cimientos, chimeneas, etc. La mampostería puede ser de piedras naturales (areniscas, basaltos, mármol, etc.) o artificiales (arcillas, concreto, silicio calcáreo, etc.) y su presentación es diversa, por ejemplo al natural, en el caso de piedras, o en formas de tabiques y bloques, tanto macizos como huecos, en el caso de la arcilla y el concreto. ⁽⁴⁾

³ DISEÑO Y CONTROL DE MEZCLAS DE CONCRETO, STEVEN H. KOSMATKA, BEATRIX KERKHOFF, WILLIAM C. PANARESE, Y JUSSARA TANESI, CAPÍTULO 9.

⁴ [UNIVERSIDAD VERACRUZANA CAMPUS COATZACOALCOS, FACULTAD DE INGENIERÍA]. (PARAMETROS DE RESISTENCIA PARA ESTRUCTURAS DE MAMPOSTERIA). (PRESENTA: ROSA KARINA CUELLAR ZERTUCHE).

Mampostería estructural: La mampostería estructural es un sistema de ensamblaje de elementos pétreos unidos, de tal manera que este adquiera las características individuales de los elementos en forma razonable. Este sistema se considera de funcionamiento estructural monolítico, aunque sea la unión de dos elementos con características diferentes. Básicamente un muro de mampostería se puede considerar como un sistema monolítico, siempre y cuando las juntas de mortero estén en condiciones de transmitir de elemento a elemento, los esfuerzos generados bajo cualquier solicitación de carga, y que cada elemento esté en condiciones de resistir estos, sin fallar o deformarse considerablemente.

Clasificación de la mampostería estructural

Mampostería reforzada: Es la mampostería con refuerzo embebido en celdas rellenas, conformando un sistema monolítico. También tiene refuerzo horizontal cada cierto número de hiladas. El refuerzo se usa para resistir la totalidad de las fuerzas de tensión y ocasionalmente, para resistir los esfuerzos de compresión y cortante que no pueda resistir la mampostería simple.

Mampostería confinada: Es la mampostería con elementos de concreto reforzado (vigas y columnas de amarre), en su perímetro, vaciados después de construir el muro de mampostería simple. En nuestro medio, la mampostería confinada es la más común y con ella se construyen la mayor parte de las viviendas de 1 y dos pisos; se hace con bloques de arcilla cocidos de huecos horizontales, de resistencia mediana o con bloques de mortero, contruidos artesanalmente, de baja resistencia y poca estabilidad dimensional. Ya se usan bloques de concreto, fabricados con tecnología adecuada y que permiten obtener buenas resistencias y durabilidad.

Mampostería simple: Es el tipo de mampostería estructural sin refuerzo. Los esfuerzos dominantes son de compresión los cuales deben contrarrestar los esfuerzos de tensión producidos por las fuerzas horizontales. La NSR-10 las prohíbe explícitamente para las zonas de amenaza sísmica alta e intermedia. Por esta condición ya no se usan en nuestro medio.

Materiales de la mampostería

Todo sistema estructural está influenciado por las características de los materiales que lo constituyen, y la mampostería estructural no se escapa de esta condición. La mampostería estructural es de los que más dependen de las propiedades de sus componentes. Por esta razón, para hablar del comportamiento de la mampostería, primero debe conocerse las propiedades de sus componentes, para luego identificar porque ésta puede llegar a comportarse de cierta forma. Los materiales que se utilizan en la construcción de muros de mampostería estructural son: las unidades de la mampostería, el mortero de pega, el mortero de relleno y por lo general acero de refuerzo. El componente básico para la construcción de mampostería es la unidad o pieza que por su origen puede ser natural o artificial.

Unidades de mampostería La mampostería consiste generalmente de una masa solida producida por unidades separadas por un ligamento, que en la mayoría de los casos actuales corresponde a un mortero. A continuación se describen los principales materiales que pueden ser utilizados para su construcción.

Piedra natural Las unidades de piedra natural se utilizan sin labrar o labradas.

Piedra

En muchas de las culturas antiguas, la piedra fue el material más utilizado para la construcción, debido a su alta resistencia y abundancia en el medio. Sin embargo, debido a su peso excesivo, el transporte de este material en la antigüedad era muy difícil, lo cual obligo a las distintas sociedades a usar los recursos locales. Esto dio como resultado, una variedad de formas y detalles, que reflejaban las limitaciones y potenciales de los materiales disponibles.

Los elementos de piedra para su uso en construcción, en función de sus medidas, procedencia y estado de elaboración pueden ser clasificados en:

- **Sillares:** bloques de piedra cuyo peso y dimensiones exige la manipulación mediante dispositivos especiales de suspensión y asiento, tallados por una o más caras que pueden estar provistos o no de modulaciones.
- **Sillarejo:** diminutivo de sillar, pieza pequeña labradas toscamente y sin modulación u ornamentación, pero de forma prismática aproximadamente.
- **Mampuesto:** su mismo nombre lo indica “puesto a mano”. Corresponden a piedras cuyo peso es inferior a 25 kg. Por lo tanto, es posible su manipulación sin necesidad de recurrir a aparatos de suspensión, y cuya forma es irregular, a veces tal y como sale de la cantera. Sin desbaste ni talla.
- **Ripio:** conjunto de piedras de pequeño tamaño, muchas veces procedentes del desbaste de los mampuestos, que son utilizados para asentar, acuñar y estabilizar los mampuestos en las fábricas de piedra, operación que recibe el nombre de enripiar.
- **Chapa:** sillar de escaso espesor, destinado a encarar o revestir otras fábricas no pétreas, dándoles aspecto de sillería, artificio sumamente utilizado hoy en día ante la dificultad y precio de la sillería autentica, y como elemento protector de los materiales que conforman el muro ante los agentes atmosféricos.

Los siguientes tipos de mampostería de acuerdo con la forma en que ha sido labrada la piedra natural.

- **Mampostería de primera:** La piedra se labra en paralelepípedos regulares con su cara expuesta de forma rectangular. Las unidades de piedra de este tipo reciben el nombre de sillares.

- **Mampostería de segunda:** La piedra se labra en paralelepípedos de forma variable siguiendo la configuración natural con que llega de la cantera.
- **Mampostería de tercera:** La piedra se utiliza con la forma irregular con que llega de la cantera, aunque procurando que la cara expuesta sea aproximadamente plana.

Piezas artificiales

Existe una gran variedad de piezas de mampostería (piedras artificiales) que se utilizan en la construcción. Estas difieren entre sí tanto por la materia prima utilizada, como por las características geométricas de las piezas y por los procedimientos de fabricación empleados, las materias primas más comunes son: el barro, el concreto, con agregados normales o ligeros, y la arena con cal. A continuación se presentan algunas de las piezas artificiales que existen:

Adobe: es una forma bastante antigua de construcción y puede ser la base de algunas de las unidades que se fabrican actualmente. Estas unidades son piezas formadas con tierra arcillosa, mezclada con paja, arenas, estiércol u otro material, con forma paralelepípedo, elaborados a mano con la ayuda de un molde sencillo de madera (gradillas), compactados de forma manual y secados al sol, y de tal manera que sus dimensiones permitan su manejo con un solo brazo. De una forma intuitiva, se puede pensar en los adobes como en ladrillos, cuyos elementos constitutivos principales son arcilla o barro, arena y agua y que son secados al sol.

Ladrillo: es un mampuesto (puesto a mano) de forma octaédrica, fabricado con una gran variedad de materiales, tales como: el barro seco, la arcilla, la pizarra, la arcilla cocida, o la mezcla de estos.

Los ladrillos de arcilla pueden clasificarse en dos tipos:

Perforados: en los cuales el área neta es menor que el 75% del área bruta de la sección.

Sólidos o no perforados: en donde el área de las perforaciones es menor o igual al 25% del área de la sección bruta.

Las piedras artificiales que se utilizan con fines estructurales se clasifican en tabiques, bloques y tabicones, y deben tener las siguientes características:

Tabique: Elementos de forma prismática con arcillas comprimidas o extruidas, mediante un proceso de cocción o de otros materiales con procesos diferentes. Las dimensiones nominales mínimas deben ser 5 cm de alto, 10 cm de ancho y 19 cm de largo sin incluir la junta de albañilería.

Bloque: Elemento fabricado por moldeo del concreto y/o de otros materiales, puede ser macizo o hueco. Las dimensiones nominales de las piezas deben basarse en el módulo de 10 cm en múltiplos o submúltiplos, estando incluida la junta de albañilería de 1 cm de espesor. Sus dimensiones mínimas deben ser de

10 cm de altura, 10 cm de ancho y 30 cm de largo. Las dimensiones de la pared deben ser de 2.5 cm como mínimo.

Tabicón: Elemento fabricado de concreto u otros materiales. Las dimensiones nominales mínimas deben ser de 6 cm de alto, 10 cm de ancho y 24 cm de largo. Se incluye la junta de albañilería.

Imagen 1 Tabique

Imagen 1 Tabique



[Tabique rojo]. Archivos en línea recuperado en:

https://www.google.com.co/search?q=tabique&espv=2&biw=1366&bih=667&site=webhp&source=lnms&tbn=isch&sa=X&ved=0CAYQ_AUoAWoVChMlqNmcqObuxgIVB4wNCh2jKQaY#tbn=isch&q=tabique+de+construccion+medidas&imgrc=gvaw61gqfDkXDM%3A

Imagen 2 Bloque

Imagen 2 Bloque



[Bloque de hormigón]. Archivos en línea recuperada en:

https://www.google.com.co/search?q=bloque&espv=2&biw=1366&bih=667&site=webhp&source=lnms&tbn=isch&sa=X&ved=0CAYQ_AUoAWoVChMlurw7ObuxgIVwcyACh08OAZo#imgrc=TMly8eBw8Ya2MJM%3A

Imagen 3 Tabicón

Imagen 3 Tabicón



[Tabicón]. Archivos en línea recuperada en:



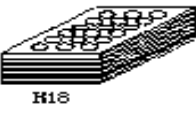
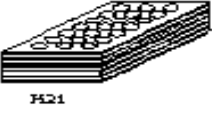
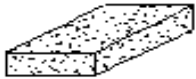
https://www.google.com.co/search?q=tabicon&espv=2&biw=1366&bih=667&site=webhp&source=lnms&tbn=isch&sa=X&ved=0CAYQ_AUoAWoVChMlwoDVpOfuxgIVC9WACH2ePQkL#imgrc=nelGWZ8YUk4X5M%3A

Uno de los materiales con mayor diversidad de usos, desde la antigüedad hasta nuestros días, es la mampostería y se define como un material compuesto, integrado por piezas naturales o moldeadas artificialmente, acopladas entre sí por un mortero adhesivo. Sus componentes han variado a largo del tiempo, desde rocas simples hasta las unidades industrializadas de arcilla y concreto, utilizándose ampliamente en la construcción de edificaciones.

El ladrillo es una pieza cerámica, generalmente octaédrica, obtenida por moldeo, secado y cocción a altas temperaturas de una pasta arcillosa, cuyas dimensiones suelen rondar 24 x 12 x 5 cm. Se emplea en albañilería para la ejecución de paredes, ya sean muros, tabiques, tabicones, etc.

Imagen 4 Tipos de ladrillos

Imagen 4 Tipos de ladrillos

Descripción	Dimensiones (cm)			Aplicación
	Ancho	Alto	Largo	
 H6	15	12	25	- muros no portantes
 H8	18	12	25	- muros no portantes
 H16	10	6	18	- muros no portantes - muros portantes
 H21	10	5	25	- muros no portantes - muros portantes
 Ladrillo macizo	10	4	23	- muros no portantes - muros portantes

[Mampostería de ladrillo]. (2010/02).Archivos en línea recuperado en:
<http://www.ingenierocivilinfo.com/2010/02/mamposteria-de-ladrillo.html>

Muros: Los muros son construidos de ladrillo macizo o ladrillo hueco ligados mediante mortero. Cuando los ladrillos tengan una misión estructural deberán ser colocados con algún tipo de aparejo que garantice la trabazón entre las piezas de ladrillo.

Los muros se pueden distinguir por su espesor y por la función que cumplen. En una estructura que no cuenta con columnas, los muros cumplen una función estructural, de tal forma que estos reciben y transmiten las cargas de toda la estructura hacia los cimientos corridos.

Muro Tabique: Tiene un espesor igual a 4 cm y es construido de ladrillo macizo ligados mediante yeso. Los tabiques no son aptos para soportar otras cargas más que su peso propio, generalmente se los usa como muros terminales en roperos empotrados.

Muro Soguilla: Tiene un espesor igual a 10 cm el cual puede ser construido de ladrillo macizo o industrial de acuerdo a lo especificado anteriormente. El uso del ladrillo industrial H6, H8 disminuye el peso de la estructura y abarata costos.

Muro Semicarga: Tiene un espesor igual a 18 cm, resultado de la combinación de muro soguilla y tabique. Son aptos para soportar cargas cuando son construidos de ladrillo gambota.

Muro Carga: Tienen un espesor igual a 25 cm, se los usa como muros portantes ya que estos son construidos con ladrillo macizo o industrial de acuerdo a lo especificado anteriormente.

Tipos de ladrillos:

Según su forma, los ladrillos se clasifican en:

- **Ladrillo macizo:** aquellos con menos de un 10% de perforaciones en la tabla. Algunos modelos presentan rebajes en dichas tablas y en las testas para ejecución de muros sin llagas.
- **Ladrillo tejar o manual:** simulan los antiguos ladrillos de fabricación artesanal, con apariencia tosca y caras rugosas. Tienen buenas propiedades ornamentales.
- **Ladrillo aplantillado:** aquel que tiene un perfil curvo, de forma que al colocar una hilada de ladrillo, generalmente a sardinel, conforman una moldura corrida. El nombre proviene de las plantillas que utilizaban los canteros para labrar las piedras, y que se utilizan para dar la citada forma al ladrillo.
- **Ladrillo hueco:** son aquellos que poseen perforaciones en el canto o en la testa que reducen el peso y el volumen del material empleado en ellos, facilitando su corte y manejo.

Mampostería confinada

Está conformada por muros construidos con ladrillos pegados con mortero confinados por sistemas de concreto reforzado tradicionales como columnas. Es un sistema sobre el cual existe amplia experiencia constructiva en Colombia y cuenta con un buen soporte experimental y analítico. La mayor parte de las

ventajas y desventajas relativas frente a sistemas constructivos diferentes, son compartidas con la mampostería estructural. Es apta para construcciones en altura hasta unos seis pisos. Entre los dos sistemas de mampostería, reforzada y de muros confinados, diferentes características y apreciaciones de constructores y diseñadores han terminado favoreciendo la estructural sobre la de muros confinados.

Mampostería de cavidad reforzada

Es la construcción realizada con dos paredes de piezas de mampostería de caras paralelas reforzadas o no, separadas por un espacio continuo de concreto reforzado, con funcionamiento compuesto. Este sistema estructural se clasifica, para efectos de diseño sismo- resistente, como uno de los sistemas con capacidad especial de disipación de energía en el rango inelástico.

Mampostería reforzada

Está conformada por muros construidos con ladrillos, huecos pegados con mortero de cemento; esto la clasifica como un sistema artesanal. La mampostería reforzada se arma con ladrillos, mortero de pega, mortero de inyección y barras de acero de refuerzo. La mampostería se arma de tal manera que se forman celdas verticales por las cuales van las barras de refuerzo y las instalaciones menores.

Mampostería simple

Es el tipo de mampostería estructural sin refuerzo. Los esfuerzos dominantes son de compresión los cuales deben contrarrestar los esfuerzos de tensión producidos por las fuerzas horizontales. La NSR-10 las prohíbe explícitamente para las zonas de amenaza sísmica alta e intermedia. Por esta condición ya no se usan en nuestro medio.

⁴ [UNIVERSIDAD VERACRUZANA CAMPUS COATZACOALCOS, FACULTAD DE INGENIERÍA]. (PARAMETROS DE RESISTENCIA PARA ESTRUCTURAS DE MAMPOSTERIA). (PRESENTA: ROSA KARINA CUELLAR ZERTUCHE).

13.4. ZAPATAS

Una zapata es un tipo de cimentación superficial (normalmente aislada), que puede ser empleada en terrenos razonablemente homogéneos y de resistencias a compresión medias o altas. Consisten en un ancho prisma de hormigón (concreto) situado bajo los pilares.

La función de las zapatas es transmitir al terreno las tensiones a que está sometida el resto de la estructura y anclarla. Cuando no es posible emplear zapatas debe recurrirse a cimentación por pilotaje o losas de cimentación. Existen varios tipos de zapatas en función. Servirán de apoyo a uno o varios pilares o bien sean a muros:

- Para pilares singulares, se usan zapatas aisladas.
- Para dos pilares cercanos, zapatas combinadas.
- Para hileras de pilares o muros, zapatas corridas.

Zapatas aisladas

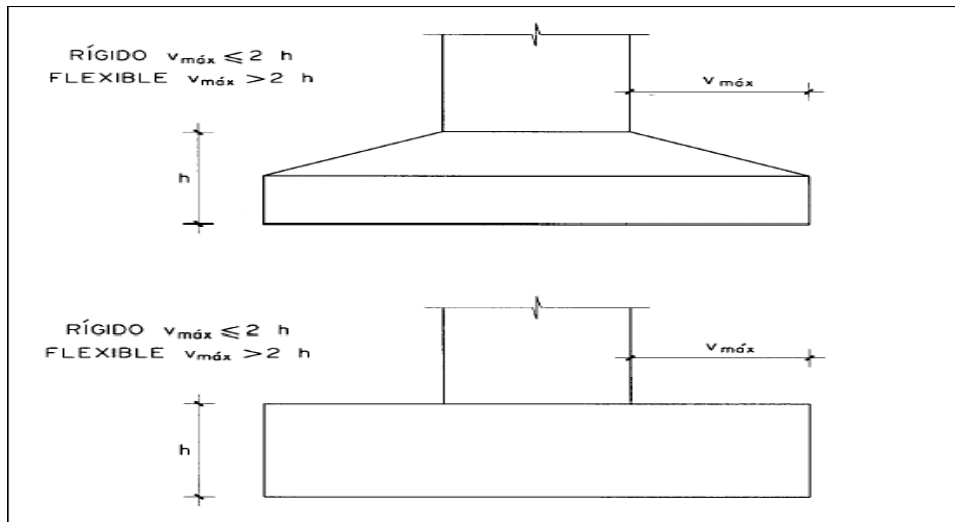
Empleadas para pilares aislados en terrenos de buena calidad, cuando la excentricidad de la carga del pilar es pequeña o moderada. Esta última condición se cumple mucho mejor en los pilares no perimetrales de un edificio.

Las zapatas aisladas también se clasifican en:

- **Zapatas rígidas o poco deformables:** Se consideran zapatas rígidas cuando el vuelo máximo medido en cualquiera de las dos direcciones es menor o igual al canto. La Zapata Rígida se suele armar con una carga de hierro de alrededor de 25 a 40kg/m³. En la armadura se utilizan barras de un diámetro mínimo del orden de 12 mm para evitar corrosiones. El recubrimiento mínimo es de 8 cm.
- **Zapatas flexibles:** son aquellas en que el vuelo de las dos direcciones es mayor que el canto. La zapata flexible, por sus dimensiones se encuentra sometida tanto a esfuerzos de compresión como de tracción. La armadura reparte los esfuerzos de tracción producidos en la zona inferior de la zapata. Aunque la cantidad de armadura depende del terreno y de la carga que soporta el cimiento, suele oscilar entre 50 y 100 kg/m³.

Imagen 5 Zapatas Aisladas

Imagen 5 Zapatas Aisladas



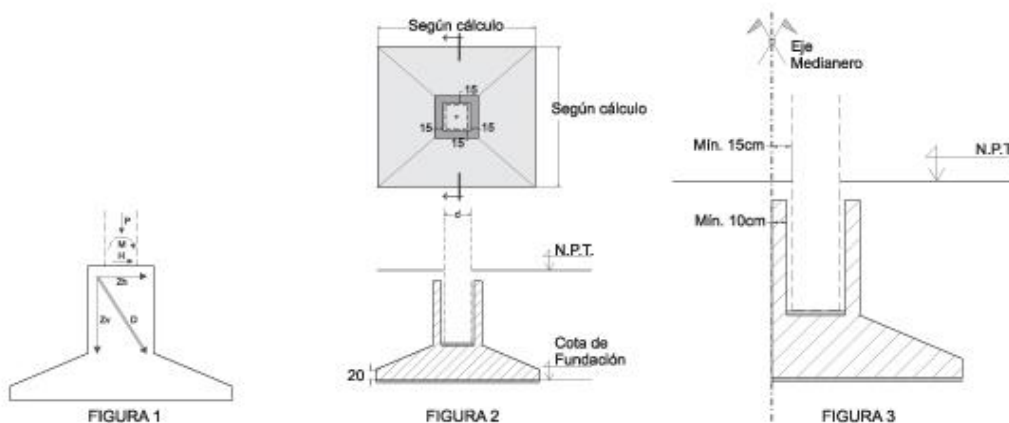
[Criterio de clasificación de zapatas según la EHE]. (2010/02). Archivos en línea recuperado en: <http://www.demecanica.com/calculo/images/rigidez.gif>

Según el esfuerzo vertical esté en el centro geométrico de la zapata se distingue entre:

- **Zapatas centradas:** las zapatas aisladas centradas van arriostradas con riostras de hormigón armado de sección inferior a la zapata. Pueden ejecutarse de hormigón en masa, es decir sin armar, si las mismas tienen un canto considerable (son las denominadas zapatas macizas).

Imagen 6 Zapatas centradas

Imagen 6 Zapatas centradas

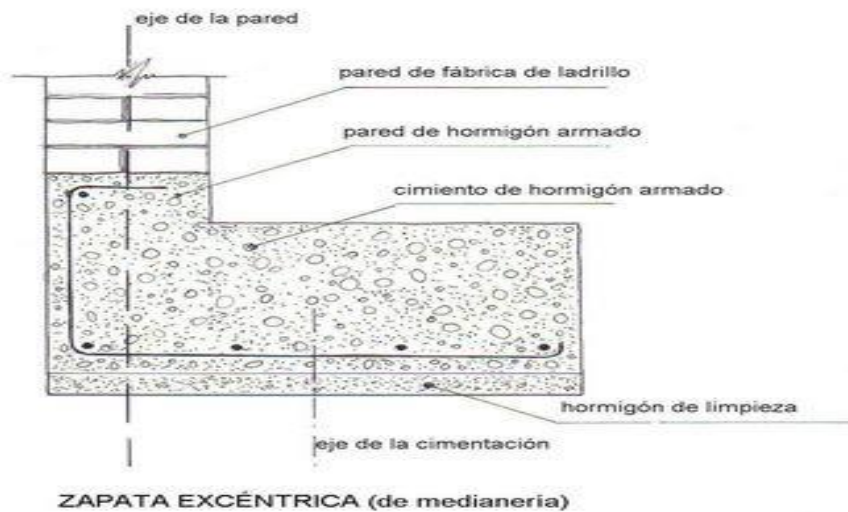


[Zapata-centradas.jpg]. (2010/02). Archivos en línea recuperado en: http://www.tensar.com.ar/sistema_constructivo/archivos/figura1.jpg

- **Zapatas excéntricas:** Son un tipo de Cimentaciones por Zapatas. Son también llamadas Zapatas de Medianería. Es el caso en el cual el pilar o la pared de carga (medianera) que apoya sobre una zapata aislada o continúa, está tocando el límite del predio, y la carga no puede quedar centrada en el cimiento. De hecho, ésta quedaría fuera de los límites del solar; entonces, es necesario que el pilar o la pared carguen en un extremo de la zapata. Por ello, a este tipo de zapata se la denomina excéntrica.

Imagen 7 Zapatas excéntricas

Imagen 7 Zapatas excéntricas



[Zapata-excéntrica-1.jpg]. (2010/02). Archivos en línea recuperada en:
<http://www.construmatica.com/construpedia/images/thumb/c/c6/Zapata-exc%C3%A9ntrica-1.jpg/400px-Zapata-exc%C3%A9ntrica-1.jpg>

- **Zapatas combinadas:** si soportan dos o más pilares, en número reducido. Se emplean en medianerías para evitar la carga excéntrica sobre la última zapata o cuando dos pilares están muy próximos entre sí o en general para aumentar la superficie de carga o reducir asientos diferenciales.
- **Zapatas corridas o continuas:** se emplean normalmente este tipo de cimentación para sustentar muros de carga o pilares alineados relativamente próximos en terrenos de resistencia baja, media o alta. Las zapatas de lindero conforman la cimentación perimetral, soportando los pilares o muros excéntricamente.

Proceso constructivo de zapatas

Este proceso constructivo consta de los siguientes pasos:

- Preparación de la plataforma de trabajo: para ello se ha de conseguir una superficie de trabajo uniforme y regular.

- Excavación: generalmente las zapatas se colocan a poca profundidad pero hay que asegurar en todos los casos la estabilidad de los taludes.
- Ejecución de la capa de limpieza: normalmente se realiza vertiendo directamente un espesor reducido de hormigón de baja calidad.
- Colocación del encofrado: si el terreno es suficientemente estable se puede hormigonar contra él, si no se puede colocar encofrados, habitualmente de madera o metálicos.
- Colocación de las armaduras: el acero de las armaduras puede llegar ya montado a una obra. ⁽⁵⁾

13.5. COLUMNA

La columna es el elemento estructural vertical empleado para sostener la carga de la edificación. Es utilizado ampliamente en arquitectura por la libertad que proporciona para distribuir espacios al tiempo que cumple con la función de soportar el peso de la construcción; es un elemento fundamental en el esquema de una estructura y la adecuada selección de su tamaño, forma, espaciamiento y composición influyen de manera directa en su capacidad de carga.

Para la columna se indica las características que la definen así como el comportamiento para definir los aspectos a tomar en cuenta en el diseño de las columnas de madera, acero y concreto armado.

La columna es un elemento sometido principalmente a compresión, por lo tanto el diseño está basado en la fuerza interna, conjuntamente debido a las condiciones propias de las columnas, también se diseñan para flexión de tal forma que la combinación así generada se denomina flexo compresión.

Según el uso actual de la columna como elemento de un pórtico, no necesariamente es un elemento recto vertical, sino es el elemento donde la compresión es el principal factor que determina el comportamiento del elemento.

Es por ello que el pre dimensionado de columnas consiste en determinar las dimensiones que sean capaces de resistir la compresión que se aplica sobre el elemento así como una flexión que aparece en el diseño debido a diversos factores. Cabe destacar que la resistencia de la columna disminuye debido a efectos de geometría, lo cuales influyen en el tipo de falla. ⁽⁶⁾

⁵ UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR, FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL "GUIA PARA EL CONTROL DE CALIDAD DEL DISEÑO ESTRUCTURAL Y DE LA CONSTRUCCION DE VIVIENDAS DE UNA Y DOS PLANTAS DE MAMPOSTERIA DE BLOQUE DE CONCRETO", PRESENTADO POR: EVA PATRICIA ARDÓN GARCÍA MIRNA ELIZABETH DARDÓN ORELLANA ÁLVARO ARMANDO TORRES TURCIOS.

⁶ ARNAL, E. Y EPELBOIM S. (1985). MANUAL PARA EL PROYECTO DE ESTRUCTURAS DE CONCRETO ARMADO PARA EDIFICACIONES. CARACAS, VENEZUELA: FUNDACIÓN "JUAN JOSÉ AGUERREVERE", FONDO EDITORIAL DEL COLEGIO DE INGENIEROS DE VENEZUELA. BEER, F. Y JOHNSTON, E. (1993). MECÁNICA DE MATERIALES. SANTAFÉ DE BOGOTÁ, COLOMBIA: MCGRAW-HILL INTERAMERICANA, S.A.

El efecto geométrico de la columna se denominan esbeltez y es un factor importante, ya que la forma de fallar depende de la esbeltez, para la columna poco esbelta la falla es por aplastamiento y este tipo se denomina columna corta, los elemento más esbeltos se denominan columna larga y la falla es por pandeo.

La Columna intermedia es donde la falla es por una combinación de aplastamiento y pandeo. Además, los momentos flectores que forman parte del diseño de columna disminuyen la resistencia del elemento tipo columna (Galambos, Lin Y johnston, 1999; Singer y Pytel, 1982).

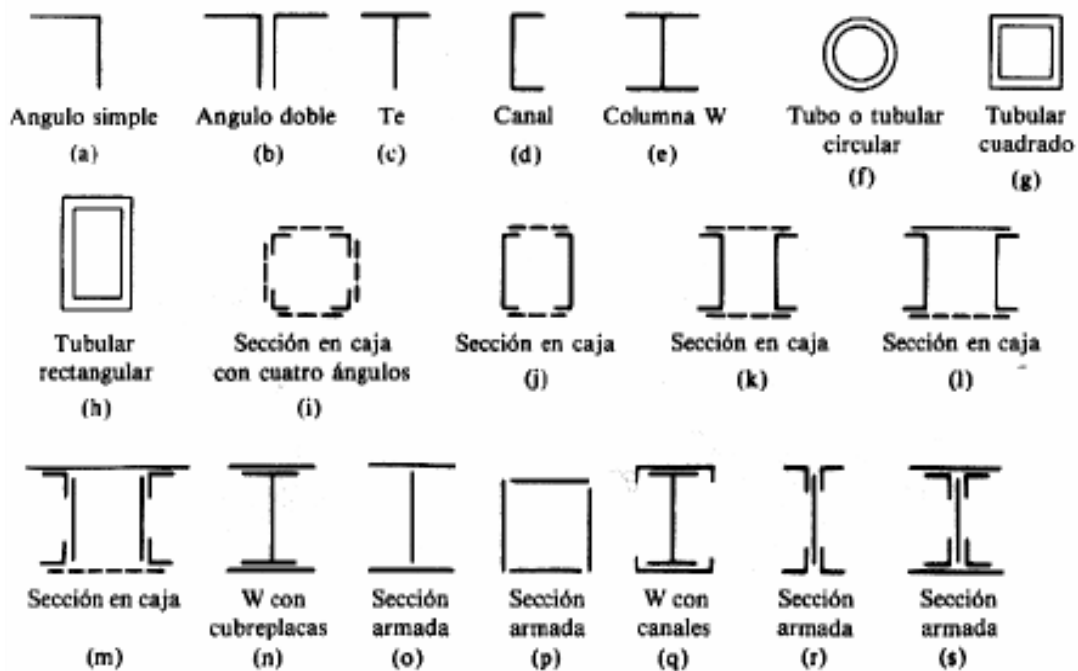
Tipos de columnas

- **Columna de acero:** Las columnas de acero pueden ser sencillas, fabricadas directamente con perfiles estructurales, empleados como elemento único, o de perfiles compuestos, para los cuales se usan diversas combinaciones, como las viguetas H, I, la placa, la solera, el canal y el tubo, y el Angulo de lados iguales o desiguales.

Imagen 8 Perfiles de columnas

Imagen 8 Perfiles de columnas

Perfiles usados para columnas



[PREDIMENSIONADO DE COLUMNAS]. (Figura 5. Secciones transversales típicas de columnas de acero). ("McCormac, 1996, p.99"). (2010/05). Archivos en línea recuperada en: <https://unavdocs.files.wordpress.com/2011/05/columnas1.pdf>

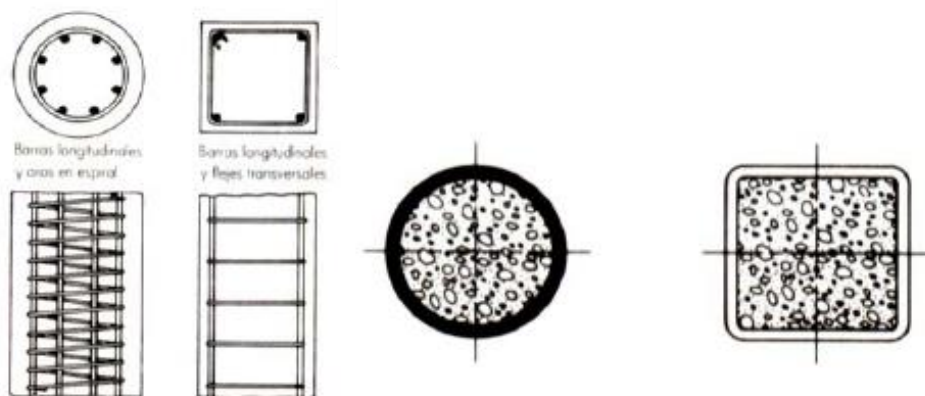
Sección de la columna

La resistencia correspondiente a cualquier modo de pandeo no puede desarrollarse si los elementos de la sección transversal son tan delgados que se presenta un pandeo local. Por lo tanto existe una clasificación de las secciones transversales según los valores límite de las razones ancho-espesor y se clasifican como compactas, no compactas o esbeltas.

- **Columna de madera:** Las columnas de madera pueden ser de varios tipos: maciza, ensamblada, compuesta y laminadas unidas con pegamento. De este tipo de columnas la maciza es la más empleada, las demás son formadas por varios elementos
- **Columnas de concreto armado:** Las columnas de concreto armado pueden ser de tres tipos que son:
 1. Elementos reforzados con barras longitudinales y zunchos.
 2. Elementos reforzados con barras longitudinales y estribos.
 3. Elementos reforzados con tubos de acero estructural, con o sin barras longitudinales, además de diferentes tipos de refuerzo transversal.

Imagen 9 Tipos de columna de concreto armado

Imagen 9 Tipos de columna de concreto armado.



[PREDIMENSIONADO DE COLUMNAS]. (Figura 6. Tipos de columnas de concreto armado). (2010/05). Archivos en línea recuperada en: <https://unavdocs.files.wordpress.com/2011/05/columnas1.pdf>

Existen dos tipos de métodos para pre dimensionar las columnas de concreto armado, el primero es una aproximación, ya que se basa en la carga axial únicamente, debido a que esta carga es fácil de obtener por métodos aproximados para cálculos preliminares de pórticos. El segundo método es más preciso y está basado en la carga axial y el momento flector conocido, valores que son los necesarios para diseñar una columna.

Clasificación de columnas

Las columnas representan el elemento vertical de soporte para la mayoría de las estructuras a base de marcos. Para analizar la capacidad de carga de las columnas se deben referir al conjunto al que pertenecen y al sistema en el que trabajan; es decir, a las características generales del edificio en términos de la forma en que se encuentran definidas las partes integrantes o marcos, que son estructuras reticulares que contienen un cierto número de claros para una serie de niveles o entresijos.

Atendiendo a su disposición en relación con otros componentes de un edificio, pueden distinguirse estos tipos de columnas:

- **Columna aislada o exenta:** La que se encuentra separada de un muro o cualquier elemento vertical de la edificación.
- **Columna adosada:** La que está yuxtapuesta a un muro u otro elemento de la edificación.
- **Columna embebida:** La que aparenta estar parcialmente incrustada en el muro u otro cuerpo de la construcción. ⁽⁶⁾

13.6. VIGAS

¿QUÉ SON LAS VIGAS?

Son elementos estructurales lineales que conforman el esqueleto de las edificaciones arquitectónicas. Regulan la tensión que tendrá la construcción y soportan el resto de los materiales empleados para la edificación. Las tensiones máximas se hallan en la parte inferior y en la superior, por lo que en esos sectores es en donde la viga debe ser más fuerte, para no dejar lugar a las torsiones.

Las vigas son muy usadas en la construcción para soportar cargas o darle estabilidad a las mismas, para diseñarlas es necesario conocer los esfuerzos que producen las cargas a lo largo de su longitud, estos vienen dados por los valores de corte y momentos flectores en cada sección en estudio; los cuales se representan en sus respectivos diagramas. ⁽⁷⁾

⁶ ARNAL, E. Y EPELBOIM S. (1985). MANUAL PARA EL PROYECTO DE ESTRUCTURAS DE CONCRETO ARMADO PARA EDIFICACIONES. CARACAS, VENEZUELA: FUNDACIÓN "JUAN JOSÉ AGUERREVERE", FONDO EDITORIAL DEL COLEGIO DE INGENIEROS DE VENEZUELA. BEER, F. Y JOHNSTON, E. (1993). MECÁNICA DE MATERIALES. SANTAFÉ DE BOGOTÁ, COLOMBIA: MCGRAW-HILL INTERAMERICANA, S.A.

⁷ [ESTUDIO DEL COMPORTAMIENTO DE VIGAS ESTRUCTURALES DE CONCRETO REFORZADO MODELADO A ESCALA REDUCIDA]. (JESSICA NATHALY SÁNCHEZ RUIZ GASTÓN GUILLERMO MUÑOZ MARTÍNEZ). (UNIVERSIDAD DE LA SALLE FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL). (BOGOTÁ D.C. 2008).

Las vigas son elementos estructurales de sección transversal recta y homogénea, cuya longitud es varias veces mayor que su sección transversal y sobre las cuales actúan cargas perpendiculares a los ejes centroidales (X y Y) longitudinales. Una viga es un miembro estructural donde las cargas aplicadas son principalmente perpendiculares al eje, por lo que el diseño predominante es a flexión y corte Flexión y corte en vigas.

El esfuerzo de flexión provoca tensiones de tracción y compresión, produciéndose las máximas en el cordón inferior y en el cordón superior respectivamente, las cuales se calculan relacionando el momento flector y el segundo momento de inercia. En las zonas cercanas a los apoyos se producen esfuerzos cortantes o punzonamiento. También pueden producirse tensiones por torsión, sobre todo en las vigas que forman el perímetro exterior de un forjado. Estructuralmente el comportamiento de una viga se estudia mediante un modelo de prisma mecánico.

Clasificación de vigas

- **Vigas de alma llena:** cuando la sección de la viga se mantiene constante en toda su longitud. Pueden ser horizontales o inclinados que pueden ser de cualquier forma pero prefieren de estructuras regulares por su facilidad de construcción y diseño, en el caso particular de concreto armado, las proporciones entre la base y la altura pueden ser de 1:2 hasta 1:4, aunque no se descartan las secciones cuadradas trapezoidales y circulares. Viga peraltada, viga de amarre, viga chata, vigueta, viga peraltada inversa.
- **Vigas de celosía:** cuando la viga está formada por un sistema reticulado, no teniendo sección constante en toda su longitud.
- **Vigas según su condición estática – simple:** vigas en las cuales el número de reacciones en los apoyos puede ser determinadas con las ecuaciones de equilibrio disponibles ΣF_y , ΣF_x , ΣM ; esto implica que el número de reacciones en la viga sea igual a tres. Esta condición es necesaria pero no suficiente para que la viga este completamente inmovilizada; por ello antes de resolver una viga isostática se debe analizar la estabilidad, entre estas tenemos: vigas simplemente apoyadas, vigas con extremos en voladizo, vigas en voladizo, vigas articuladas.

Tipos de viga

- **Viguetas:** Son las vigas que se colocan cercanas entre sí para soportar el peso del techo y el piso de un edificio. En la mayoría de los casos, se ubican a lo largo del exterior de un edificio. Son aquellas vigas que se pueden observar en una construcción de una propiedad horizontal que aún no se terminó de edificar. Cumplen las funciones de soporte del techo y a su vez de cimientos para los pisos superiores. Cuando mayor sea el peso que deberán sostener, más cercanas y más gruesas serán las vigas a utilizar. Pueden ser de madera, de acero o de concreto.

- **Dinteles:** Son aquellas vigas que se sitúan por encima de las aberturas en una pared de mampostería, y que sostienen el vacío que generan las puertas y las ventanas. Actúan de una manera complementaria, al espacio de pared que se extrae para dar lugar a la abertura, el dintel la contrapone soportando el peso sobre la viga que lo constituye. Con frecuencia están a la vista, sobre todo en aquellas construcciones que simulan remitirse a la época colonial, cuando se utilizaban dinteles de madera.
- **Largueros:** Son las vigas que se ubican paralelas a lo largo de un camino de un puente. Son los cimientos de las construcciones que quedan suspendidas en el aire tales como los viaductos, los acueductos, los soterramientos y los pasaderos. Es importante la ubicación de estas vigas de lado a lado, siguiendo el recorrido del camino para sostener el peso de los transeúntes.
- **Vigas de tímpano:** Son las que soportan el peso y la linealidad de las paredes exteriores de una edificación, y también el techo en el caso de los pasillos. Siguen un recorrido de abajo hacia arriba, para generar estabilidad.
- **Armaduras:** También llamadas puntales, son las que se forman cuando los extremos superiores e inferiores de dos vigas se unen una a la otra. El ángulo, aunque en principio será de noventa grados, puede cambiar de acuerdo a la forma de la construcción o incluso en base al modelo arquitectónico empleado. La principal función de las armaduras es se constituyan en las estructuras capaces de soportar las cargas del peso.
- **Pilares:** Son similares a las armaduras, aunque el término se usa exclusivamente para cuando el ángulo formado es de noventa grados. Pueden también estar por fuera de la construcción interior, y quedar a la vista, y allí los pilares se transformarían en columnas. Cumplen la doble función de absorber el peso en el extremo superior y cimentarlo en el extremo inferior. (7)

13.7. CUBIERTAS

Las cubiertas recubren la parte superior de las construcciones. El material con el que están construidas debe ser escogido de acuerdo al clima de la zona.

Es la parte superior del cerramiento, que cierra y protege el edificio (quinta fachada). Su objetivo principal impedir el paso de los agentes ambientales, en especial de las precipitaciones y el soleamiento directo (evitando las condensaciones). (8)

⁷ [ESTUDIO DEL COMPORTAMIENTO DE VIGAS ESTRUCTURALES DE CONCRETO REFORZADO MODELADO A ESCALA REDUCIDA]. (JESSICA NATHALY SÁNCHEZ RUIZ GASTÓN GUILLERMO MUÑOZ MARTÍNEZ). (UNIVERSIDAD DE LA SALLE FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL). (BOGOTÁ D.C. 2008).

⁸ INTRODUCCIÓN A LA CONSTRUCCIÓN, Curso 2013-2014. Escuela Técnica Superior de Arquitectura. Profesor Gonzalo Barluenga Badiola, Universidad de Alcalá.

En todos los tipos de cubiertas existen los siguientes componentes:

- estructura soporte.
- superficies que conforman la cubierta (Paños o faldones).
- capa impermeable al agua (y acabado en algunos casos).
- un sistema de recogida y evacuación de agua.

Evacuación de aguas

Es la exigencia principal de la cubierta; la cubierta debe:

- Recoger el agua: impidiendo que penetre al interior (debe cubrir toda la parte superior de los espacios habitables).
- Canalizarla: limitando la acumulación y la velocidad excesiva (mediante la inclinación/geometría de sus paños)
- Expulsarla (hacia afuera): mediante sistemas de drenaje abiertos (vertido por el alero) o cerrados (sumideros, canalones y bajantes).

Técnicas para conseguir la Estanquidad

- Todas las cubiertas tienen una capa de material continuo e impermeable al agua, que permite evacuar el agua sin que ésta penetre al interior.
- La colocación del material depende del formato con que llega a obra y de la técnica de unión.

Se pueden distinguir tres técnicas de unión principales:

- Superposición: se colocan capas de placas unas encima de otras que impiden el paso del agua, pero no del aire.
- Solape: se utilizan tejas o chapas que se montan en sus extremos (permeable al aire)
- Continuidad (Impermeabilización): el material y las uniones son impermeables al agua y al aire.

Tipos de cubiertas

Por su geometría y la manera de evacuar el agua, se distinguen dos tipos principales de cubierta:

- Cubierta inclinada: La evacuación del agua se realiza hacia fuera, por inclinación de los faldones, realizando el drenaje por su disposición geométrica. (La pendiente de los faldones es elevada).
- Cubierta plana: El agua se recoge en un vaso impermeable con ligera pendiente y se evacua a través de un desagüe (sumidero o gárgola). (La pendiente de los faldones es muy pequeña).

Comportamiento higrotérmico

- Las variaciones higrotérmicas producen movimientos en la cubierta (dilatación/contracción) y requieren de juntas de movimiento.
- Las cubiertas deben satisfacer las exigencias de aislamiento evitando condensaciones.

La convección del aire se produce (entre otras razones) por diferencia de temperatura (el aire caliente tiende a subir porque es menos denso) lo que produce:

- Que el aire interior más cercano a la cubierta es más caliente y contiene más humedad.
- Por la cubierta se pierde mucho calor (necesita más aislamiento).
- Hay mayor riesgo de condensaciones (humedades).

Cubiertas inclinadas

- La evacuación del agua se realiza hacia fuera, por inclinación de los faldones, realizando el drenaje por su disposición geométrica.
- La definición geométrica es importante, dado que la superficie e inclinación de los paños condiciona la cantidad y velocidad del agua a evacuar.
- La inclinación de los faldones permite emplear soluciones de cobertura superpuestas, solapadas o continuas.
- Las uniones de los faldones son puntos clave (estanquidad y dilatación de los paños).

Tipos de Cubiertas inclinadas

• Por su geometría:

- Constituidas por faldones planos: a un agua, a dos aguas, en pabellón, en chapitel, en diente de sierra.
- Constituidas por superficies curvas: Abovedadas, cúpulas, superficies de doble curvatura.

• Por su composición:

- Ventiladas; existe un espacio entre el espacio habitable y el material de cobertura.
- No ventiladas; el material de cobertura se coloca en contacto con el elemento constructivo que delimita el espacio habitable.

Elementos de las Cubiertas inclinadas

Los elementos principales constitutivos de las cubiertas son los faldones (elementos planos).

Los encuentros entre los faldones se denominan:

- **Cumbrera:** encuentro superior de dos faldones con pendientes contrapuestas (a dos aguas).
- **Limatesa:** encuentro convexo (dividen las aguas).
- **Limahoya:** encuentro cóncavo (recogen las aguas).

Los Elementos de canalización evacuan las aguas (Canalones, bajantes, gárgolas).

Además, en las cubiertas aparecen otros elementos que producen discontinuidades (chimeneas, casetones, lucernarios, claraboyas).

Cubiertas planas

- Consiguen la impermeabilidad mediante materiales y uniones impermeables (normalmente láminas continuas).
- Sufren movimientos higrotérmicos muy acentuados.
- Recogen y acumulan el agua en vasos que drenan a través de sumideros.
- Los faldones (paños o cuarterones) tienen muy poca pendiente (1 a 5 %) y la evacuación es muy lenta.
- Configuran una superficie (más o menos plana) que puede ser utilizada (cubierta transitable).

Tipos de Cubiertas planas

- **Dependiendo de su uso:**
 - **Transitables:** se puede utilizar la superficie.
 - **No transitables:** paso sólo para mantenimiento (sin uso).
 - **Ajardinadas:** con capa de tierra y plantas.
- **Dependiendo de su composición:**
 - **Caliente:** de una hoja. Puede ser convencional (aislamiento por el interior) o invertida (exterior).
 - **Fría:** con cámara ventilada bajo la superficie impermeable.

- **Flotante:** cubierta plana de una hoja (caliente) sobre la que se constituye una superficie transitable sobre apoyos puntuales (plots). Suele ser invertida.

Elementos de la Cubierta plana

De acuerdo con el proceso de construcción, se pueden diferenciar los siguientes elementos:

- Estructura de Soporte: puede ser un forjado o una estructura de elementos lineales (pares y correas).
- Faldón: constituido con mortero de pendiente (ligero) o un tablero (cerámico, chapa tipo “deck”).
- Impermeabilización y aislamiento.
- Protección del impermeabilizante: el tipo de materia depende de la posición del aislamiento y de si es transitable.
- Drenaje: conjunto de sumideros, cazoletas, bajantes, etc., que canalizan el agua al exterior.

Encuentros de la cubierta

Son puntos singulares de la cubierta que requieren de una solución constructiva diferente:

- Limas: Requieren de un material de cobertura (inclinada) o sellante (plana) que garantice la estanquidad.
- Juntas: de movimiento (planas) o de discontinuidad.
- Aleros: La cubierta sobresale respecto al plano de fachada (inclinadas y tipo “deck”).
- Cornisas: La fachada rebasa la cota de cubierta (plana).
- Chimeneas: Para salida de humos y ventilación. Deben rebasar holgadamente la cota de cubierta.
- Lucernarios: Puntos de entrada de luz y ventilación.

Discontinuidades y huecos en cubierta

- Los encuentros de cubierta son discontinuidades del cerramiento (diferente comportamiento higrotérmico).

- Además de un problema de estanquidad, pueden suponer puentes térmicos y generar riesgo de condensación.
- El cambio de materiales (una solución constructiva diferente) supone un cambio del comportamiento.
- Por tanto, requieren, además de impermeabilidad, de un aislamiento adecuado y juntas de movimiento.
- Los huecos en cubierta necesitan detalles específicos.

Lucernarios

Son elementos acristalados que permiten el paso de la luz y la ventilación (practicables).

- Suelen tener un comportamiento higratérmico muy distinto al resto de la cubierta (puente térmico y condensación).
- Además requieren de un hueco en cubierta y numerosos encuentros y juntas.
- Dependiendo de la orientación, pueden producir aportes térmicos importantes por el día (efecto invernadero) y pérdidas por la noche.

¿Qué son las cubiertas en construcción?

Las cubiertas, también conocidas en algunos sitios como “techumbre”, es el elemento que recubre la estructura de la construcción en su parte superior. En esta nota hablaremos sobre las opciones a tu disposición en lo referente a los materiales de las cubiertas, que podrás hallar en tu mercado local de la construcción.

Las cubiertas pueden designarse en faldones inclinados, rectos o modelados, a igual o diferentes pendientes para acabados más decorativos o más funcionales. Son el estilo aerodinámico ideal para ciudades ventosas.

La inclinación de las cubiertas debe hacerse siempre hacia el exterior o hacia los colectores, nunca hacia el interior ni a paredes o estructuras, pues la recolección de lluvias y nieve podría alterarlas por la humedad.

Tipos de cubiertas

Normalmente se habla de cubiertas planas, abovedadas o inclinadas, en relación a su disposición en relación al plano del piso. La elección puede deberse a cuestiones estéticas, aunque su función primordial es el primer tema a tener en cuenta.

También la elección referente a su material de construcción es un tema a considerar, pues las cubiertas han de adaptarse en forma y también en

composición a las condiciones climáticas habituales a lo largo del año en la ciudad, que es su principal función, incluyendo en este tema nieve, lluvias, vientos y demás.

Materiales de las cubiertas

Las cubiertas pueden ser solicitadas directamente a partir de su material principal de composición, a saber:

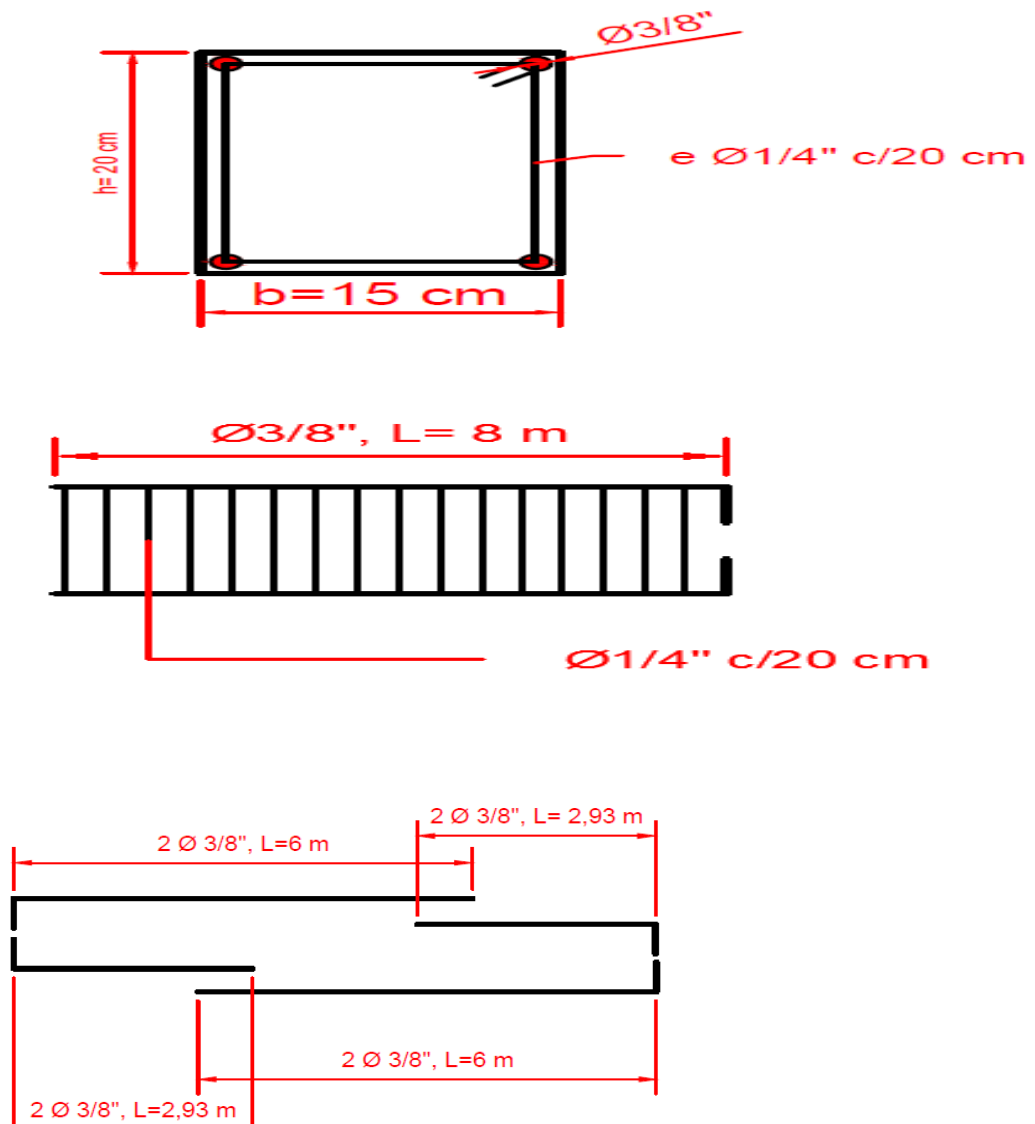
- De madera (en tablas o tablonados).
- De caña (entramado de cañas cubierto por barro y paja).
- De paja (entramado de paja de cebada o trigo en esterillas).
- De teja plana (teja de encaje o romana, más decorativa e ideal para cubiertas inclinadas a la vista).
- De teja árabe (entramado de tejas apoyadas entre sí, más pesada y decorativa, pero también más costosa).
- De pizarra /tablero (reposado sobre un tabique, de muy alta resistencia y durabilidad, recubierta de cemento o yeso y luego mortero).
- De fibrocemento (estructura previamente elaborada que soporta placas de madera o metálicas, mayormente con fibra de vidrio como aislante).
- De aluminio (chapas acanaladas en secciones, de aluminio-magnesio, muy resistente al clima y de bajo costo y mantenimiento – conocida también como tinglado).
- Plástica (cubierta de materiales plásticos moldeadas en ondulaciones abovedadas, especial para sitios sísmicos pues resisten bien la flexión).
- De vidrio (en placas lisas u onduladas, o en forma de tejas, más vistosa pero menos resistente a ataques climáticos. Soportan claraboyas y formas circulares).
- De placa asfáltica (placas de fieltro onduladas, fortalecidas con cartón alquitranado).⁽⁸⁾

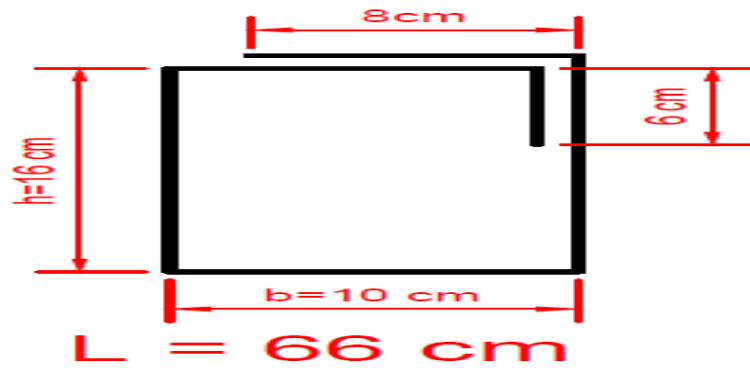
⁸ INTRODUCCIÓN A LA CONSTRUCCIÓN, Curso 2013-2014. Escuela Técnica Superior de Arquitectura. Profesor Gonzalo Barluenga Badiola.

13.8 PLANOS DE LAS SITUACIONES PLANTEADAS ABP.

VIGA

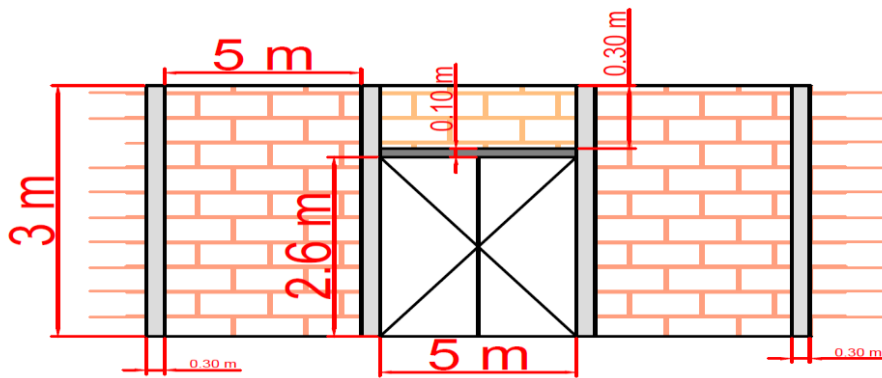
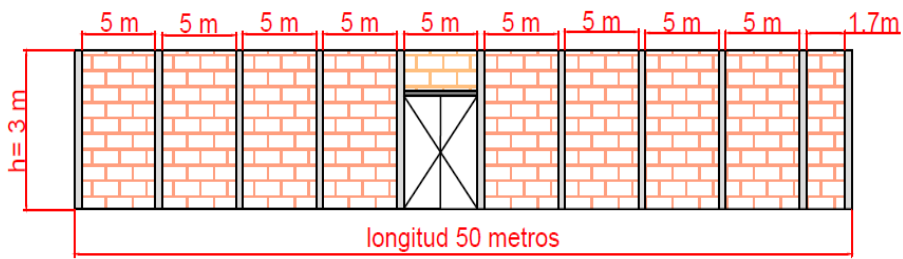
Imagen 10 Planos Viga Problema ABP.





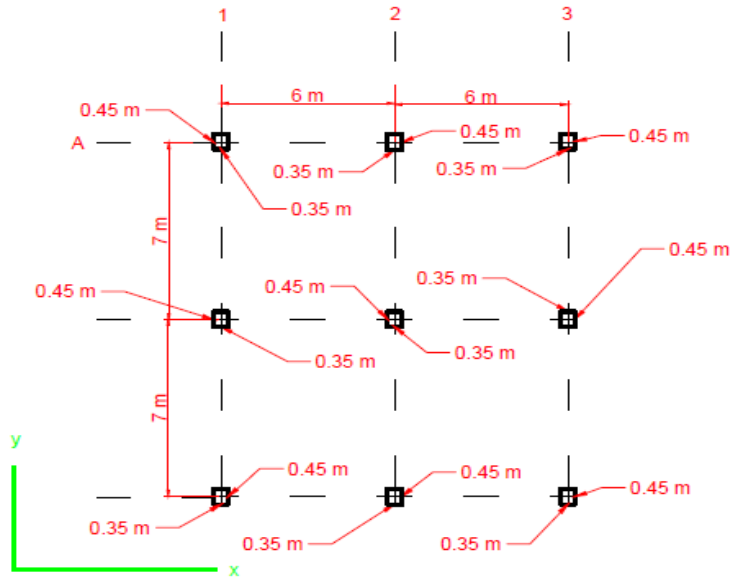
MAMPOSTERIA

Imagen 11 Planos Mampostería problema ABP.



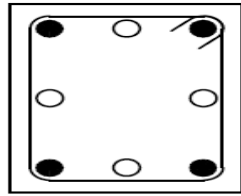
COLUMNA

Imagen 12 Plano Columnas problema ABP.

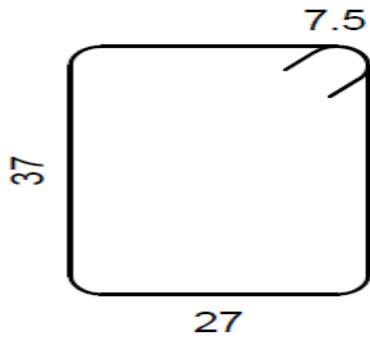


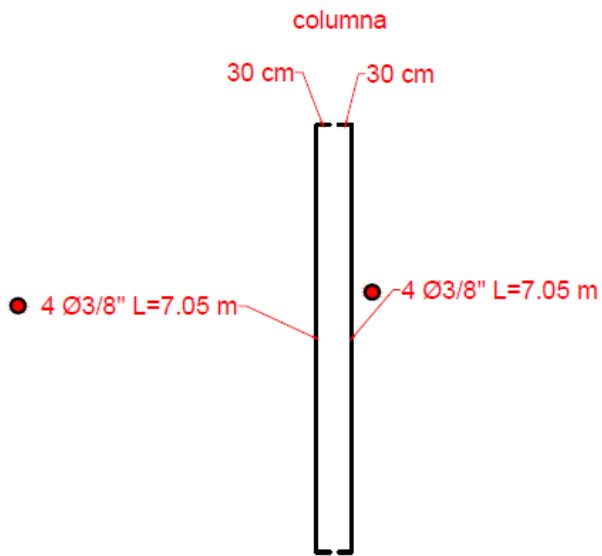
Sección Transversal Viga

0.35x0.45



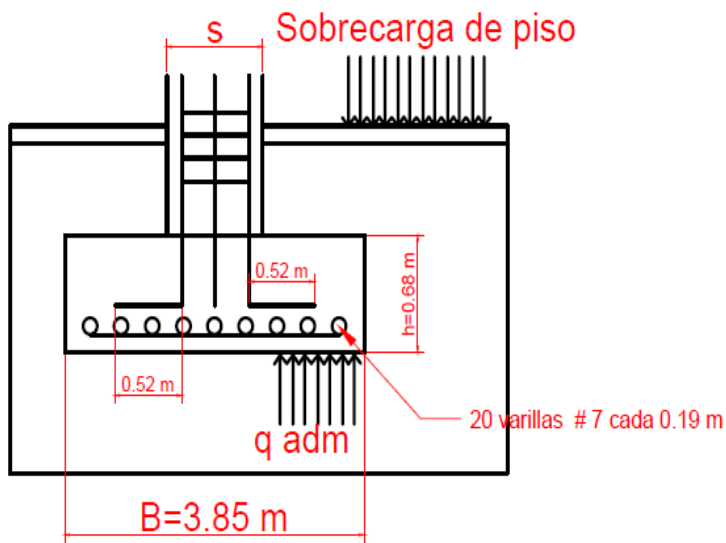
ESTRIBOS
80Ø3/8"(27x37)-143

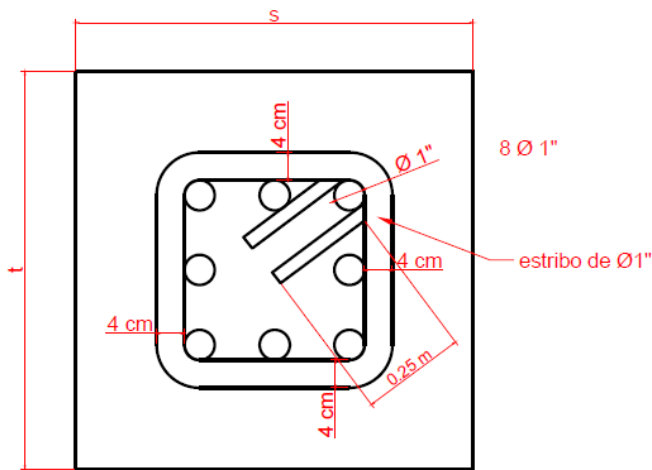
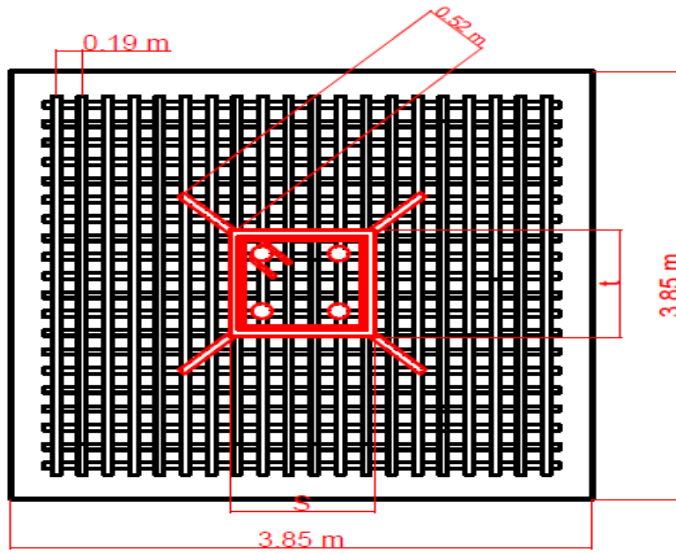




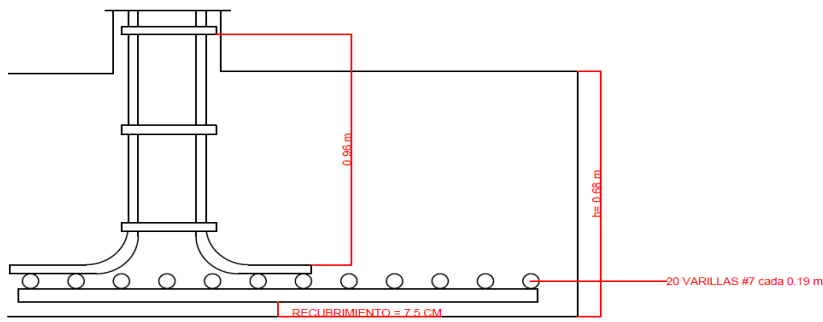
ZAPATA

Imagen 13 Plano zapata problema ABP.





S x t = (0.40 m x 0.40 m)



13.9 IMÁGENES DE APOYO DE PROCESOS CONSTRUCTIVOS

VIGA

Imagen 14 Imágenes de apoyo del proceso constructivo de una viga.

1)



2)



3)



4)



1) [Lección 16. Pórticos]. Archivos en línea recuperado en: http://datateca.unad.edu.co/contenidos/102803/MODULO_ACADEMICO/6.jpg

2) [Procesos constructivos]. Archivos en línea recuperado en: http://construccion.arquitectura.uniandes.edu.co/fotos/40supere/40100_co/40101-cl/35.jpg

3) [Procesos constructivos]. Archivos en línea recuperado en: http://construccion.arquitectura.uniandes.edu.co/fotos/30ciment/30300_ce/30306-cr/20.jpg

4) [Retos de la Ingeniería Civil]. Archivos en línea recuperado en: http://2.bp.blogspot.com/_DkMYtFWII4/ULbGqXNfPI/AAAAAAAAADY/7fjyggpWiXA/s1600/004.jpg

MAMPOSTERIA

Imagen 15 Imágenes del proceso constructivo de Mampostería.

1)



2)



3)



4)



1) [Obra en Altos de Manantiales]. Archivos en línea recuperado en: <http://i.ytimg.com/vi/Ogg8Hlx7VcQ/sddefault.jpg>

2) [MANUAL DEL ALBAÑIL DE LADRILLOS CERAMICOS]. Archivos en línea recuperado en: <http://es.slideshare.net/ClementeSantillana/manual-del-albail>

3) [MANUAL DEL ALBAÑIL DE LADRILLOS CERAMICOS]. Archivos en línea recuperado en: <http://es.slideshare.net/ClementeSantillana/manual-del-albail>

4) [MANUAL DEL ALBAÑIL DE LADRILLOS CERAMICOS]. Archivos en línea recuperado en: <http://es.slideshare.net/ClementeSantillana/manual-del-albail>

COLUMNA

Imagen 16 Imágenes del proceso constructivo de una columna.

1)



2)



3)



1) [Proceso constructivo de una Columna en concreto]]. Archivos en línea recuperado en:

https://i.vimeocdn.com/video/151121239_640.jpg

2) [Columna zunchada de concreto]. Archivos en línea recuperado en:

<http://i.ytimg.com/vi/4wIRzOlqcVQ/hqdefault.jpg>

3) [Procesos constructivos]. Archivos en línea recuperado en:

http://construccion.arquitectura.uniandes.edu.co/fotos/40supere/40100_co/40101-cl/40.jpg

ZAPATA

Imagen 17 Imágenes del proceso constructivo de una zapata.

1)



2)



1) [INNECON VARGAS VILAS]. Archivos en línea recuperado en: https://lh4.googleusercontent.com/-XyGLimVbS8/U21ifvz0_1/AAAAAAAAANY/MQW5T46hUgg/w800-h800/columna.jpeg

2) [Parroquia San Maximiliano]. Archivos en línea recuperado en: http://www.sanmax.org.mx/Imagenes/IMG_0981.jpg

3)



4)



3) [ACERO PARA ZAPATA Y DADO EN PÓRTECO]. Archivos en línea recuperado en: <http://www.aguascalientes.gob.mx/transparencia/calidad/sop/Obras/ReportesVarios/imagen.asp?id=19041>

4) [Colado de Zapata Aislada]. Archivos en línea recuperado en: <http://i3.ytimg.com/vi/jgEh5n269TM/mqdefault.jpg>

DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO

Imagen 18 Imágenes del proceso de elaboración de mezclas en concreto.

1)



2)



3)



4)



- 1) [Concreto para edificaciones (Mezcladora)]. Archivos en línea recuperado en: http://www.aliven.com.ve/piezas/aplicaciones/concretos_livianos_estructurales/concreto_para_edificaciones/fotos/foto6_concre_edificaciones_s1.jpg
- 2) [MVC-013F.JPG]. Archivos en línea recuperado en: <http://4.bp.blogspot.com/-k4d9y1SrwE8/UTivb9X3TbI/AAAAAAAAADo/XhX-nPxtFEY/s1600/MVC-013F.JPG>
- 3) [LA ENSEÑANZA DEL CONCRETO CON EL APOYO DEL LABORATORIO DE MATERIALES Héctor Javier Guzmán Olguín y Octavio García Domínguez]]. Archivos en línea recuperado en: http://www.imcyc.com/50/simposi09/educacion_superior/mesa2/1M2_Guzman_Garcia.pdf
- 4) [Asfaltos y Concretos S.A. de C.V. En busca siempre de la mejora continua a la vanguardia ofreciendo productos de primera calidad.]. Archivos en línea recuperado en: <http://www.asfaltosyconcretos.com/pics/large-3.4.JPG>

**13.10. VIDEOS DE PROCESOS CONSTRUCTIVO
VIGA**

<https://www.youtube.com/watch?v=rusibghKGr0>

MAMPOSTERIA

<https://www.youtube.com/watch?v=jZ9mK60AU3A>

COLUMNA

<https://www.youtube.com/watch?v=XRb0OH4L2Zk>

ZAPATA

https://www.youtube.com/watch?v=fSsIJ_je3Sw

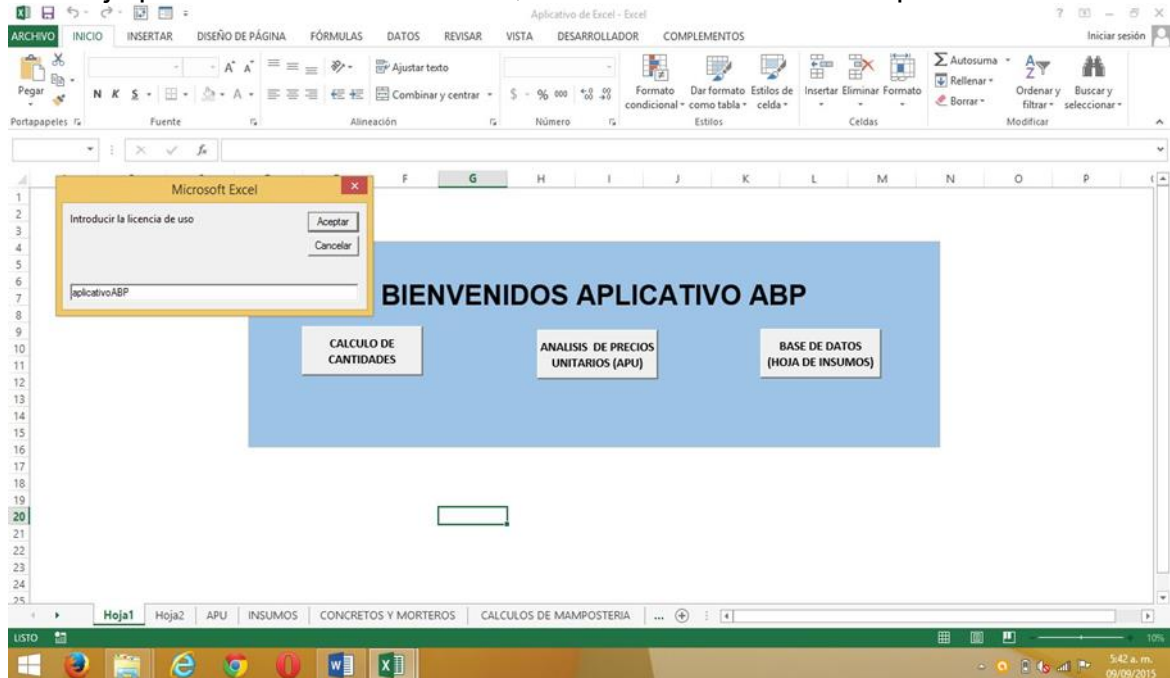
DISEÑO DE MEZCLA DE CONCRETO

<https://www.youtube.com/watch?v=7NwJqJpZSIA>

13. 11. MANUAL DEL APLICATIVO

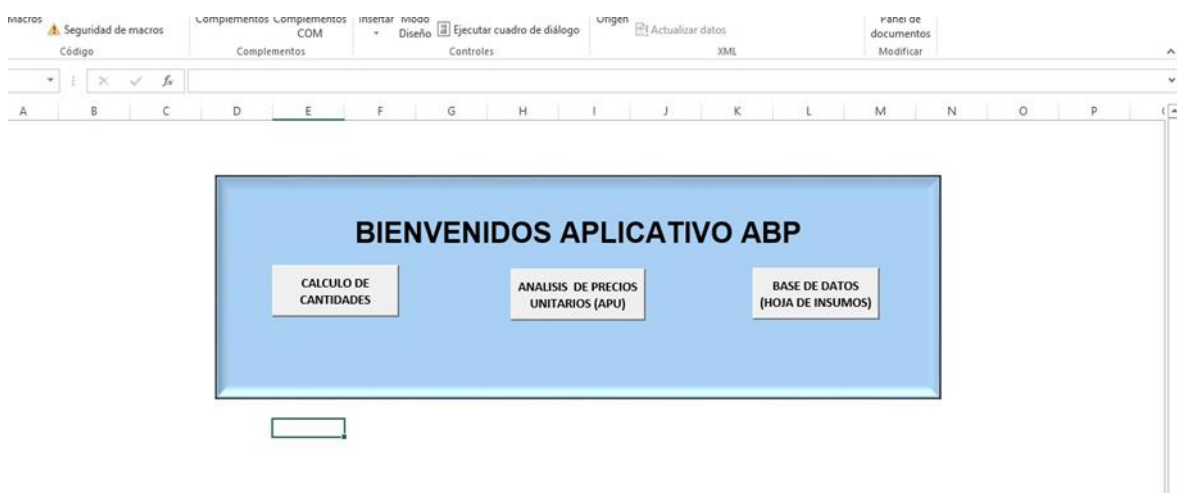
PASO 1

Proceda a ingresar al aplicativo, donde automáticamente se le desplegará un mensaje pidiendo la licencia de uso, la cual se debe escribir “aplicativoABP”.



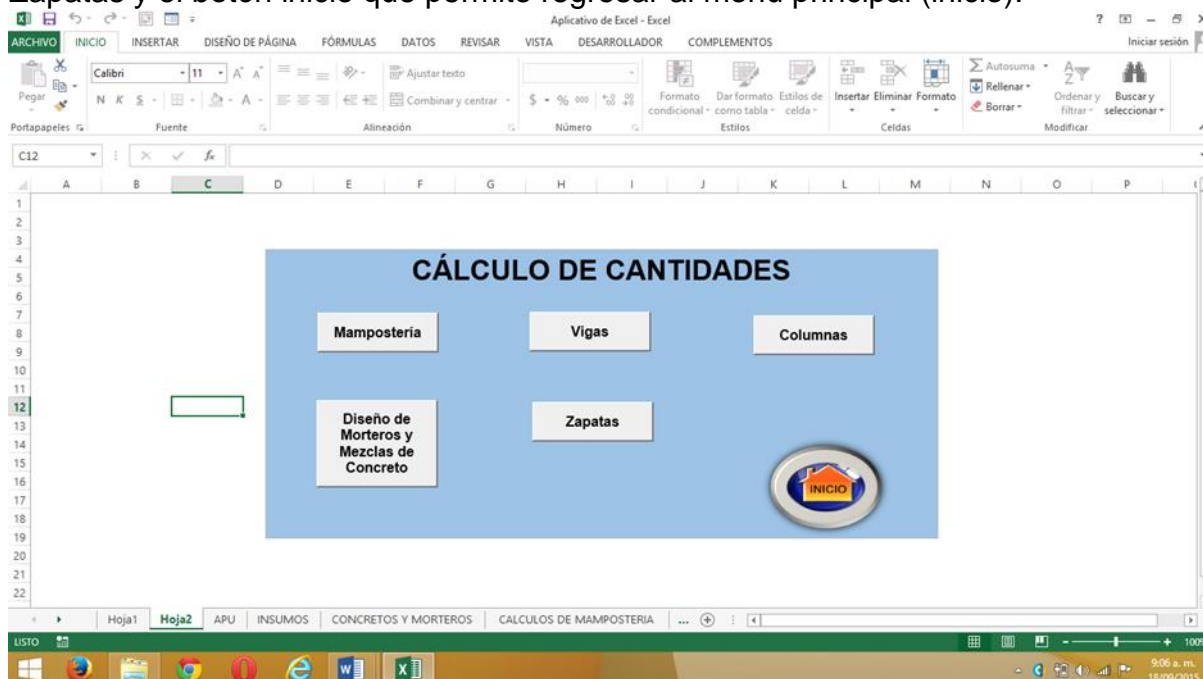
PASO 2

Aquí se encontrará una venta de bienvenida con tres botones: CALCULO DE CANTIDADES, ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS (APU) Y BASE DE DATOS.



PASO3

CANCULO DE CANTIDADES: Lo llevara a una ventana donde encontrara otro mensaje con otros botones de opciones para el cálculo de cantidades como Mampostería, Viga, Columnas, Diseño de mortero y Mezclas de concreto, Zapatas y el botón inicio que permite regresar al menú principal (inicio).



Cada botón lleva a una hoja de cálculos de algunas cantidades de insumos de cada actividad según el boto.

Botón Mampostería: Dirige a la hoja Calculo de Mampostería.

Botón Vigas: Dirige a la hoja VIGAS Y COLUMNAS.

Botón Columnas: Dirige a la hoja VIGAS Y COLUMA

Botón Diseño de Morteros y Mezclas de Concreto: Dirige a la hoja Concretos y Morteros.

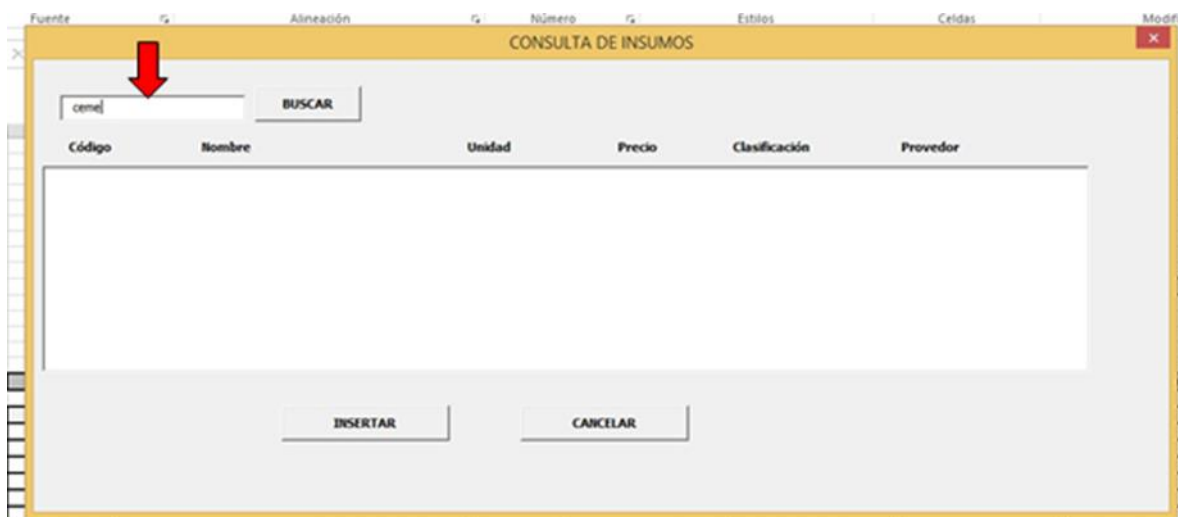
Botón Zapatas: Dirige a la hoja Zapatas.

Al abrir cada hoja estas arrojaran un mensaje indicando instrucciones de uso y guías para su manejo y tienen un botón Menú Principal (inicio) que permite volver a la hoja de bienvenida.

PASO 5

Se visualizará una ventana de búsqueda en donde podrá escribir el nombre o las iniciales del insumo que desea buscar.

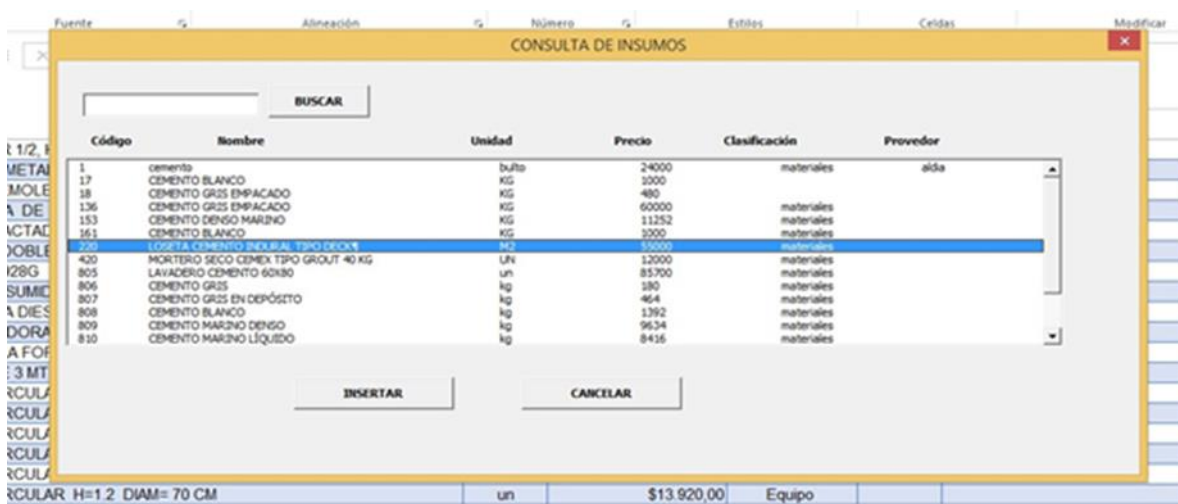
Proceda a escribir el nombre o inicial del insumo que desea buscar, en el cuadro de texto "textbox" en donde se encuentra el cursor.



PASO 6

Finalmente dar clic en el botón buscar o hacer doble enter, e inmediatamente esta ventana lo llevara a la hoja de insumos, donde se encuentra la base de datos y ha realizado su búsqueda, con una lista de opciones que se puede seleccionar, haciendo clic sobre el insumo deseado que se encuentra en la lista encontrada "listbox".

Aquí le arroja datos como el código que le asigna la base de datos, el nombre con que se encuentra, la unidad, el precio, la clasificación y en algunos casos el proveedor.



En caso tal que no desee insertar el insumo se puede dar clic en el botón cancelar y se devolverá a la hoja APU, esta inserción se hace de forma consecutiva en la tabla que se encuentra en la hoja APU, en este caso en materiales.

